



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

Année 2021

Thèse N° 068

Méta-analyse :L'embrochage versus la plaque verrouillée dans l'ostéosynthèse des fractures de l'extrémité inférieure du radius.

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 27/05/2021

PAR

Mlle. **Fatima ZOUHYRI**

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

MOTS-CLÉS

Méta analyse-Embrochage- Plaque verrouillée-
fracture- Extrémité inférieure de radius.

JURY

| | | |
|------|--|------------|
| M. | I. ABKARI Professeur de Traumatologie Orthopédique | PRESIDENT |
| M. | Y. NAJEB Professeur agrégé de Traumatologie Orthopédique | RAPPORTEUR |
| M. | M. A. BENHIMA Professeur de Traumatologie Orthopédique | } JUGES |
| Mme. | M. SEBBANI Professeur agrégé en épidémiologie _clinique. | |

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قَالُوا سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ

الْحَكِيمُ ﴿٣٢﴾

صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمُ

(سورة البقرة)



Serment d'hippocrate

Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale,

Je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.

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

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

Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.

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

Les médecins seront mes frères.

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

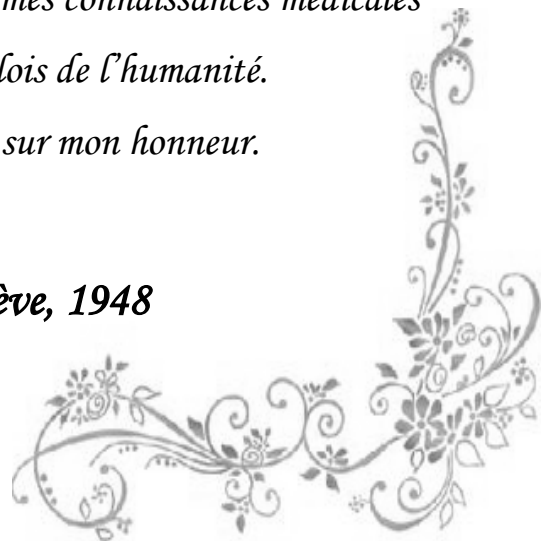
Je maintiendrai strictement le respect de la vie humaine dès sa conception.

Même sous la menace, je n'userai pas mes connaissances médicales

D'une façon contraire aux lois de l'humanité.

Je m'y engage librement et sur mon honneur.

Déclaration Genève, 1948





*LISTE DES
PROFESSEURS*



UNIVERSITE CADI AYYAD
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
MARRAKECH

Doyens Honoraires

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

ADMINISTRATION

Doyen

: Pr. Mohammed BOUSKRAOUI

Vice doyen à la Recherche et la Coopération

: Pr. Mohamed AMINE

Vice doyen aux Affaires Pédagogiques

: Pr. Redouane EL FEZZAZI

Secrétaire Générale

: Mr. Azzeddine ELHOUDAIGUI

Professeurs de l'enseignement supérieur

| Nom et Prénom | Spécialité | Nom et Prénom | Spécialité |
|------------------------|---|---------------------------|-----------------------------|
| ABKARI Imad | Traumato- orthopédie | FADILI Wafaa | Néphrologie |
| ABOU EL HASSAN Taoufik | Anesthésie- réanimation | FAKHIR Bouchra | Gynécologie- obstétrique |
| ABOUCHADI Abdeljalil | Stomatologie et chir maxillo faciale | FOURAJI Karima | Chirurgie pédiatrique |
| ABOULFALAH Abderrahim | Gynécologie- obstétrique | GHANNANE Houssine | Neurochirurgie |
| ABOUSSAIR Nisrine | Génétique | GHOUNDALE Omar | Urologie |
| ADALI Imane | Psychiatrie | HACHIMI Abdelhamid | Réanimation médicale |
| ADMOU Brahim | Immunologie | HAJJI Ibtissam | Ophthalmologie |
| AGHOUTANE El Mouhtadi | Chirurgie pédiatrique | HAROUK Karam | Gynécologie- obstétrique |
| AISSAOUI Younes | Anesthésie - réanimation | HOCAR Ouafa | Dermatologie |
| AIT AMEUR Mustapha | Hématologie Biologique | JALAL Hicham | Radiologie |
| AIT BENALI Said | Neurochirurgie | KAMILI El Ouafi El Aouni | Chirurgie pédiatrique |
| AIT BENKADDOURY Yassir | Gynécologie- obstétrique | KHALLOUKI Mohammed | Anesthésie- réanimation |
| AIT-SABI Imane | Pédiatrie | KHATOURI Ali | Cardiologie |
| AMAL Said | Dermatologie | KHOUCHANI Mouna | Radiothérapie |
| AMIN Mohamed | Epidémiologie- clinique | KISSANI Najib | Neurologie |
| AMMAR Haddou | Oto-rhino- laryngologie | KRATI Khadija | Gastro- entérologie |
| AMROL Amyae | Pneumo- phtisiologie | KRIET Mohamed | Ophthalmologie |
| ANIBA Khalid | Neurochirurgie | LAGHMARI Mehdi | Neurochirurgie |
| ARSALANE Lamiae | Microbiologie - Virologie | LAKMACHI Mohamed Amine | Urologie |
| ASMOUKI Hamid | Gynécologie- obstétrique | LAOUAD Inass | Néphrologie |
| ATMANE El Mehdi | Radiologie | LOUHAB Nisrine | Neurologie |
| BAIZRI Hicham | Endocrinologie et maladies métaboliques | LOUZI Abdelouahed | Chirurgie - générale |

| | | | |
|----------------------------------|---|----------------------------------|--|
| BASRAOUI Dounia | Radiologie | MADHAR Si Mohamed | Traumato- orthopédie |
| BASSIRAHlam | Gynécologie- obstétrique | MANOUDI Fatiha | Psychiatrie |
| BELKHOUAhlam | Rhumatologie | MANSOURINadia | Stomatologie et chiru maxillo faciale |
| BEN DRISSLaila | Cardiologie | MAOULAININE Fadl mrabih rabou | Pédiatrie (Néonatalogie) |
| BENCHAMKHAYassine | Chirurgie réparatrice et plastique | MATRANE Aboubakr | Médecinenucléaire |
| BENELKHA IAT BENOMARRidouan | Chirurgie - générale | MOUAFFAK Youssef | Anesthésie - réanimation |
| BENHIMA Mohamed Amine | Traumatologie - orthopédie | MOUDOUNI Said Mohammed | Urologie |
| BENJILALI Laila | Médecine interne | MOUFID Kamal | Urologie |
| BENZAROUEL Dounia | Cardiologie | MOUTAJ Redouane | Parasitologie |
| BOUCHENTOUFRachid | Pneumo- phtisiologie | MOUTAOUAKIL Abdeljali | Ophthalmologie |
| BOUKHANNILahcen | Gynécologie- obstétrique | MSOUGGARYassine | Chirurgie thoracique |
| BOUKHIRA Abderrahman | Biochimie - chimie | NAJEBYoussef | Traumato- orthopédie |
| BOUMZEBRADrissi | Chirurgie Cardio- vasculaire | NARJISS Youssef | Chirurgie générale |
| BOURRAHOUA Aïcha | Pédiatrie | NEJMI Hicham | Anesthésie- réanimation |
| BOURROUS Monir | Pédiatrie | NIAMANE Radouane | Rhumatologie |
| BOUSKRAOUI Mohammed | Pédiatrie | OUALI IDRIS Mariem | Radiologie |
| CHAFIK Rachid | Traumato- orthopédie | OULAD SAIAD Mohamed | Chirurgie pédiatrique |
| CHAKOUR Mohamed | Hématologie Biologique | QACIF Hassan | Médecine interne |
| CHELLAKSaliha | Biochimie- chimie | QAMOUSS Youssef | Anesthésie- réanimation |
| CHERIF IDRIS EL GANOUNI Najat | Radiologie | RABBI Khaled | Chirurgie générale |
| CHOULLI Mohamed Khaled | Neuro pharmacologie | RADAN Nouredine | Pédiatrie |
| DAHAMI Zakaria | Urologie | RAISHanane | Anatomie pathologique |
| DRAISS Ghizlane | Pédiatrie | RAJI Abdelaziz | Oto-rhino- laryngologie |
| EL ADIB Ahmed Rhassane | Anesthésie- réanimation | ROCHDI Youssef | Oto-rhino laryngologie |
| EL ANSARINawal | Endocrinologie et maladies métaboliques | SAMKAOUI Mohamed Abdenasser | Anesthésie- réanimation |
| EL BARNIRachid | Chirurgie- générale | SAMLANI Zouhour | Gastro- entérologie |
| EL BOUCHTI Ilmane | Rhumatologie | SARFI Smail | Urologie |
| EL BOUIHIMohamed | Stomatologie et chir maxillo faciale | SORAANabila | Microbiologie - Virologie |

| | | | |
|--------------------------|--|---------------------|------------------------------|
| ELFEZZAZI Redouane | Chirurgie pédiatrique | SOUMMANI Abderraouf | Gynécologie- obstétrique |
| EL HAOURY Hanane | Traumato- orthopédie | TASSINoura | Maladies infectieuses |
| EL HATTAOUI Mustapha | Cardiologie | TAZI Mohamed Illias | Hématologie- clinique |
| EL HOUDZI Jamila | Pédiatrie | YOUNOUSSaid | Anesthésie- réanimation |
| EL IDRISSE SLITINE Nadia | Pédiatrie | ZAHLANE Kawtar | Microbiologie - virologie |
| EL KARIMI Saloua | Cardiologie | ZAHLANE Mouna | Médecine interne |
| EL KHAYARI Mina | Réanimation médicale | ZAOUI Sanaa | Pharmacologie |
| EL MGHARI TABIB Ghizlane | Endocrinologie et maladies métaboliques | ZIADI Amra | Anesthésie - réanimation |
| ELFIKRI Abdelghani | Radiologie | ZOUHAIR Said | Microbiologie |
| ESSAADOUNI Lamiaa | Médecine interne | ZYANI Mohammed | Médecine interne |

Professeurs Agrégés

| Nom et Prénom | Spécialité | Nom et Prénom | Spécialité |
|----------------------------|--|----------------------------|---|
| ABIR Badreddine | Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale | EL MEZOUARI El Moustafa | Parasitologie Mycologie |
| ADARMOUCH Latifa | Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène) | EL OMRANI Abdelhamid | Radiothérapie |
| AIT BATAHAR Salma | Pneumo- phtisiologie | FAKHRI Anass | Histologie- embryologie cytogénétique |
| ALJSoumaya | Radiologie | IHBIBANE fatima | Maladies Infectieuses |
| ARABI Hafid | Médecine physique et réadaptation fonctionnelle | KADDOURI Said | Médecine interne |
| ARSALANE Adil | Chirurgie Thoracique | LAHKIM Mohammed | Chirurgie générale |
| BELBACHIR Anass | Anatomie- pathologique | LAKOUICH MIM Mohammed | Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale |
| BELBARAKAR hizlane | Oncologie médicale | MARGAD Omar | Traumatologie - orthopédie |
| BELHADJ Ayoub | Anesthésie - Réanimation | MLIHA TOUATI Mohammed | Oto-rhino-laryngologie |
| BENALI Abdeslam | Psychiatrie | MOUHSINE Abdelilah | Radiologie |
| BENJELLOUN HARZIM Amine | Pneumo- phtisiologie | NADER Youssef | Traumatologie - orthopédie |
| BOUZERDA Abdelmajid | Cardiologie | OUBAHA Sofia | Physiologie |
| BSISS Mohamed Aziz | Biophysique | SAJIAI Hafsa | Pneumo- phtisiologie |
| CHRAA Mohamed | Physiologie | SALAMAT Arik | Chirurgie pédiatrique |
| DAROUASSI Youssef | Oto-rhino - Laryngologie | SEDDIKI Rachid | Anesthésie - Réanimation |
| EL AMRANI | Anatomie | SERGHINI Issam | Anesthésie - |

| | | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------|------------------------------------|
| MoulayDriss | | | Réanimation |
| EL HAOUATIRachid | Chirurgie Cardio-vasculaire | TOURABI Khalid | Chirurgie réparatrice et plastique |
| EL KAMOUNI Youssef | Microbiologie Virologie | ZARROUKI Youssef | Anesthésie – Réanimation |
| EL KHADER Ahmed | Chirurgie générale | ZEMRAOUI Nadir | Néphrologie |

Professeurs Assistants

| Nom et Prénom | Spécialité | Nom et Prénom | Spécialité |
|---------------------|---|------------------------|---|
| ABDELFETTAH Youness | Rééducation et Réhabilitation Fonctionnelle | ELOUARDIYoussef | Anesthésie réanimation |
| ABDOU Abdessamad | Chiru Cardio-vasculaire | EL-QADIRY Raby | Pédiatrie |
| ABOULMAKARIM Siham | Biochimie | ESSADI Ismail | Oncologie Médicale |
| ACHKOUN Abdessalam | Anatomie | FDIL Naima | Chimie de Coordination Bio- organique |
| AIT ERRAMIAdil | Gastro-entérologie | FENNANE Hicham | Chirurgie Thoracique |
| AKKA Rachid | Gastro – entérologie | HAJHOUI Farouk | Neurochirurgie |
| ALAOUI Hassan | Anesthésie – Réanimation | HAJJIFouad | Urologie |
| AMINE Abdellah | Cardiologie | HAMMI Salah Eddine | Médecine interne |
| ARROB Adil | Chirurgie réparatrice et plastique | Hammoune Nabil | Radiologie |
| ASSERRAJI Mohammed | Néphrologie | HAMRI Asma | Chirurgie Générale |
| AZIZZakaria | Stomatologie et chirurgie maxillo faciale | JALLAL Hamid | Cardiologie |
| BAALLAL Hassan | Neurochirurgie | JANAH Hicham | Pneumo- phtisiologie |
| BABA Hicham | Chirurgie générale | LAFFINTI Mahmoud Amine | Psychiatrie |
| BELARBI Marouane | Néphrologie | LAHLIMI Fatima Ezzahra | Hématologie clinique |
| BELFQUIH Hatim | Neurochirurgie | LAHMINI Widad | Pédiatrie |
| BELGHMAIDI Sarah | Ophthalmologie | LALYA Issam | Radiothérapie |
| BELLASRI Salah | Radiologie | LAMRANI HANCH Asmae | Microbiologie-virologie |
| BENANTARLamia | Neurochirurgie | LOQMAN Souad | Microbiologie et toxicologie environnementale |
| BENNAOUI Fatiha | Pédiatrie | MAOUJOUR Omar | Néphrologie |
| BENZALIM Meriam | Radiologie | MEFTAH Azzelarab | Endocrinologie et maladies métaboliques |
| BOUTAKIOUTEBadr | Radiologie | MILOUDI Mohcine | Microbiologie – Virologie |
| CHAHBI Zakaria | Maladies infectieuses | NASSIHouda | Pédiatrie |
| CHETOUI Abdelkhalek | Cardiologie | NASSIM SABAH Taoufik | Chirurgie Réparatrice et Plastique |
| CHETTATIMariam | Néphrologie | OUMERZOUKJawad | Neurologie |
| DAMIAbdallah | Médecine Légale | RAGGABI Amine | Neurologie |

| | | | |
|--------------------|---|------------------------|--|
| DARFAOUI Mouna | Radiothérapie | RAISSI Abderrahim | Hématologie clinique |
| DOUIREKFouzia | Anesthésie- réanimation | REBAHI Houssam | Anesthésie - Réanimation |
| EL- AKHIRIMohammed | Oto-rhino-laryngologie | RHARRASSI Isam | Anatomie-pathologique |
| EL AMIRI My Ahmed | Chimie de Coordination bio-organique | ROUKHSI Redouane | Radiologie |
| EL FADLI Mohammed | Oncologie médicale | SALLAHI Hicham | Traumatologie- orthopédie |
| EL FAKIRIKarima | Pédiatrie | SAYAGH Sanae | Hématologie |
| EL GAMRANI Younes | Gastro-entérologie | SBAAI Mohammed | Parasitologie-mycologie |
| EL HAKKOUNIAwatif | Parasitologiemycologie | SEBBANI Majda | Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène) |
| EL HAMZAOUIHamza | Anesthésie réanimation | SIRBOURachid | Médecine d'urgence et de catastrophe |
| EL KHASSOUI Amine | Chirurgie pédiatrique | WARDAKarima | Microbiologie |
| ELATIQI Oumkeltoum | Chirurgie réparatrice et plastique | ZBITOU Mohamed Anas | Cardiologie |
| ELBAZ Meriem | Pédiatrie | ZOUIZRA Zahira | Chirurgie Cardio- vasculaire |
| ELJAMILI Mohammed | Cardiologie | | |

LISTE ARRETEE LE 01/02/2021



DÉDICACES



*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...
Tous les mots ne sauraient exprimer ma gratitude,
Mon amour, mon respect, et ma reconnaissance...
Aussi, c'est tout simplement que...*



Je dédie cette thèse à..... 



Au bon Dieu, Tout puissant.

Qui m'a inspiré

Et m'a guidé dans le bon chemin

Je vous dois ce dont je suis devenue

Louanges et remerciements

Pour votre clémence et miséricorde

A MA TRÈS CHÈRE MÈRE : Touria samah

Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour toi, reçoit ce travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime. Puisse le tout puissant te donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.

A MON TRÈS CHER PÈRE : Nourddine zouhyri

Autant de phrases et d'expressions aussi éloquents soit-elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Tu as su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie. Je te dois ce que je suis aujourd'hui, et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir. Que Dieu le tout puissant te préserve, t'accorde santé, bonheur, quiétude de l'esprit et te protège de tout mal.

وَقُلْ رَبِّ ارْحَمْنِي
كَمَا رَحِمْتَنِي صَغِيرًا

سورة الاسراء، 24

*A mes chères sœurs wafae et zahra et mes chers frères yassine et
mohammed*

*Vous savez que l'affection et l'amour fraternel que je vous porte sont sans
limite. Je vous dédie ce travail en témoignage de l'amour et des liens de
sang qui nous unissent. Puissions-nous rester unis dans la tendresse et
fidèles à l'éducation que nous avons reçu. J'implore Dieu qu'il vous
apporte bonheur et vous aide à réaliser tous vos voeux.*

Mes neveux : Haytam et Mohammed, et ma nièce chAHD

Vous illuminez ma vie.

J'implore Dieu de vous garder pour moi.

Je vous adore

A mes très chères Amies Fatîha et Najîa et camarades de parcours

Merci pour tous les moments formidables qu'on a Partagés.





REMERCIEMENTS



A NOTRE MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE :

Pr. imad abkari

Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous faites en acceptant d'assurer la présidence de cette thèse. Durant notre formation, nous avons eu le privilège de bénéficier de votre sens professionnel. Votre culture scientifique et votre simplicité exemplaire sont pour nous un objet d'admiration et de profond respect.

Permettez-nous de vous exprimer, cher maître, notre profonde gratitude et notre grande estime.

A NOTRE MAÎTRE ET RAPPORTEUR DE THÈSE :

Pr. youssef najeb

Nous vous remercions pour la gentillesse et la spontanéité avec lesquelles vous avez bien voulu diriger ce travail.

Nous avons eu le grand plaisir de travailler sous votre Direction, et avons trouvé auprès de vous le conseiller et le guide. Vous nous avez reçus en toute circonstance avec sympathie et bienveillance.

Votre compétence, votre dynamisme, votre rigueur et vos qualités humaines et professionnelles ont suscité en nous une grande admiration et un profond respect.

Nous voudrions être dignes de la confiance que vous nous avez accordée et vous prions, chère Maître, de trouver ici le témoignage de notre sincère reconnaissance et profonde gratitude.

A NOTRE MAITRE ET JUGE DE THESE :

Pr.mohamed amine benhima

Nous sommes infiniment sensibles à l'honneur que vous nous faites en acceptant de siéger parmi notre jury de thèse. Nous avons apprécié votre rigueur, votre gentillesse et nous vous portons une grande considération pour vos qualités humaines et votre compétence professionnelle. Veuillez accepter, cher maître, dans de travail l'assurance de notre grande estime et notre profond respect.

A NOTRE CHER MAITRE ET JUGE :

Pr.majda sebbani

Nous sommes infiniment sensibles à l'honneur que vous nous faites en acceptant de siéger parmi notre jury de thèse. Vous avez en permanence suscité notre admiration par votre ardeur et votre amour à exercer votre profession. Veuillez trouver ici, chère Maître, le témoignage de notre haute considération, de notre profonde reconnaissance et de notre sincère respect.



ABBREVIATIONS



Liste des abréviations:

| | |
|-------------|---|
| DASH | : Disabilities of Arm, Shoulder and Hand questionnaire. |
| SCC | : Syndrome du canal carpien. |
| SDRC | : Syndrome de douleur régionale complexe. |
| ROM | : Range of motion/Amplitude du mouvement. |
| LP | : Plate fixation/plaque verrouillée. |
| PIN | : Pinning/embrochage. |
| Vs | : Versus. |
| RCT | : Randomized controlled trials. |
| VT | : Volar tilt=angle d'antéversion. |
| RL | : radial length=longueur radiale |
| UV | : Ulnar variance. |
| RI | : Radial inclination=la pente radiale. |
| NE | : Non évalué. |
| RR | : Risque relatif. |
| IC | : Intervalle de confiance. |
| FEIR | : Fracture de l'extrémité inférieure du radius. |
| R | : Rétrospective. |
| P | : Prospective. |
| DMS | : Différence moyenne standardisée. |



PLAN



| | |
|---|-----------|
| INTRODUCTION | 1 |
| MATERIEL ET METHODE | 3 |
| I. Matériels | 4 |
| II. Méthode | 4 |
| 1. Critères de qualité des études | 5 |
| 2. Critères d'inclusion et d'exclusion des études | 6 |
| 3. Variables mesurées | 6 |
| 4. Statistiques :(voir le chapitre Annexes)..... | 7 |
| RÉSULTATS | 8 |
| I. Caractéristiques des études | 9 |
| II. synthèse des résultats des études..... | 11 |
| III. La synthèse des données quantitatives | 13 |
| 1. étude fonctionnelle..... | 13 |
| 2. Etude radiologique..... | 20 |
| 3. Synthèse des complications | 25 |
| DISCUSSION | 34 |
| I. BIOMECANIQUE ARTICULAIRE | 35 |
| 1. Le complexe radio–carpien | 35 |
| 2. Définition des mouvements | 36 |
| 3. Effet ténodèse et synergie musculaire | 39 |
| 4. Le verrouillage | 39 |
| 5. Retentissement fonctionnel des fractures de l'extrémité inférieure du radius | 41 |
| II. ANATOMO–PATHOLOGIQUE | 45 |
| 1. Mécanismes des fractures du radius distal | 50 |
| 2. Classifications:..... | 53 |
| III. étude radio–clinique | 55 |
| 1. Diagnostic clinique d' une FEIR : (Fracture de Pouteau–Colles)..... | 55 |
| 2. Diagnostic radiologique | 57 |
| 3. Evolution | 63 |
| 4. Les complications | 64 |
| IV. prise en charge thérapeutique..... | 67 |
| 1. Généralités | 67 |
| V. Les voies d'abord | 78 |
| 1. Les voies palmaires | 79 |
| 2. Repères anatomiques | 79 |
| 3. Risques principaux..... | 80 |
| 4. Technique classique : la voie de Henry | 80 |
| 5. Les variantes de la voie de Henry..... | 81 |
| 6. Les voies dorsales..... | 84 |
| 7. Les voies d'abord latérales radiales..... | 86 |
| 8. Les voies d'abords ulnaires..... | 87 |

| | |
|--|-----|
| VI. Score d'évaluation des résultats fonctionnelles..... | 88 |
| 1. Le DASH score..... | 88 |
| VII. Coût économique..... | 93 |
| 1. Résultats..... | 94 |
| 2. Conclusion..... | 95 |
| VIII. META-ANALYSE..... | 95 |
| 1. généralités..... | 95 |
| 2. Définitions de base de données..... | 97 |
| 3. Brève présentation du Jamovi..... | 99 |
| 4. comparaison avec d'autre méta-analyse..... | 101 |
| 5. limites de notre méta-analyse..... | 104 |
| | |
| CONCLUSION..... | 105 |
| | |
| ANNEXES..... | 107 |
| | |
| RESUMES..... | 118 |
| | |
| BIBLIOGRAPHIE..... | 125 |



INTRODUCTION



- Les fractures de l'extrémité inférieure du radius sont définies comme étant une solution de continuité siégeant au niveau distale de radius, dont le trait est situé entre l'interligne radio carpienne et une droite passant à 3 travers de doigts ou 4 cm au-dessus de cet interligne.
- **Premier rang** des fractures, elles représentent approximativement 25% de l'ensemble des fractures de membre supérieure. [1]. [89]
- Elles sont classiquement L'apanage de la femme âgée ostéoporotique mais elles surviennent chez le sujet jeune actif souvent suite à un traumatisme à haute vélocité. [2]
- Ce sont des fractures caractérisées par un grand polymorphisme anatomo-clinique.
- Le pronostic à long terme, compromettent la fonction de poignet.
- De nombreux moyens d'ostéosynthèse sont à la disposition des chirurgiens en traumatologie orthopédique parmi eux l'embrochage et la plaque verrouillée.
- Le choix entre ces deux méthodes d'ostéosynthèses suscite de nombreux débats entre chirurgiens qui optent pour l'embrochage et d'autres pour la plaque verrouillée.
- De ce fait on a proposé de faire une méta-analyse en se référant à des études comparatives des deux techniques.
- Cette méta-analyse a pour finalité, de mettre des guidelines, à la disposition des chirurgiens orthopédistes .Pour optimiser le choix de la technique la plus avantageuse, lorsqu'une ostéosynthèse est indiquée, devant une fracture de l'extrémité inférieure de radius.



*MATERIEL ET
METHODE*



I. Matériels :

Notre étude a été menée en se référant aux articles publiés dans la littérature, comparant l'embrochage vs la plaque verrouillée dans l'ostéosynthèse des fractures de l'extrémité inférieure du radius, chez des patients traités et suivis dans le temps pour pouvoir évaluer les résultats fonctionnels, radiologiques et les complications à savoir l'infection, le SDRC et le SCC.

II. Méthode :

Une recherche méthodique de la littérature a été effectuée en interrogeant via Internet :

- La base de données Medline de la National American library «PubMed ».
- La base de données Cochrane «The Central Register of Controlled Trials of Cochrane Library».
- La base de données Google Scholar.

Le profil de recherche a inclus une liste de termes médicaux associant :

–("distal Radius " [Mesh] OR "Distal radius fractures " [Mesh])

AND

–("pinning"[Mesh]OR "wiring "[Mesh]OR"percutaneous pin "[Mesh]OR "K wire "[Mesh].

AND

–"locked plate "[Mesh]OR "volar locked plate"[Mesh] OR "plate osteosynthesis"[Mesh])

Le type des essais cliniques (Randomized controlled trials and clinical trials).

La recherche sur les bases de données précitées a été complétée, afin d'identifier un maximum d'études, par une recherche manuelle grâce à la lecture des références des articles. Nous avons travaillé sur les articles publiés en texte intégral (full text) en anglais et en français.

1. Critères de qualité des études :

Nous avons effectué une évaluation qualitative pour chaque article identifié, afin de bien choisir ceux correspondant à notre sujet de recherche, et qui répondent favorablement aux questions suivantes :

1. Les auteurs ont-ils défini une question claire et pointue [population, intervention (stratégie) et résultats]?
2. Des critères d'inclusion pertinents ont-ils été utilisés pour sélectionner les études initiales?
3. Les auteurs ont-ils décrit une stratégie de recherche globale?
 4. La stratégie de recherche couvrait-elle un nombre de mois suffisant (3 mois ou plus) ?
 5. auteurs ont-ils décrit la qualité des données probantes des études initiales incluses ?

| | |
|------------|--|
| Niveau I | : essais contrôlés aléatoires uniquement. |
| Niveau II | : études de cas-témoins, de cohorte, non aléatoires. |
| Niveau III | : études non contrôlées. |
6. La revue évalue-t-elle la qualité méthodologique des études initiales, y compris: (Exigence minimale : 4 des 7 critères suivants) :
 - ♣ La conception du plan (« design ») de la recherche
 - ♣ La composition de l'échantillon
 - ♣ Le taux de participation/effectifs des patients.
 - ♣ Les sources de biais (variables confondantes, biais attribuable aux répondants)
 - ♣ La collecte de données (mesure des variables dépendantes/indépendantes)
 - ♣ Les taux de suivi/d'abandon
 - ♣ L'analyse des données
7. Était-il pertinent de combiner les conclusions des résultats d'une étude à l'autre?
8. Des méthodes appropriées ont été utilisées pour combiner/comparer les résultats d'une étude à l'autre?

2. Critères d'inclusion et d'exclusion des études :

– Les critères d'inclusion des études ont été les suivants :

1. Population cible : les personnes présentant des fractures de l'extrémité inférieure du radius dont l'âge est supérieur à 18 ans.
2. Type de technique chirurgicale comparée : Embrochage vs plaque verrouillée.
3. variables mesurées : résultats fonctionnels, radiologiques et les complications après la chirurgie à savoir l'infection, l'algodystrophie et le syndrome du canal carpien.
4. Méthodologie : Etudes prospectives, études rétrospectives, études contrôlées randomisées ou quasi-randomisées.

Les critères d'exclusion étaient :

1. Articles n'étudiant pas les variables mesurées
2. population pédiatriques.
3. Études sur les animaux ou les cadavres.

3. Variables mesurées :

Les critères d'évaluation étaient :

- résultats fonctionnels finals (at the final follow up):
 - le score de DASH .
 - la force de préhension.
 - ROM : Range Of Motion =Amplitude de mouvement.
- résultats radiologiques finals (at the final follow up):
 - La Variance ulnaire.
 - la pente radiale.
 - Angle d'antéversion

- La Longueur radiale.
- complications après la chirurgie à savoir :
 - l'Infection.
 - Syndrome douloureux régional complexe ou algodystrophie.
 - syndrome du Canal carpien.

Les variables étaient obtenues soit à partir des données dans le texte ou les tableaux ou, en l'absence de données exprimées numériquement, calculées à partir des figures.

4. Statistiques :(voir le chapitre Annexes).

Une analyse a été réalisée à l'aide de logiciel : jamovi. (Version 1.6) avec les deux extensions en utilisant la syntaxe R.

- The jamovi project (2021). Jamovi. (Version 1.6) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>. [90].
- R Core Team (2020). R: A Language and environment for statistical computing. (Version 4.0) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from MRAN snapshot 2020-08-24).[91].
- Viechtbauer, W. (2010). Conducting meta-analyses in R with the metafor package. Journal of Statistical Software. link, 36,1-48.

Avec un test d'hétérogénéité, en cas de test d'hétérogénéité significatif : $p < 0,05$.

L'analyse statistique des risques relatifs et des différences moyennes standardisées ont été effectuées à l'aide d'un modèle à effet aléatoire.

Le biais de publication, a été évalué à l'aide de test des rangs de Begg, et le test de la régression linéaire d' Egger. Les résultats significatifs s'expriment dans un intervalle de confiance à 95 % (IC95 %).

Une valeur de $p < 0,05$ a été retenue pour rejeter l'hypothèse nulle h_0 .



RÉSULTATS



I. Caractéristiques des études :

La sélection des études (Fig. 1)

Deux Cent quatre-vingt-douze articles ont été identifiés par la recherche sur les bases de données : Medline, le registre de la Cochrane Library of Randomised Controlled Trials, pubmed et Google Scholar.

Deux Cent soixante-sept ont été exclus pour les raisons suivantes : Cent quatorze exclus pour duplication et Cent cinquante-trois exclus pour non-respect des critères d'inclusion.

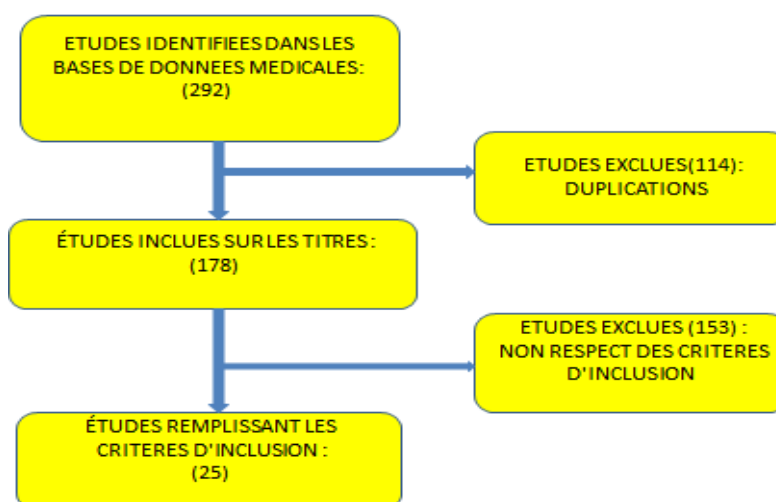


Figure 1 : Organigramme résumant le processus de sélection des études.

Caractéristiques des études incluses dans la méta-analyse.

Ce tableau (tableau :1) présente les caractéristiques des études collectées notamment : l'année de publication, le type d'étude, type de la fracture (selon la classification OTA), l'effectif total, l'effectif de l'embrochage et de la plaque verrouillée, l'âge moyen, le sexe et la durée d'étude, dans chaque méthode d'ostéosynthèse.

Un total de 2297 participants âgés de plus de 18 ans, dont 1128 patients dans le groupe de la plaque verrouillée contre 1169 patients dans le groupe embrochage.

On note une nette prédominance du sexe féminin avec un total de 1814 (73.42%) femmes contre 657(26.5%) hommes. Les 4 études Goehre et al2013 [4], Lee et al2011 [5], Pappu et al2019 [19], IMRAN et al2018 [27], n'ont pas cité le sexe des participants

Tableau I : Caractéristiques des études :

| \$Etude/année de publication | Type d'étude | Groupe de traitement | | Classification OTA A/B/C | | total | Age moyen | | Sexe H/F | Suivi en mois |
|------------------------------|--------------|----------------------|-----|--------------------------|----------|-------|-----------|------|----------|---------------|
| | | LP | PIN | LP | PIN | | LP | PIN | | |
| Karantana et al2013 [5] | RCT | 66 | 64 | 27/0 /39 | 28 /0/36 | 130 | 48 | 51 | 33/102 | 12 |
| Hull et al2010. [3] | R | 36 | 35 | 19/0/17 | 18 /0/17 | 71 | 58 | 64 | 16/55 | 15 |
| Goehre et al2013 [4] | RCT | 21 | 19 | 18/0 /3 | 15/0/4 | 40 | 71.3 | 78.3 | NE | 12 |
| Lee et al2011 [6] | R | 31 | 31 | 17/0/14 | 24/0/7 | 62 | NE | NE | NE | 12 |
| Bahari et al2013 [7] | RCT | 57 | 57 | 57 | 57 | 114 | 42,4 | 41,7 | 76/38 | 12 |
| McFadyen et al2011 [8] | RCT | 27 | 29 | 27 | 29 | 56 | 61 | 65 | 23/33 | 6 |
| Marcheix et al2010 [9] | RCT | 50 | 53 | 17/0/33 | 23/0/29 | 103 | 73 | 75 | 17/85 | 6 |
| Maire et al 2013 [10] | N-RCT | 28 | 23 | 15/0/13 | 13/0/10 | 51 | 61 | 63 | 14/37 | 9 |
| Oshige et al2007. [11] | N-RCT | 31 | 31 | 27/0/4 | 25/0/6 | 62 | 69,6 | 70,7 | 7/55 | 6 |
| Rozental et al 2009 [12] | RCT | 23 | 21 | 10/0/13 | 6/0/15 | 44 | 51 | 52 | 11/33 | 12 |
| Dzaja et al 2013[13] | R | 24 | 20 | 3/0/21 | 2/0/18 | 44 | 50.3 | 40.3 | 12/32 | 12 |
| Costa et al2014 [14] | RCT | 231 | 230 | 149/5/75 | 157/3/66 | 461 | 58,3 | 59,7 | 76/379 | 12 |
| Hollevoet et al2007 [15] | RCT | 20 | 20 | 11 /0/9 | 7 /0/13 | 40 | 67 | 66 | 4/36 | 12 |
| Tronci et al 2013 [16] | R | 39 | 38 | 0/ 19/20 | 0/ 18/20 | 77 | 62,1 | 61,2 | 15/62 | 24 |
| Brennan et al 2015 [17] | RCT | 151 | 167 | 66/56/29 | 91/61/15 | 318 | 47,9 | 45,5 | 112/206 | 32 |
| żyluk et al. 2018[18] | RCT | 30 | 72 | 0/5/25 | 31/5/36 | 102 | 49 | 56 | 23/79 | 6 |
| Pappu et al2019 [19] | P | 31 | 31 | 14/5/12 | 14/6/11 | 62 | 42,7 | 46,2 | NE | 12 |
| Jubel et al2005 [20] | R | 26 | 29 | 26/0/0 | 29/0/0 | 55 | 64 | 73 | 23/32 | 27 |
| Ghoneem et al 2016 [21] | RCT | 17 | 13 | 0/0/30 | | 30 | 36,8 | 38,6 | 15/15 | 33 |
| Yetkin et al 2017[22] | RCT | 15 | 15 | 0/0/30 | | 30 | 50 | 45 | 19/11 | 48 |
| Jagdev et al2017[23] | P | 24 | 21 | 0/0/45 | | 45 | 42 | 48 | 29/16 | 6 |
| Naveed et al2020 [24] | RCT | 50 | 50 | 0/0/100 | | 100 | 45,7 | 46,7 | 67/33 | 3 |
| Shrestha et a l2018 [25] | P | 20 | 20 | 0/0/40 | | 40 | 41 | 51 | 22/18 | 12 |
| Sunil H et al 2017 [26] | R | 50 | 50 | 0/100 | | 100 | 41,6 | 47,8 | 43/57 | 24 |
| IMRAN et al2018 [27] | P | 30 | 30 | 19/24/17 | | 60 | 60 | | NE | 3 |

A : fracture extra-articulaire.

B : fracture intra-articulaire partielle

C : fracture intra-articulaire totale.

II. synthèse des résultats des études:

Pour l'étude fonctionnelle : les résultats de l'étude fonctionnelle ont été signalés comme suit :

Le DASH score : 16 études

L'amplitude de mouvements : 15 études

La force de préhension : 14 études

En ce qui concerne l'étude radiologique et les complications post-opératoires:

Les données sur l'angle d'antéversion ont été fournies dans 9 articles, la variance ulnaire dans 6 articles, la pente et la longueur radiale dans 10 articles.

17 études ont rapporté l'effectif d'infection superficielle ou profonde secondaire à l'embrochage ou bien à la plaque verrouillée.

10 cas du syndrome douloureux régionale complexe.

9 participants ont développé un syndrome du canal carpien.

Tableau II:résultats évalués par études :

| Etude /année de publication | étude fonctionnelle. | | | Etude radiologique | | | | Complications postopératoire | | |
|--------------------------------------|----------------------|------------------------|-----|--------------------|----|----|----|------------------------------|------|-----|
| | DASH | La force de préhension | ROM | RT | UV | RI | RL | infection | SDRC | SCC |
| Hull et al 2010.[3] | + | - | - | - | - | - | - | + | - | - |
| Goehre et al 2013[4] | + | + | + | - | - | + | + | - | - | + |
| Karantana et al. 2013 [5] | + | + | + | + | - | + | + | + | - | + |
| Lee et al 2011[6] | - | - | + | - | - | + | + | + | - | - |
| Bahari et al 2013[7] | + | + | + | - | - | - | - | - | - | - |
| McFadyen et al.2011 [8] | + | - | - | - | - | - | - | + | - | + |
| Marcheix et al 2010 [9] | + | + | + | + | + | + | + | + | + | - |
| Maire et al 2013 [10] | + | + | + | + | + | - | - | + | + | + |
| Oshige et al 2007.[11] | - | + | + | - | + | + | - | + | - | - |
| Rozental et al 2009.[12] | + | + | + | + | - | + | + | + | - | - |
| Dzaja et al2013[13] | - | + | + | - | - | - | + | + | + | - |
| Costa et al 2014 [14] | + | - | - | - | - | - | - | + | - | - |
| Hollevoet et al 2007. [15] | + | + | + | + | + | + | | + | + | + |
| Tronci et al 2013 [16] | + | + | + | + | - | - | + | - | + | + |
| Brennan et al 2015 [17] | + | - | - | + | + | + | + | + | - | + |
| żyluk et al 2018[18] | + | + | + | - | - | - | - | + | + | - |
| Pappu et al 2019[19] | - | - | - | - | - | - | - | + | + | + |
| Jubel et al. 2005 [20]. | + | + | + | + | - | - | - | - | + | - |
| Ghoneem et al 2016[21] | - | - | - | - | - | - | - | + | + | - |
| Yetkin et al 2017[22] | - | + | + | + | - | + | + | - | - | - |
| Jagdev et al 2017][23] | + | - | - | - | - | - | - | - | + | - |
| Naveed et al 2020 [24] | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Shrestha et al 2018 [25] | - | - | + | - | - | - | - | + | - | - |
| Sunil et al 2017[26] | - | - | - | - | - | - | - | + | - | + |
| IMRAN et al 2018 [27] | - | + | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Nombre d'études évaluant le variable | 16 | 14 | 15 | 9 | 6 | 10 | 10 | 17 | 10 | 9 |

+ : évalué.

- : non évalué.

III. La synthèse des données quantitatives.

1. Etude fonctionnelle.

1.1. Le DASH score.

Le score de DASH a été évalué dans 16 études, dans 6 études la valeur de score a été exprimée sans déviation standard. L'analyse statistique a été effectuée sur 10 études.

Tableau III : Données quantitatives de chaque technique opératoire en terme de DASH Score :

| Etude /année de publication | Type d'étude | Effectif | | DASH Score | | La valeur P |
|-----------------------------|---------------|----------|-----|---------------|---------------|-------------|
| | | PIN | LP | PIN | LP | |
| Hull et al 2010[3] | Rétrospective | 35 | 36 | 25,3(0-67) | 19(0-86) | 0,106 |
| Goehre et al 2014[4] | RCT | 19 | 21 | 5(0-11) | 6(0-20) | 0.05 |
| Karantana et al2013[5] | RCT | 64 | 66 | 12 ± 15 | 9 ± 12 | 0,313 |
| Bahari et al 2013[7] | RCT | 57 | 57 | 27.9 ± 16.4 | 24.5 ± 12.9 | 0.218 |
| McFadyen et al 2011[8] | RCT | 29 | 27 | 21.45±0 | 15.89±0 | 0.017 |
| Marcheix et al 2010[9] | RCT | 52 | 50 | 33±22 | 10±14 | 0.010 |
| Maire et al 2013[10] | Non -RCT | 23 | 28 | 19.7(0-29.55) | 10.7(0-40.97) | 0.035 |
| Rozental et al 2009[12] | RCT | 21 | 23 | 9 ± 18 | 4 ± 8 | 0.18 |
| Costa et al 2014[14] | RCT | 226 | 229 | 16.2±17.9 | 13±15.6 | 0,051 |
| Hollevoet et al 2007[15] | RCT | 20 | 20 | 13±20 | 14±16 | 0.55 |
| Tronci et al 2013[16] | Retrospective | 38 | 39 | 13.0 ± 17.1 | 9.0 ± 8.5 | 0.20 |
| Brennan et al 2015[17] | RCT | 167 | 151 | 12.04±17.3 | 11.9±13.4 | 0,28 |
| Jagdev et al 2017[23] | prospective | 21 | 24 | 7(0-87) | 17(0-82) | 0,0431 |
| żyluk et al l.2018[18] | RCT | 72 | 30 | 14(0-51) | 12(0-77) | 0,30 |
| Jubel et al. 2005[20] | Rétrospective | 26 | 29 | 17±17 | 17±13 | 0.7 |
| Naveed et al2020 [24] | RCT | 50 | 50 | 31.49±3.17 | 20.96±3.17 | p<0.001 |

a. Présentation graphique : (Figure 2).

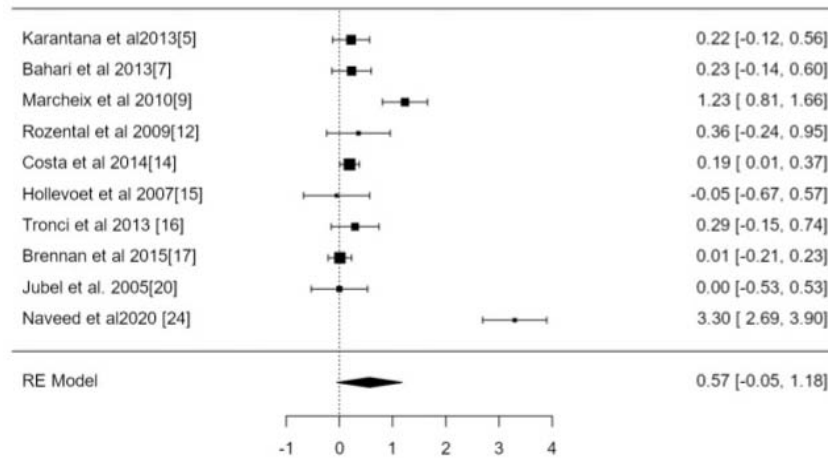


Figure 2 : Graphique en forêt : comparaison de DASH score entre l'embrochage et la plaque verrouillée

Il y avait une hétérogénéité significative parmi ces études ($I^2 = 96.57\%$, $p < 0.0001$). La majorité des estimations étant positives (80 %). Mais la méta-analyse avec un modèle à effet aléatoire n'a pas montré une différence statistiquement significative. Avec une différence moyenne standardisée DMS= 0,57 exprimée dans un intervalle de confiance à 95% allant de - 0,05 à 1,18 avec $p= 0.071$.

b. Evaluation du biais de publication : (Figure 3).

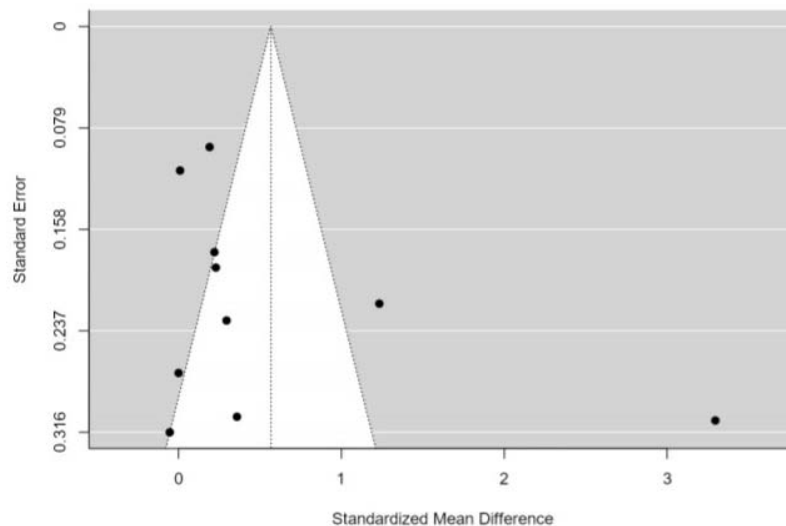


Figure 3 : Graphique en entonnoir des études incluses dans la méta-analyse

Ni le test des rangs de Begg, ni le Egger's test de la régression linéaire n'ont révélé d'asymétrie dans l'entonnoir ($p = 0,108$ et $p = 0,266$, respectivement).Ce qui montre l'absence de biais de publication.

1.2. la force de préhension.

La force de préhension a été évaluée dans 14 études :

- 12 études ont rapporté la force de préhension de la main récupérée en pourcentage de la force de préhension de la main saine.
- dans les 2 autres études les auteurs ont exprimé la force de préhension en kilogramme.

Tableau IV : Données quantitatives de chaque technique opératoire en terme de la force de préhension :

| Etude /année de publication | Type d'étude | Effectif | | la force de préhension | | La valeur P |
|-----------------------------|---------------|----------|----|------------------------|----------------|-------------|
| | | PIN | LP | PIN | LP | |
| Goehre et al 2014[4] | RCT | 19 | 21 | 88%(40-100%) | 88%(27-100%) | 0.87 |
| Karantana et al 2013[5] | RCT | 64 | 66 | 84 ± 19% | 95 ± 22% | 0.005 |
| Bahari et al 2013[7] | RCT | 57 | 57 | 81.5 ± 8.8% | 90.1 ± 7.0% | 0.001 |
| Marcheix et al 2010[9] | RCT | 52 | 50 | 58±24% | 70±21% | 0.010 |
| Maire et al 2013[10] | Non -RCT | 23 | 28 | 75.8% (32-120) | 76.4% (46-125) | 0.925 |
| Oshige et al 2007[11] | Non -RCT | 31 | 31 | 79%(5-84) | 97%(16-98) | 0.01 |
| Rozental et al 2009[12] | RCT | 21 | 23 | (60%) | (19%) | 0,57 |
| Dzaja et al 2013[13] | Retrospective | 20 | 24 | 20,6 kg±0 | 24.9 kg±0 | 0,13 |
| Hollevoet et al 2007[15] | RCT | 20 | 20 | 94%±40% | 82%±30% | 0.34 |
| Tronci et al 2013[16] | Retrospective | 38 | 39 | 86.6%±0 | 83.1%±0 | 0.44 |
| Yetkin et al 2017[22] | RCT | 15 | 15 | 44kg(10-55) | 46kg(25-60) | 0,748 |
| Żyluk et al.2018[18] | RCT | 72 | 30 | 69%(19-122) | 70% (31-110) | 0.82 |
| IMRAN et al 2018[27] | prospective | 30 | 30 | 60%±0 | 68%±0 | NE |
| Jubel et al. 2005[20] | Rétrospective | 26 | 26 | 84±17% | 87±19% | NE |

L'analyse statistique s'est avérée pas possible avec des critères de jugement mesurés différemment en %, ou kg, car l'analyse est basée sur l'homogénéité).

1.3. ROM : amplitude de mouvement.

Tableau V:Données quantitatives de chaque technique opératoire en termes de flexion.

15 études ont évalué la flexion: dans 6 études les auteurs ont exprimé la valeur de la flexion en pourcentage de la main récupérée par rapport à la main saine.et en degré dans 9 études .

| Etude /année de publication | Type d'étude | Effectif | | Flexion | | La valeur P |
|-----------------------------|---------------|----------|----|------------------|----------------|-------------|
| | | PIN | LP | PIN | LP | |
| Goehre et al 2014[14] | RCT | 19 | 21 | 80.5 ± 18.4% | 86.7 ± 14.7% | 0.05 |
| Karantana et al 2013[5] | RCT | 64 | 66 | 87 ± 16% | 88 ± 19% | 0.893 |
| Rozental et al 2009[12] | RCT | 21 | 23 | 72 ± 15° | 68 ± 14° | 0.42 |
| Bahari et al 2013[7] | RCT | 57 | 57 | 87.1±6.1% | 87.8±8.5% | 0.875 |
| Hollevoet et al 2007[15] | RCT | 20 | 20 | 86±15% | 90±8% | 0.63 |
| Lee et al 2011[6] | rétrospective | 31 | 31 | 50.0±10.7 °(72%) | 70.2±7.9°(99%) | 0.01 |
| Marcheix et al 2010[9] | RCT | 53 | 50 | 47±16° | 53±16° | 0.048 |
| Oshige et al 2007[11] | Non -RCT | 31 | 31 | 72%(30-70) | 88%(30-90) | 0.05 |
| Dzaja et al 2013[13] | Retrospective | 20 | 24 | 54°±1° | 59°±3° | 0.05 |
| Tronci et al 2013[16] | Retrospective | 38 | 39 | 70°±0 | 63°±0 | 0.05 |
| Yetkin et al 2017[22] | RCT | 15 | 15 | 72±1.3° | 73±0.95° | 0.704 |
| Jagdev et al 2017[23] | prospective | 21 | 24 | 66.15±7.94° | 71.02±7.99° | 0.0217 |
| żyluk et al.2018[18] | RCT | 72 | 30 | 66° (32-95°) | 68° (42-90°) | 0.44 |
| Shrestha et al2018[25] | prospective | 20 | 20 | 61.1±1.20° | 64.7±1.49° | 0.26 |
| Jubel et al2005[20] | Rétrospective | 26 | 29 | 82 ± 15% | 85 ± 11% | NE |

Tableau VII: Données quantitatives de chaque technique opératoire en termes d'extension.

15 études ont évalué l'extension : dans 6 études les auteurs ont exprimé la valeur de l'extension en pourcentage de la main récupérée par rapport à la main saine et en degré dans 9 études.

| Etude /année de publication | Type d'étude | Effectif | | Extension | | La valeur P |
|-----------------------------|---------------|----------|----|-----------------|-----------------|-------------|
| | | PIN | LP | PIN | LP | |
| Goehre et al 2014[4] | RCT | 19 | 21 | 85.4 ± 16.5% | 91.2 ± 14.0% | 0.05 |
| Karantana et al 2013[5] | RCT | 64 | 66 | 93 ± 18% | 93 ± 17% | 0.885 |
| Marcheix et al 2010[9] | RCT | 52 | 50 | 47±10° | 50±16° | 0.4 |
| Bahari et al 2013[7] | RCT | 57 | 57 | 87.1±6.1% | 87.8±8.5% | 0.875 |
| Oshige et al 2007[11] | Non -RCT | 31 | 31 | 97%±(43-100) | 98% (45-100) | 0.05 |
| Rozental et al 2009[12] | RCT | 21 | 23 | 66 ± 20° | 64±17° | 0.069 |
| Dzaja et al 2013[13] | Retrospective | 20 | 24 | 44°±3° | 55°±2° | 0.008 |
| Lee et al 2011[6] | rétrospective | 31 | 31 | 47.6±12.4°(77%) | 62.4±10.2°(98%) | 0.04 |
| Jagdev et al 2017[23] | prospective | 21 | 24 | 73.30±6.10° | 76.66±5.52° | 0.0217 |
| Hollevoet et al 2007[15] | RCT | 20 | 20 | 86± 15% | 90±8% | 0.63 |
| Tronci et al 2013[16] | Retrospective | 38 | 39 | 71°±0 | 70°±0 | 0.05 |
| Yetkin et al 2017[22] | RCT | 15 | 15 | 74.6± 1.5° | 76.3 ± 1.4° | 0.462 |
| Żyluk et al 2018[18] | RCT | 72 | 30 | 56°(20-90) | 59°(29-84) | 0.26 |
| Shrestha et al 2018[25] | prospective | 20 | 20 | 52.6 ± 2.5° | 64 ± 2.95° | 0.88 |
| Jubel et al. 2005[20] | Rétrospective | 26 | 29 | 84 ± 19% | 84 ± 22% | NE |

Tableau VII : Données quantitatives de chaque technique opératoire en matière de pronation.

15 études ont rapporté des données de la pronation: dans 7 études les auteurs ont exprimé la valeur de la pronation en pourcentage de la main récupérée par rapport à la main saine. et en degré dans 8 études.

| Etude /année de publication | Type d'étude | Effectif | | pronation | | La valeur P |
|-----------------------------|---------------|----------|----|---------------|----------------|-------------|
| | | PIN | LP | PIN | LP | |
| Goehre et al 2014[4] | RCT | 19 | 21 | 95.9 ± 6.5% | 96.1±5.9% | 0.05 |
| Karantana et al 2013[5] | RCT | 64 | 66 | 98 ± 6% | 95± 8% | 0.115 |
| Lee et al 2011[6] | rétrospective | 31 | 31 | 82.7±8.6(95%) | 83.1± 7.5(96%) | 0.71 |
| Marcheix et al 2010[9] | RCT | 52 | 50 | 78±5° | 77±5.8° | 0.8 |
| Bahari et al 2013[7] | RCT | 57 | 57 | 76.5± 7.7% | 91.8± 7.1% | 0.001 |
| Maire et al 2013[10] | Non -RCT | 23 | 28 | 97.8%(88-106) | 97.9%(82-100) | 0.941 |
| Oshige et al 2007[11] | Non -RCT | 31 | 31 | 100%(70-103) | 100%(80_103) | 0.05 |
| Rozental et al 2009[12] | RCT | 21 | 23 | 88±4° | 88±4° | 0.68 |
| Dzaja et al 2013[13] | Retrospective | 20 | 24 | 73.5°±5 | 75.9°±4 | 0.26 |
| Hollevoet et al 2007[15] | RCT | 20 | 20 | 98±6% | 97±8% | 0.35 |
| Tronci et al 2013[16] | Retrospective | 38 | 39 | 85°±0 | 84°±0 | 0.05 |
| Yetkin et al 2017[22] | RCT | 15 | 15 | 86.6±2.0° | 88.6±0.5° | 0.830 |
| Jagdev et al 2017[23] | prospective | 21 | 24 | 71.46±5.50° | 71.88±3.14° | 0.0126 |
| Shrestha et al 2018[25] | prospective | 20 | 20 | 76.45 ± 3.48° | 78.75 ± 1.40° | 0.015 |
| Jubel et al 2005[20] | Rétrospective | 26 | 29 | 99 ± 3.5% | 92 ± 22% | NE |

Tableau VIII : Données quantitatives de chaque technique opératoire en matière de supination.

15 études ont rapporté des données de la supination: dans 7 études les auteurs ont exprimé la valeur de la supination en pourcentage de la main récupérée par rapport à la main saine et en degré dans 8 études.

| Etude /année de publication | Type d'étude | Effectif | | supination | | La valeur P |
|-----------------------------|---------------|----------|----|---------------|----------------|-------------|
| | | PIN | LP | PIN | LP | |
| Goehre et al 2014[4] | RCT | 19 | 21 | 93.8 ±5.7% | 95.6±7.8% | 0.05 |
| Karantana et al2013[5] | RCT | 64 | 66 | 96 ± 7% | 95 ± 10% | 0.524 |
| Lee et al 2011[6] | rétrospective | 31 | 31 | 75.3±9.1(89%) | 84.6±9.1 (99%) | 0.12 |
| Bahari et al 2013[7] | RCT | 57 | 57 | 76.5 ±7.7% | 91.8±7.1% | 0.001 |
| Marcheix et al 2010[9] | RCT | 52 | 50 | 70±23° | 81±6.8° | 0.02 |
| Maire et al 2013[10] | Non -RCT | 23 | 28 | 96.2(67-120%) | 97.03(8-100%) | 0.775 |
| Oshige et al 2007[11] | Non -RCT | 31 | 31 | 100%(67-100) | 100%(69-100) | 0.05 |
| Rozental et al 2009[12] | RCT | 21 | 23 | 87 ± 9° | 88 ± 5° | 0.055 |
| Dzaja et al 2013[13] | Retrospective | 20 | 24 | 70°±2.5 | 63°±0.5 | 0.05 |
| Hollevoet et al 2007[15] | RCT | 20 | 20 | 98±6% | 97±8% | 0.35 |
| Tronci et al 2013[16] | Retrospective | 38 | 39 | 87°±0 | 87°±0 | 0.05 |
| Yetkin et al 2017[22] | RCT | 15 | 15 | 86±2.6° | 87±1.1° | 0.979 |
| Jagdev et al 2017[23] | prospective | 21 | 24 | 73.92±5.02° | 76.38±3.74° | 0.0126 |
| Shrestha et al 2018[25] | prospective | 20 | 20 | 68.1±3.69° | 71.9 ±1.65° | 0.075 |
| Jubel et al2005[20] | Rétrospective | 26 | 29 | 96 ± 8% | 90 ± 22% | NE |

Tableau IX: Données quantitatives de chaque technique opératoire en termes d'adduction.

L'adduction a été signalée dans 11 études : dans 3 études les auteurs ont exprimé la valeur de l'adduction en pourcentage de la main récupérée par rapport à la main saine et en degré dans 8 études.

| Etude /année de publication | Type d'étude | Effectif | | Adduction | | La valeur P |
|-----------------------------|---------------|----------|----|---------------|---------------|-------------|
| | | PIN | LP | PIN | LP | |
| Goehre et al 2014[14] | RCT | 19 | 21 | 86.7± 17.5% | 88.0 ± 15.2% | 0.05 |
| Lee et al 2011[6] | rétrospective | 31 | 31 | 30.1±7.9(62%) | 41.7±6.9(95%) | 0.03 |
| Rozental et al 2009[12] | RCT | 21 | 23 | 32 ± 7° | 40 ± 11° | 0.001 |
| Dzaja et al 2013[13] | Retrospective | 20 | 24 | 22.6°±1.1° | 24.7°±1° | 0.07 |
| Hollevoet et al 2007[15] | RCT | 20 | 20 | 89±18% | 90±17% | 0.98 |
| Tronci et al 2013[16] | Retrospective | 38 | 39 | 41°±0 | 42°±0 | 0.05 |
| Yetkin et al 2017[22] | RCT | 15 | 15 | 30.6 ±1.5° | 31.6±1.35° | 0.795 |
| Jagdev et al 2017[23] | prospective | 21 | 24 | 26.76±3.24° | 26.27±2.29° | 0.0029 |
| Żyluk et al.2018[18] | RCT | 72 | 30 | 36°(15-55) | 37°(24-52) | 0.55 |
| Shrestha et al 2018[25] | prospective | 20 | 20 | 68.1±3.69° | 71.9±1.65° | 0.075 |
| Jubel et al2005. [20] | Rétrospective | 26 | 29 | 87 ± 17% | 92 ± 13% | NE |

Tableau X : Données quantitatives de chaque technique opératoire en termes d'abduction

L'abduction a été signalée dans 11 études : dans 3 études les auteurs ont exprimé la valeur de l'abduction en pourcentage de la main récupérée par rapport à la main saine et en degré dans 8 études.

| Etude /année de publication | Type d'étude | Effectif | | abduction | | La valeur P |
|-----------------------------|---------------|----------|----|----------------|-----------------|-------------|
| | | PIN | LP | PIN | LP | |
| Goehre et al 2014[4] | RCT | 19 | 21 | 86.2 ± 21% | 81.5±24.2% | 0.05 |
| Lee et al 2011[6] | rétrospective | 31 | 31 | 22.5±9.6°(93%) | 24.1±8.8° (94%) | 0.67 |
| Rozental et al 2009[12] | RCT | 21 | 23 | 22 ± 10° | 28 ± 15° | 0.011 |
| Dzaja et al 2013[13] | Retrospective | 20 | 24 | 17.4±0.1° | 17.4±0.1° | 0.50 |
| Hollevoet et al2007[15] | RCT | 20 | 20 | 89±18% | 90±17% | 0.98 |
| Tronci et al 2013[16] | Retrospective | 38 | 39 | 25°±0 | 20°±0 | 0.05 |
| Yetkin et al 2017[22] | RCT | 15 | 15 | 25.6 ± 1.1° | 26.0 ± 1.1° | 0.877 |
| Jagdev et al 2017[23] | prospective | 21 | 24 | 16.53±1.98° | 17.94±1.92° | 0.0029 |
| Żyluk et al.2018[18] | RCT | 72 | 30 | 25°(11-41) | 24°(8-48) | 0.94 |
| Shrestha et al 2018[25] | prospective | 20 | 20 | 8.45±0.51° | 9.3±0.47° | 0.09 |
| Jubel et al2005. [20] | Rétrospective | 26 | 29 | 86 ± 22% | 83 ± 22% | NE |

Résultat de l'analyse statistique:

Pour l'amplitude de mouvement l'analyse statistique s'est avérée pas possible avec des critères de jugement mesurés différemment en %, ou °, car la méta-quantitative est basée essentiellement sur l'homogénéité des données extraites des études.

2. Etude radiologique:

2.1. l'angle d'antéversion.

Tableau XI : Données quantitatives de chaque technique opératoire en termes de l'angle d'antéversion.

Les données sur l'angle d'antéversion ont été fournies dans 9 articles, il est exprimé en degré .3 études ont rapporté la valeur de cet index radiologique sans déviation standard.

| Etude /année de publication | Type d'étude | Effectif | | l'angle d'antéversion | | La valeur P |
|-----------------------------|---------------|----------|-----|-----------------------|-------------|-------------|
| | | PIN | LP | PIN | LP | |
| Karantana et al 2013[5] | RCT | 64 | 66 | 2±10° | 8± 6° | 0.001 |
| Marcheix et al 2010[9] | RCT | 52 | 50 | 4±11° | 1±7° | 0.2 |
| Maire et al 2013[10] | Non -RCT | 23 | 28 | 5.95(-6-22°) | 8.23(0-24°) | 0.2491 |
| Rozental et al 2009[12] | RCT | 21 | 23 | 5±5° | 3±4° | 0.07 |
| Hollevoet et al 2007[15] | RCT | 20 | 20 | 24±17° | 21±19° | 0.53 |
| Tronci et al 2013[16] | Retrospective | 38 | 39 | 3.7°±0 | 5.2°±0 | 0,03 |
| Brennan et al 2015[17] | RCT | 167 | 151 | 1,7°±0 | 4,2°±0 | 0.07 |
| Yetkin et al 2017[22] | RCT | 15 | 15 | 1.62°±2.23 | 7.1°±1.21 | 0.038 |
| Jubel et al2005. [20] | Rétrospective | 26 | 29 | 7.4±4.7° | 11.3±3.8° | 0.004 |

a. Présentation graphique :(Figure 4)

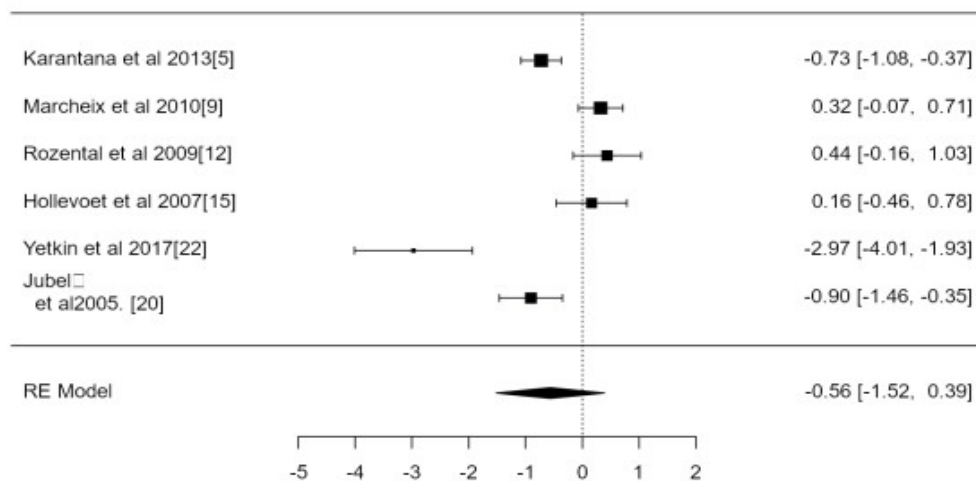


Figure 4 : Graphique en forêt : comparaison de l'angle d'antéversion entre l'embrochage et la plaque verrouillée

Il y avait une hétérogénéité significative parmi ces études ($I^2 = 94.96\%$ $p < 0.0001$).

La méta-analyse n'a pas montré une différence significative pour les deux techniques avec :

DMS= $-0,56$ [$-1,52$; $0,39$] avec $p = 0.247$

b. Evaluation du biais de publication : (Figure 5).

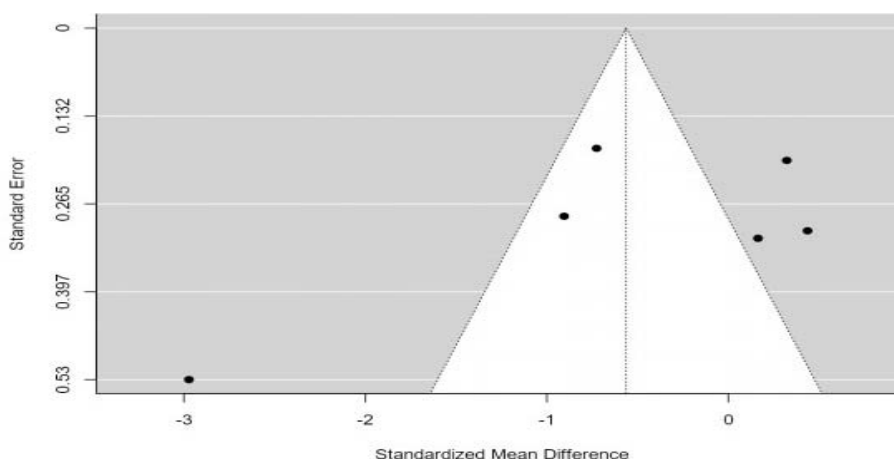


Figure 5 : Graphique en entonnoir des études incluses dans la méta-analyse.

Le test de la régression linéaire ou Egger's test indique une asymétrie avec ($p=0.042$).mais le test des rangs ou Begg's test objective l'absence de biais de publication avec $p=0.719$.

2.2. la variance ulnaire.

Tableau XII : Données quantitatives de chaque technique opératoire en termes de la variance ulnaire

Les données sur la variance ulnaire ont été fournies dans 6 articles .exprimées en mm dans 3 essais la valeur de cet index radiologique est rapportée sans déviation stantard.

| Etude /année de publication | Type d'étude | Effectif | | la variance ulnaire | | La valeur P |
|-----------------------------|--------------|----------|-----|---------------------|-----------------|-------------|
| | | PIN | LP | PIN | LP | |
| Marcheix et al 2010[9] | RCT | 52 | 50 | 2 ± 2 mm | 2 ± 2 mm | 0.1 |
| Maire et al 2013[10] | Non -RCT | 23 | 28 | $1.16(-2-2$ mm) | $0.95(-2-2$ mm) | 0.00008 |
| Oshige et al 2007[11] | Non -RCT | 31 | 31 | 2 ± 3 mm | 1 ± 4 mm | 0.02 |
| Hollovoet etal2007[15] | RCT | 20 | 20 | 0 ± 2 mm | -2 ± 3 mm | 0.04 |
| Brennan et al 2015[17] | RCT | 167 | 151 | $0,1 \pm 0$ mm | $-0,5 \pm 0$ mm | 0.04 |
| IMRAN et al 2018[27] | prospective | 30 | 30 | 2 ± 0 mm | 1 ± 0 mm | NE |

On n'a pas pu interpréter le résultat avec une DMS=0

2.3. la pente radiale.

Tableau XIII : Données quantitatives de chaque technique opératoire en termes de la pente radiale

La pente radiale a été évaluée en degré dans 10 études, 2 études ont signalé la valeur de cet index radiologique sans déviation standard.

| Etude /année de publication | Type d'étude | Effectif | | la pente radiale | | La valeur P |
|-----------------------------|---------------|----------|-----|------------------|------------|-------------|
| | | PIN | LP | PIN | LP | |
| Goehre et al 2014[4] | RCT | 19 | 21 | 22±4° | 20±4° | 0.01 |
| Karantana et al 2013[5] | RCT | 64 | 66 | 23±4° | 24±4° | 0.636 |
| Lee et al 2011[6] | Rétrospective | 31 | 31 | 14.4±7.6° | 22.0±3.7° | 0.04 |
| Marcheix et al 2010[9] | RCT | 53 | 50 | 23±5° | 22±4° | 0.3 |
| Oshige et al 2007[11] | Non -RCT | 31 | 31 | 22±5° | 22±5° | 0.05 |
| Rozental et al 2009[12] | RCT | 21 | 23 | 21±4° | 21±3° | 0,99 |
| Hollevoet et al 2007[15] | RCT | 20 | 20 | 4±6° | 7±6° | 0.21 |
| Brennan et al 2015[17] | RCT | 167 | 151 | 21,3°±0 | 22,1°±0 | 0.03 |
| Yetkin et al 2017[22] | RCT | 15 | 15 | 23.5±1.3 | 22.5±1.07° | 0.57 |
| IMRAN et al 2018[27] | prospective | 30 | 30 | 18°±0 | 22°±0 | NE |

a. Présentation graphique : (Figure 6).

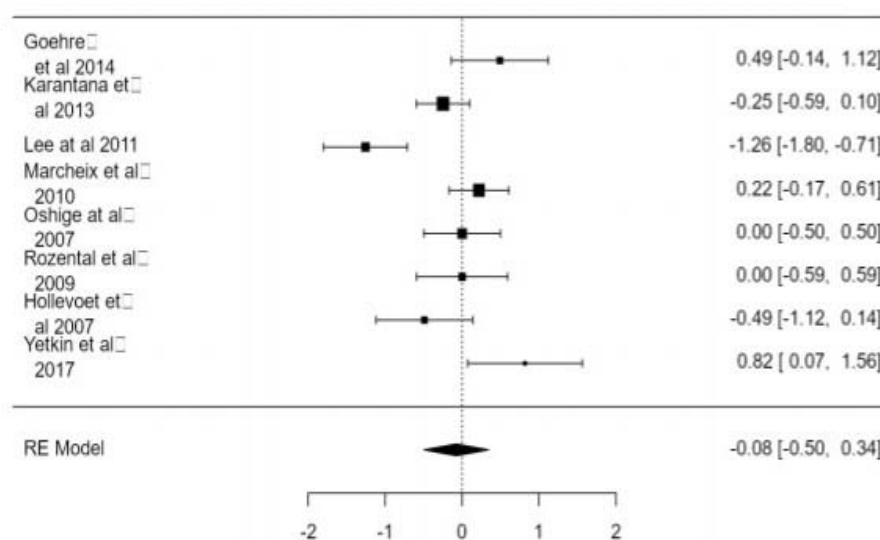


Figure 6: Comparaison de la pente radiale entre l'embrochage et la plaque verrouillée

Il y avait une hétérogénéité significative parmi ces études ($I^2 = 81.0331\%$ $p < 0.0001$).

La méta-analyse n'a pas montré une différence significative pour les deux techniques avec :

DMS= -0,08 [-0,50 ; 0,34] $p = 0.723$.

b. Evaluation du biais de publication : (Figure 7).

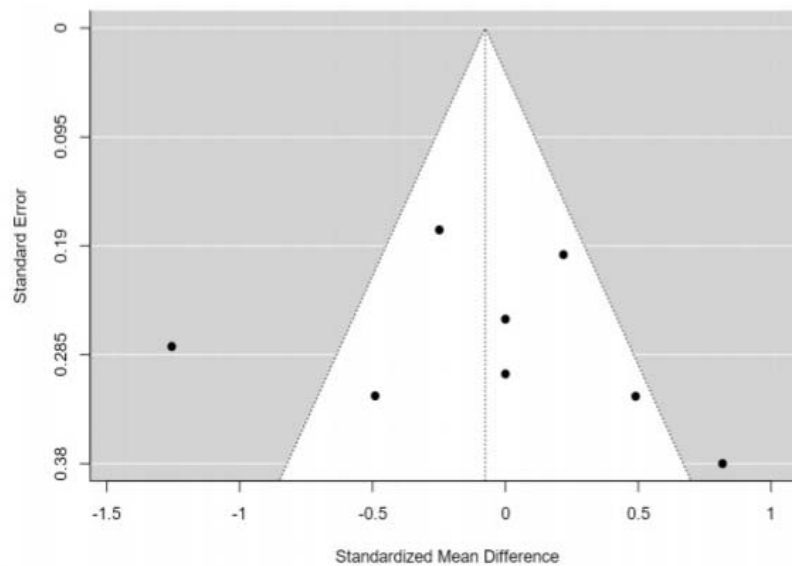


Figure 7 : Graphique en entonnoir des études incluses dans la méta-analyse.

Ni le Begg's funnel plot, ni le Egger's test n'ont révélé d'asymétrie dans l'entonnoir ($p = 0,399$ et $p = 0,495$, respectivement). Ce qui montre l'absence de biais de publication.

2.4. la longueur radiale.

Tableau XIV:Données quantitatives de chaque technique opératoire en termes de la longueur radiale.

La longueur radiale a été évaluée en mm dans 10 études, 4 études ont rapporté la valeur de cet index radiologique sans déviation standard.

| Etude /année de publication | Type d'étude | Effectif | | la longueur radiale. | | La valeur P |
|-----------------------------|---------------|----------|-----|----------------------|------------|-------------|
| | | PIN | LP | PIN | LP | |
| Goehre et al 2014[4] | RCT | 19 | 21 | 1 ±0.1mm | 1 ±0.1mm | 0.01 |
| Karantana et al2013[5] | RCT | 64 | 66 | 9 ± 3mm | 10± 2mm | 0.029 |
| Lee et al 2011[6] | rétrospective | 31 | 31 | 2±1.7 mm | 0.5±0.9 mm | 0.001 |
| Marcheix et al 2010[9] | RCT | 53 | 50 | 11±2 mm | 11±2 mm | 0.8 |
| Dzaja et al 2013[13] | Retrospective | 20 | 24 | 0.97±0mm | 0.25±0mm | 0.018 |
| Rozental et al 2009[12] | RCT | 21 | 23 | 11±2mm | 11±2mm | 0.85 |
| Tronci et al 2013[16] | Retrospective | 38 | 39 | 10.3±0mm | 10.3±0mm | 0.49 |
| Brennan et al 2015[17] | RCT | 167 | 151 | 10.4±0mm | 10.9±0mm | 0.01 |
| Yetkin et al 2017[22] | RCT | 15 | 15 | 8.09±0.7 mm | 9.2±0.9 mm | 0.339 |
| IMRAN et al 2018[27] | prospective | 30 | 30 | 7±0mm | 10±0mm | NE |

a. **Présentation graphique : (Figure 8).**

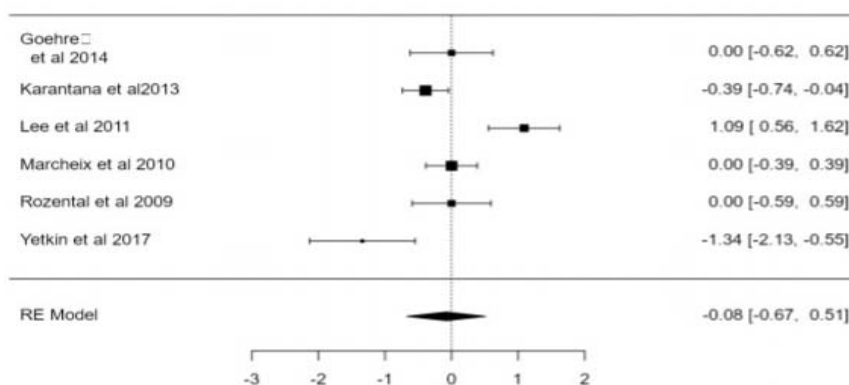


Figure 8:Graphique en forêt : comparaison de la longueur radiale entre l'embrochage et la plaque verrouillée

Il y avait une hétérogénéité significative parmi ces études ($I^2 = 87.7154\%$ $p < 0.0001$).

La méta-analyse n'a pas montré une différence significative pour les deux techniques avec : DMS= -0,08 [-0,67 ; 0,51] avec $p = 0.786$

b. Evaluation du biais de publication : (Figure 9).

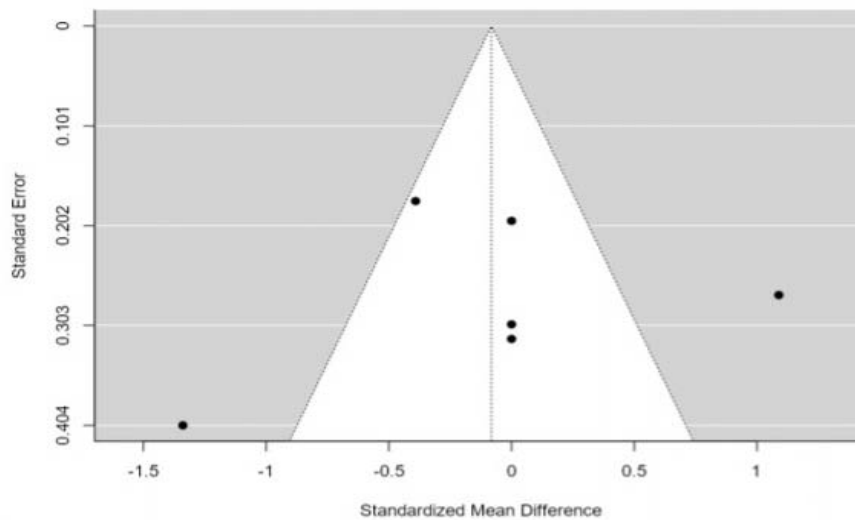


Figure 9 : Graphique en entonnoir des études incluses dans la méta-analyse.

Ni le Begg's funnel plot ou test des rangs, ni le Egger's test de régression linéaire n'ont révélé d'asymétrie dans l'entonnoir ($p = 0,469$ et $p = 0,429$, respectivement). Ce qui infirme l'existence de biais de publication.

3. Synthèse des complications :

3.1. l'infection : (Tableau XV).

17 études ont fourni des données sur l'infection postopératoire secondaires à l'embrochage ou à la plaque verrouillée. Il y avait 71 cas d'infection observés parmi les 910 patients opérés par embrochage, et 24 parmi les 866 patients opérés par plaque verrouillée. Aucune étude n'a mentionné le germe responsable ni la famille d'antibiotique prescrite. Mais ayant en commun une bonne amélioration sous traitement antibiotique et ablation du matériel.

Tableau XV : Données quantitatives de chaque technique opératoire en termes d'infection.

| Etude /année de publication | Type d'étude | Effectif | | Effectif d'infection | |
|-----------------------------|---------------|----------|-----|----------------------|----|
| | | PIN | LP | PIN | LP |
| Oshige et al 2007[11] | Non -RCT | 31 | 31 | 4 | 0 |
| Maire et al 2013[10] | Non -RCT | 23 | 28 | 4 | 0 |
| McFadyen al2011[8] | RCT | 29 | 27 | 5 | 0 |
| Dzaja et al 2013[13] | Retrospective | 20 | 24 | 1 | 0 |
| Hollevoet et 2007[16] | RCT | 20 | 20 | 3 | 1 |
| Rozental etal2009[12] | RCT | 21 | 23 | 3 | 0 |
| Hull et al 2010[3] | Rétrospective | 35 | 36 | 4 | 2 |
| Karantana al2013[5] | RCT | 64 | 66 | 5 | 2 |
| Lee et al 2011[6] | rétrospective | 31 | 31 | 2 | 1 |
| Marcheix et 2010[9] | RCT | 53 | 50 | 3 | 0 |
| Costa et al2014[14] | RCT | 230 | 231 | 19 | 13 |
| Brennan et al 2015[17] | RCT | 167 | 151 | 7 | 4 |
| Ghonem et al2016[21] | RCT | 13 | 17 | 1 | 0 |
| żyluk et al.2018[18] | RCT | 72 | 30 | 0 | 1 |
| Sunil H et al 2017[26] | rétrospective | 50 | 50 | 5 | 0 |
| Pappu et al 2019[19] | prospective | 31 | 31 | 3 | 0 |
| Shrestha et al 2018[25] | prospective | 20 | 20 | 2 | 0 |

a. Présentation graphique : (Figure 10).

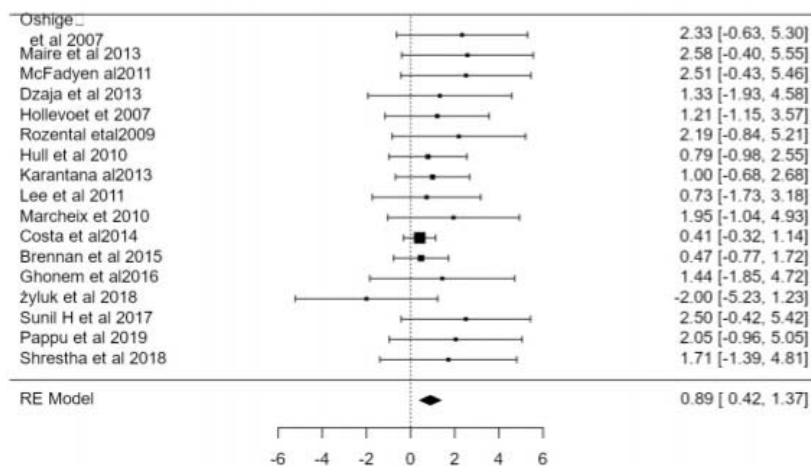


Figure 10: Graphique en forêt : Comparaison de la survenue de l'infection entre l'embrochage et la plaque verrouillée.

Le test d'hétérogénéité avec modèle à effets aléatoires n'est pas significatif avec ($P=0.749$; $I^2 =2.04\%$). La méta-analyse a montré que l'incidence de l'infection était statistiquement plus élevée dans le groupe embrochage que dans le groupe plaque verrouillée (RR : 0.89 [0.42; 1.37]; $P <0.001$).

b. Evaluation du biais de publication : (Figure 11).

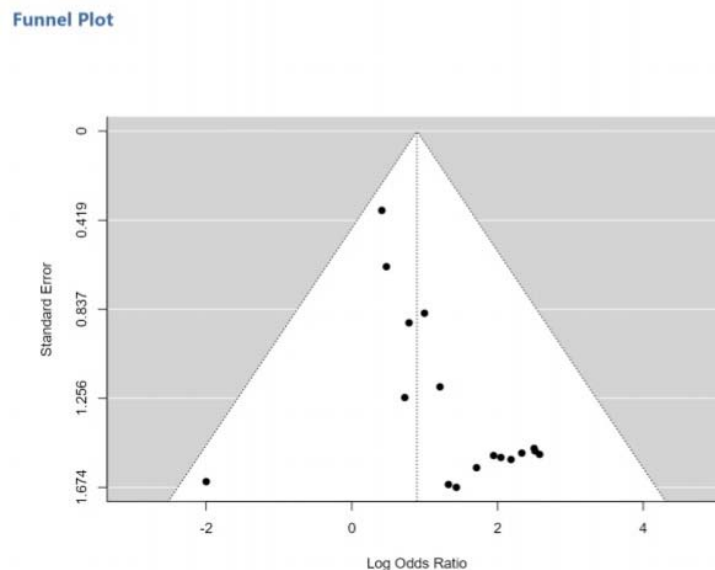


Figure 11 : Graphique en entonnoir des études incluses dans la méta-analyse.

Le test de la régression linéaire ou Egger's test indique une asymétrie avec $p=0.031$, mais le test des rangs ou Begg's test objective l'absence de biais de publication avec $p=0.393$.

3.2. Algodystrophie ou SDRC.

Dix études ont rapporté le SDRC secondaires à l'embrochage ou à la plaque verrouillée. Le SDRC est observé dans 20 cas des 317 patients opérés par embrochage, contre 3 cas des 292 patients opérés par plaque verrouillée. dans l'étude zyluk et al.2018 [18], les 2 patients qui ont développés une algodystrophie sont traités :

Un patient par injection intramusculaire de la calcitonine et l'autre traité par perfusion intraveineuse de mannitol /dexaméthasone. Les deux patients ont bien guéri mais la durée et la dose de traitement ne sont pas mentionnées.

Tableau XVII : Données quantitatives de chaque technique opératoire en termes d'algodystrophie.

| Etude /année de publication | Type d'étude | Effectif | | Effectif d'algodystrophie | |
|-----------------------------|---------------|----------|----|---------------------------|----|
| | | PIN | LP | PIN | LP |
| Maire et al 2013[10] | Non -RCT | 23 | 28 | 2 | 0 |
| Dzaja et al 2013[13] | Retrospective | 20 | 24 | 1 | 0 |
| Hollevoet et 2007[15] | RCT | 20 | 20 | 2 | 1 |
| Tronci et al 2013[16] | Retrospective | 38 | 39 | 1 | 0 |
| Marcheix et 2010[9] | RCT | 53 | 50 | 5 | 1 |
| Ghonem et al2016[21] | RCT | 13 | 17 | 1 | 0 |
| Jagdev et al 2017[23] | prospective | 21 | 24 | 1 | 0 |
| Żyluk et al.2018[18] | RCT | 72 | 30 | 2 | 0 |
| Pappu et al 2019[19] | prospective | 31 | 31 | 3 | 0 |
| Jubel et al2005. [20] | Rétrospective | 26 | 29 | 2 | 1 |

a. Présentation graphique : (Figure 12).

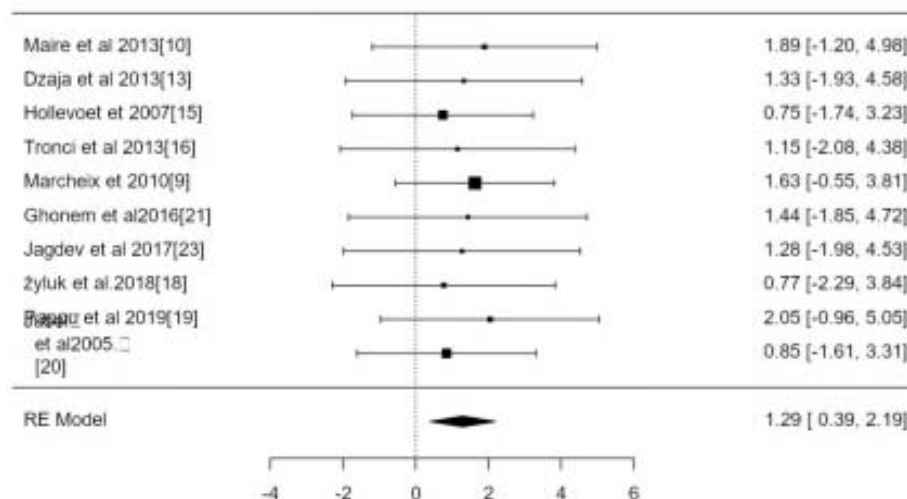


Figure 12:Graphique en forêt : Comparaison de la survenue d'algodystrophie entre l'embrochage et la plaque verrouillée.

Le test d'hétérogénéité ne trouve aucune preuve d'hétérogénéité ($P= 1$; $I^2= 0\%$) La méta-analyse en utilisant un modèle à effets aléatoire a montré que l'embrochage est pourvoyeur d'un grand nombre d'atteinte par le SDRC par rapport à la plaque verrouillée avec une différence statistiquement significative. (RR=1.29 ; CI : [0.39; 2.19] $p=0.005$).

b. Evaluation du biais de publication : (Figure 13).

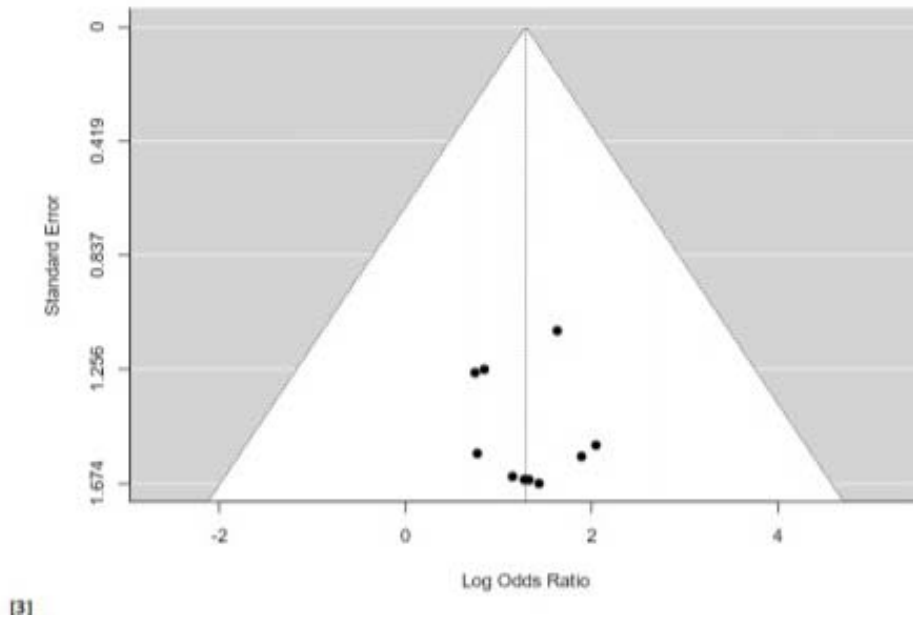


Figure 13 : Graphique en entonnoir des études incluses dans la méta-analyse.

Ni le Begg's funnel plot, ni le Egger's test n'ont révélé d'asymétrie dans l'entonnoir ($p = 0,484$ et $p = 0,896$ respectivement). Ce qui montre l'absence de biais de publication.

3.3. syndrome du canal carpien.

Les données sur le SCC ont été signalées dans 9 études. Le SCC a été observé chez 22 patients parmi les 441 qui ont subi un embrochage et chez 20 patients sur 433 qui ont bénéficié de plaque verrouillée. Dans l'étude McFadyen al2011 [8] et Karantana al2013 [5] les patients qui ont développé un syndrome de canal carpien ont été réopérés pour décompression du nerf médian avec retrait de matériel douloureux.les autres études n'ont pas précisé le traitement.

Tableau XVII : Données quantitatives de chaque technique opératoire en termes du syndrome du canal carpien.

| Etude /année de publication | Type d'étude | Effectif | | Effectif de syndrome du canal carpien | |
|-----------------------------|---------------|----------|-----|---------------------------------------|----|
| | | PIN | LP | PIN | LP |
| Maire et al 2013[10] | Non -RCT | 23 | 28 | 0 | 1 |
| McFadyen al2011 [8] | RCT | 29 | 27 | 1 | 0 |
| Hollevoet et 2007[15] | RCT | 20 | 20 | 2 | 1 |
| Tronci et al 2013[16] | Retrospective | 38 | 39 | 1 | 2 |
| Karantana al2013 [5] | RCT | 64 | 66 | 2 | 4 |
| Goehre et al 2014[4] | RCT | 19 | 21 | 2 | 3 |
| Brennan et al 2015[17] | RCT | 167 | 151 | 8 | 6 |
| Sunil H et al 2017[26] | Rétrospective | 50 | 50 | 5 | 3 |
| Pappu et al 2019[19] | prospective | 31 | 31 | 1 | 0 |

a. Présentation graphique : (Figure 14).

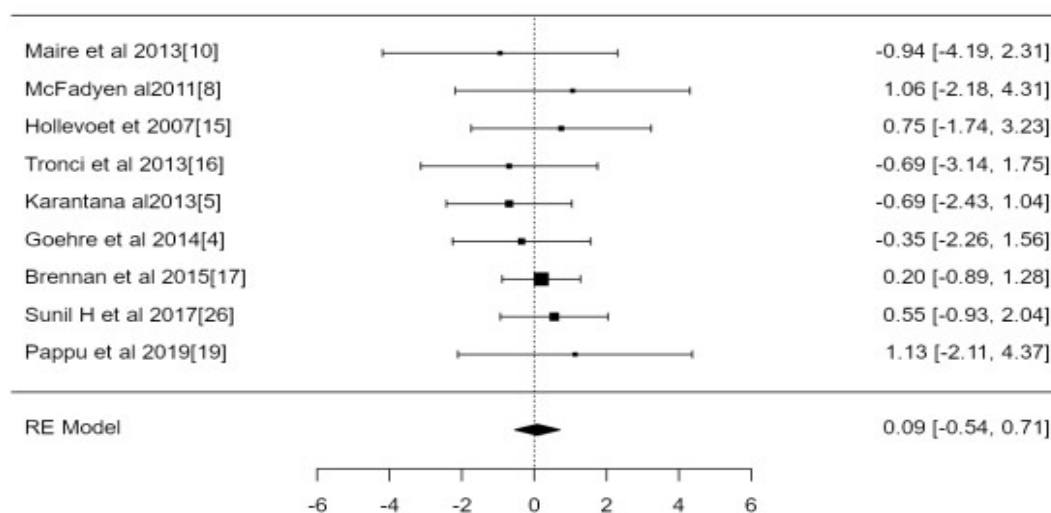
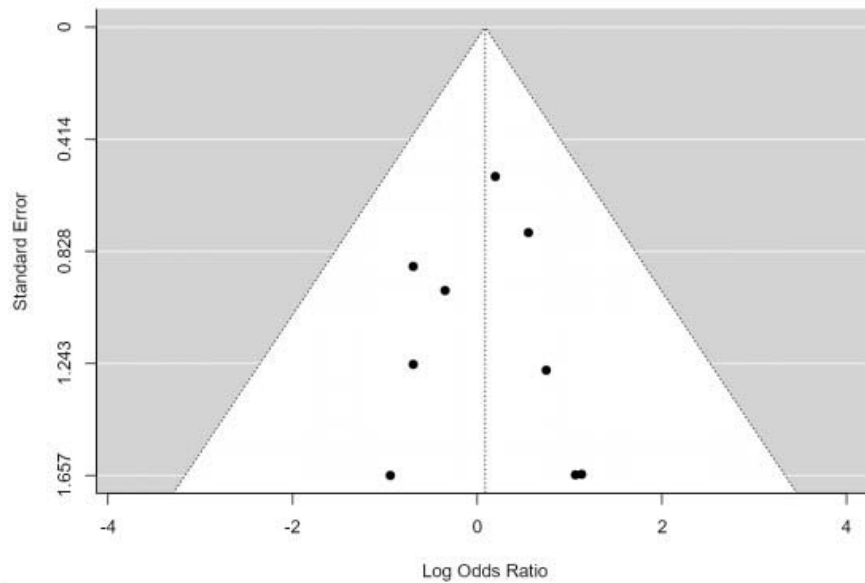


Figure 14:Graphique en forêt : Comparaison de la survenue du syndrome du canal carpien.entre l'embrochage et la plaque verrouillée.

Il n'y avait aucune preuve statistique d'hétérogénéité ($P=0,922$; $I^2= 0\%$), le modèle à effet aléatoire a montré l'absence de différence statistiquement significative des incidences de SCC dans les deux interventions (RR : 0.09 [-0.54; 0.71] ; $p = 0,791$)

b. Evaluation du biais de publication : (Figure 15).



[3]

Figure 15:Graphique en entonnoir des études incluses dans la méta-analyse.

Ni le Begg's funnel plot, ni le Egger's test n'ont révélé d'asymétrie dans l'entonnoir ($p = 0,919$ et $p = 0,996$, respectivement). Ce qui infirme l'existence de biais de publication.

Tableau XVIII : Récapitulation :

| Critère du jugement | Résultats |
|--------------------------|--|
| DASH score | <p>Il y avait une hétérogénéité significative parmi ces études ($I^2 = 96.57\%$, $p < 0.0001$). La majorité des estimations étant positives (80 %). Mais la méta-analyse avec un modèle à effet aléatoire n'a pas montré une différence statistiquement significative. Avec (DMS= 0,57 [-0,05 ; 1,18] $p = 0.071$). Ni le Begg's funnel plot, ni le Egger's test n'ont révélé d'asymétrie dans l'entonnoir ($p = 0,108$ et $p = 0,266$, respectivement). Ce qui montre l'absence de biais de publication</p> |
| La force de préhension | <p>La force de la préhension a été évaluée dans 14 études -12 études ont rapporté la force de la préhension dans la main récupérée en pourcentage de la force de préhension dans la main saine. - dans les 2 autres études les auteurs ont exprimé la force de préhension en kilogramme. L'analyse statistique s'est avérée pas possible avec des critères du jugement mesurés différemment en %, ou kg.car l'analyse est basée essentiellement sur l'homogénéité.</p> |
| L'amplitude de mouvement | <p>L'amplitude de mouvement :</p> <ul style="list-style-type: none"> -15 études ont évalué la flexion_extension : dans 6 études les auteurs ont exprimé la valeur de la flexion en pourcentage de la main récupérée par rapport à la main saine.et en degré dans 9 études -15 la prono-supination : dans 7 études les auteurs ont exprimé la valeur de la pronosupination en pourcentage de la main récupérée par rapport à la main saine.et en degré dans 8 études -11 l'adduction et l'abduction : dans 3études les auteurs ont exprimé la valeur de l'adduction -abduction en pourcentage de la main récupérée par rapport à la main saine.et en degré dans 8études <p>L'analyse statistique s'est avérée pas possible avec des critères du jugement mesurés différemment en %, ou ° .car la méta_quantitative est basée sur l'homogénéité des données extraites des études.</p> |
| L'angle d'antéversion | <p>Il y avait une hétérogénéité significative parmi ces études ($I^2 = 94.96\%$ $p < 0.0001$).La méta-analyse n'a pas montré une différence significative pour les deux techniques avec : DMS= -0,56[-1,52 ; 0,39] $p = 0.247$. Le test de la régression linéaire ou Egger's test indique une asymétrie avec ($p = 0.042$).mais le test des rangs ou Begg's test objective l'absence de biais de publication avec $p = 0.719$.</p> |
| La pente radiale | <p>Il y avait une hétérogénéité significative parmi ces études ($I^2 = 81.0331\%$ $p < 0.0001$). La méta-analyse n'a pas montré une différence significative pour les deux techniques avec : DMS= -0,08 [-0,50 ; 0,34] $p = 0.723$. Ni le Begg's funnel plot, ni le Egger's test n'ont révélé d'asymétrie dans l'entonnoir ($p = 0,399$ et $p = 0,495$, respectivement). Ce qui montre l'absence de biais de publication.</p> |

Tableau XVIII : Récapitulation : "suite"

| Critère du jugement | Résultats |
|---------------------|--|
| La longueur radiale | <p>Il y avait une hétérogénéité significative parmi ces études ($I^2 = 87.7154\%$ $p < 0.0001$). La méta-analyse n'a pas montré une différence significative pour les deux techniques avec : $DMS = -0,08 [-0,67 ; 0,51]$ $p = 0.786$.</p> <p>Ni le Begg's funnel plot ou test des rangs, ni le Egger's test de la régression linéaire n'ont révélé d'asymétrie dans l'entonnoir ($p = 0,469$ et $p = 0,429$, respectivement). Ce qui infirme l'existence de biais de publication.</p> |
| L'infection | <p>17 études ont fourni des données sur l'infection postopératoire secondaires à l'embrochage ou à la plaque verrouillée. Il y avait 71 cas d'infection observés parmi les 910 patients opérés par embrochage, et 24 parmi les 866 patients opérés par plaque verrouillée. Le test d'hétérogénéité avec modèle à effet aléatoires n'est pas significatif avec ($P=0.749$; $I^2 = 2.04\%$). La méta-analyse a montré que l'incidence de l'infection était statistiquement plus élevée dans le groupe embrochage que dans le groupe plaque verrouillée ($RR : 0.89 [0.42 ; 1.37]$; $P < 0.001$).</p> <p>Le test de régression linéaire ou Egger's test indique une asymétrie avec ($p=0.031$). Mais le test des rangs ou Begg's test objective l'absence de biais de publication avec $p=0.393$.</p> |
| Le SDRC | <p>dix études ont rapporté le SDRC secondaires à l'embrochage ou à la plaque verrouillée. le SDRC est observé dans 20 cas des 317 patients opérés par embrochage, contre 3 cas des 292 patients opérés par plaque verrouillée. Les tests d'hétérogénéité ne trouvent aucune preuve d'hétérogénéité ($P= 1$; $I^2= 0\%$) La méta-analyse en utilisant un modèle des effet aléatoire a montré que l'embrochage est pourvoyeur d'un grand nombre d'atteinte par le SDRC par rapport à la plaque verrouillée avec une différence statistiquement significative. ($RR=1.29 : [0.39 ; 2.19]$ $p=0.005$).</p> <p>Ni le Begg's funnel plot, ni le Egger's test n'ont révélé d'asymétrie dans l'entonnoir ($p = 0,484$ et $p = 0,896$ respectivement). Ce qui montre l'absence de biais de publication.</p> |
| Le SCC | <p>Les données sur le SCC ont été signalées dans 9 études. Le SCC a été observée chez 22 patients parmi les 441 qui ont été opéré par embrochage et chez 20 patients sur 433 qui ont bénéficié de plaque verrouillée. Il n'y avait aucune preuve statistique d'hétérogénéité ($P=0,922$; $I^2= 0\%$), le modèle à effet aléatoire a montré l'absence de différence statistiquement significative des incidences de SCC dans les deux interventions ($RR : 0.09 [-0.54 ; 0.71]$; $p = 0,791$)</p> <p>Ni le Begg's funnel plot, ni le Egger's test n'ont révélé d'asymétrie dans l'entonnoir ($p = 0,919$ et $p = 0,996$, respectivement). Ce qui infirme l'existence de biais de publication.</p> |



DISCUSSION



I. BIOMECANIQUE ARTICULAIRE : [28]

Le poignet représente un ensemble fonctionnel difficilement dissociable, permettant à la main, segment effecteur, de se présenter dans la position optimale pour la préhension.

Le complexe articulaire du poignet comporte donc deux articulations: l'ensemble radio-carpien et la radio-ulnaire. Ainsi le poignet se comportera comme une articulation à 3° de liberté, permettant à la main de s'orienter sous n'importe quel angle pour saisir ou soutenir un objet.

1. Le complexe radio-carpien :

Comprenant en réalité l'articulation radio-carpienne et médio-carpienne, il possède deux axes et 2° de liberté : dans le plan frontal (l'inclinaison) et dans le plan sagittal (flexion extension). La stabilité de ces mouvements est assurée par l'appareil ligamentaire.

1.1. La stabilisation dans le plan frontal :

La glène anté-brachiale regarde en bas et en dedans, formant avec l'horizontale un angle de 25 à 30°. Sous la pression des forces musculaires longitudinales, le carpe en rectitude a donc tendance à glisser en haut et en dedans, créant ainsi une instabilité.

La position neutre est atteinte donc en adduction (30°), avec un recentrage du condyle carpien sous la glène par le hauban musculaire. Or, cette position en légère adduction est la position naturelle du poignet, la position de fonction, qui coïncide donc avec sa stabilité maximale.

1.2. La stabilisation dans le plan sagittal :

La glène orientée en bas et en avant de 10 à 15° crée une tendance naturelle à l'instabilité. En rectitude, la tension des ligaments postérieurs et antérieurs est équilibrée : le condyle est stabilisé sous la glène. Par contre en extension, la tendance à l'échappée du condyle

carpien est renforcée. La face profonde des ligaments antérieurs comprime alors le lunatum et le grand os, en haut et en arrière, provoquant ainsi le recentrage et la stabilisation du condyle carpien, et réalisant une tension ligamentaire et une compression articulaire maximale.

2. Définition des mouvements :

Les mouvements du poignet s'effectuent autour de deux axes : L'axe transversal conditionne les mouvements de flexion-extension (**figure 16**).

- La flexion : la face palmaire de la main se rapproche de la face antérieure de l'avant-bras. Son amplitude se mesure à partir de la position de référence, le poignet en rectitude et la face dorsale de la main située dans le prolongement de la face postérieure de l'avant-bras, elle est de 85°
- L'extension: la face dorsale de la main se rapproche de la face postérieure de l'avant-bras, elle est de 85°.
- L'adduction (inclinaison ulnaire) : la main se rapproche de l'axe du corps et son bord ulnaire forme avec le bord interne de l'avant-bras un angle obtus ouvert en dedans. Son amplitude se mesure à partir de la position de référence, l'axe de l'avant-bras passant par la 3ème colonne, elle est de 45°. L'amplitude de ces mouvements sera, cependant, influencée par le degré de relâchement des ligaments du carpe.

L'axe antéropostérieur conditionne les mouvements d'abduction et d'adduction (**Figure 17**)

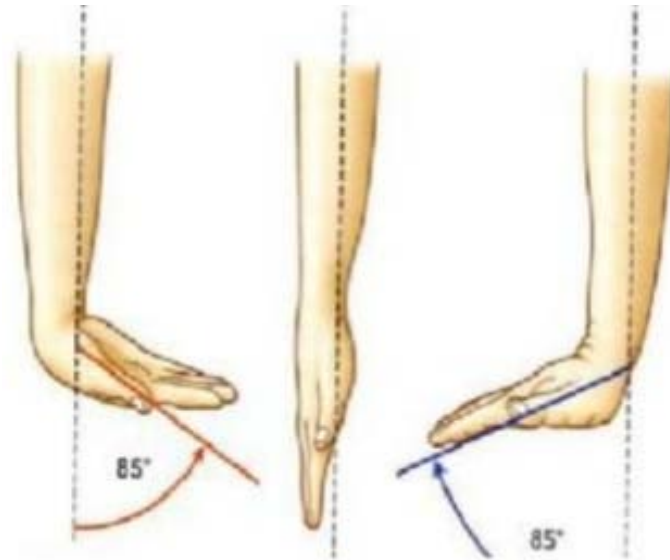


Figure 16: Amplitude des mouvements du poignet dans l'axe transversal[28]

–L'abduction (inclinaison radiale) : la main s'éloigne de l'axe du corps et son bord radial forme avec le bord externe de l'avant-bras un angle obtus et ouvert en dehors. Son amplitude ne dépasse pas 15°.

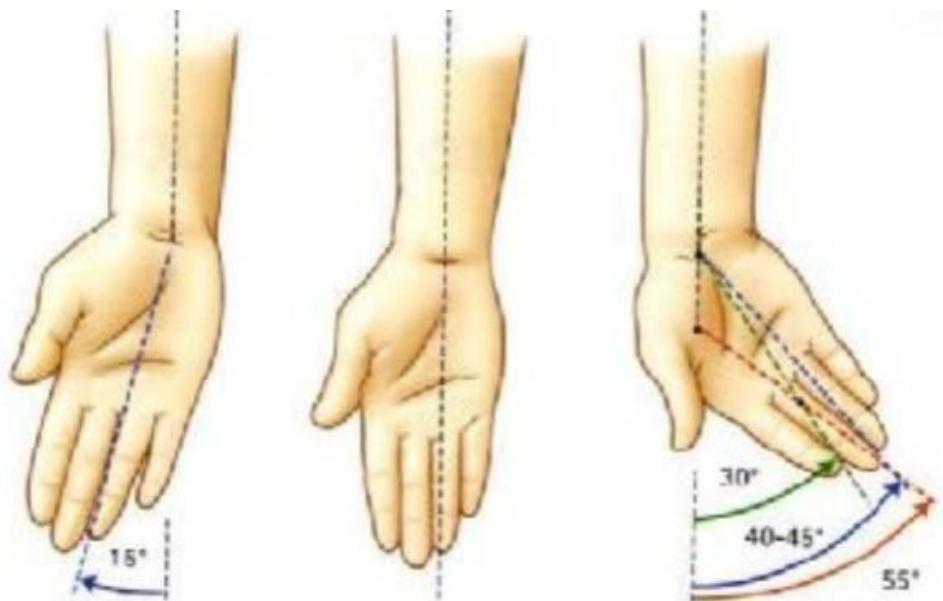


Figure 17 : Amplitude des mouvements du poignet dans l'axe antéropostérieur [28]

La prono-supination(Figure18) est le mouvement de rotation de l'avant bras autour de son axe longitudinal. Elle est étudiée le coude fléchi à 90° et collé au corps.

Elle se décompose en :

- Supination : la paume de la main est dirigée vers le haut et le pouce en dehors.
L'amplitude est de 90°
- Pronation : la paume de la main « regarde » vers le bas, le pouce en dedans.
L'amplitude est de 85°
- Position intermédiaire : le pouce est dirigé vers le haut et la paume en dedans. C'est la position 0 ou position de référence.

Les muscles moteurs :

Ils sont essentiellement situés au niveau du squelette anté-brachial et l'articulation du coude.

- Les muscles pronateurs : sont représentés par le rond pronateur, le carré pronateur et le fléchisseur radial du carpe.
- Les muscles supinateurs : sont le biceps brachial, le muscle supinateur et le muscle brachio-radial.

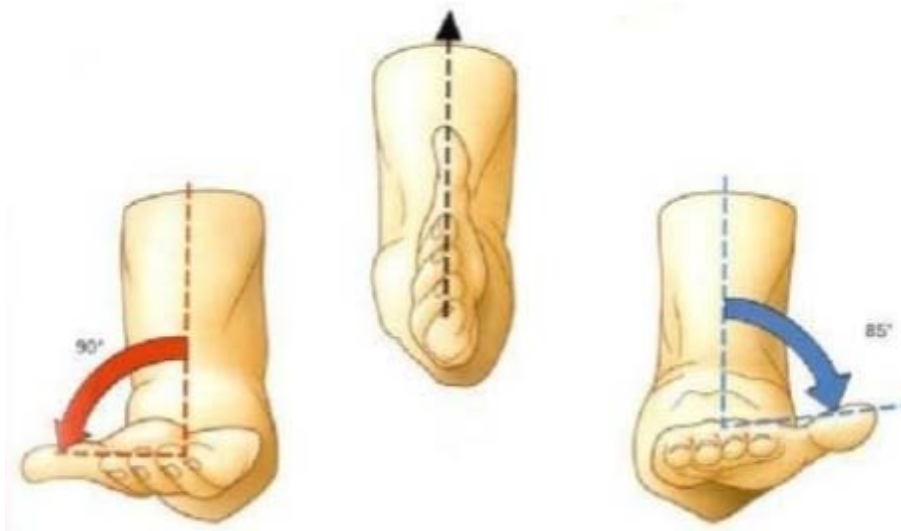


Figure 18 : Mouvements de l'articulation radio-ulnaire distale au cours de la pronosupination [28]

3. Effet ténodèse et synergie musculaire :

La mobilité du poignet se produit au sein même d'un ensemble tendineux. Il offre ainsi à la main les bénéfices de l'effet ténodèse et de la synergie musculaire qui permet le perfectionnement du geste.

Le simple fait d'étendre activement le poignet entraîne un enroulement passif des chaînes digitales. Cet effet ténodèse est présent dans tous les gestes pour améliorer la force de nos prises et les performances de la main.

La synergie musculaire correspond à la contraction simultanée de plusieurs muscles. Au niveau du poignet, il suffit de fermer le poignet pour se rendre compte que simultanément nous actionnons les fléchisseurs des doigts mais aussi les extenseurs du poignet. Cette contraction des extenseurs du poignet est réflexe et sans doute liée à l'étirement de leurs tendons suite à la contraction des muscles fléchisseurs des doigts.

Le secteur de mobilité réflexe [29], qui se produit lorsqu'on ouvre et ferme les doigts, représente le secteur de mobilité qu'il faut absolument préserver pour ne pas affecter les performances de la main. Ce secteur de mobilité réflexe semble être, d'après Palmer et Werner, de 30° d'extension, 5° de flexion, 15° d'inclinaison ulnaire et 10° d'inclinaison radiale. [30] Cependant Nelson a montré, en plaçant des orthèses limitant la mobilité du poignet à des volontaires sains, que les tâches de la vie quotidienne pouvaient être effectuées avec des mobilités très réduites : 7° d'extension, 5° de flexion, 6° d'inclinaison ulnaire et 7° d'inclinaison radiale. Le secteur de mobilité nécessaire à la réalisation de ces tâches diminuant au fil de l'étude par une probable adaptation du patient à ce handicap. [31]

4. Le verrouillage :

Le poignet est un support mobile pour la main mais il doit aussi être un support stable. La stabilité de ce support est obtenue par l'emboîtement réciproque des surfaces articulaires et par l'ensemble des structures péri-articulaires. C'est cette stabilisation du poignet que nous désignons par le terme de « verrouillage ».

Ce verrouillage est primordial lors des mouvements de pronosupination. En effet, les quatre principaux muscles de pronosupination (carré pronateur, rond pronateur, brachioradial et le long biceps) ont leur insertion distale située au-dessus de l'interligne radio-carpien. Les mouvements de pronosupination sont donc transmis de l'avant-bras à la main par l'intermédiaire du poignet. Le poignet se comporte alors comme un embrayage : il existe, en effet, entre le radius distal et la base des métacarpiens une rotation longitudinale qui varie en fonction de la force de serrage et du couple pronosupinateur exercé distalement. [32]

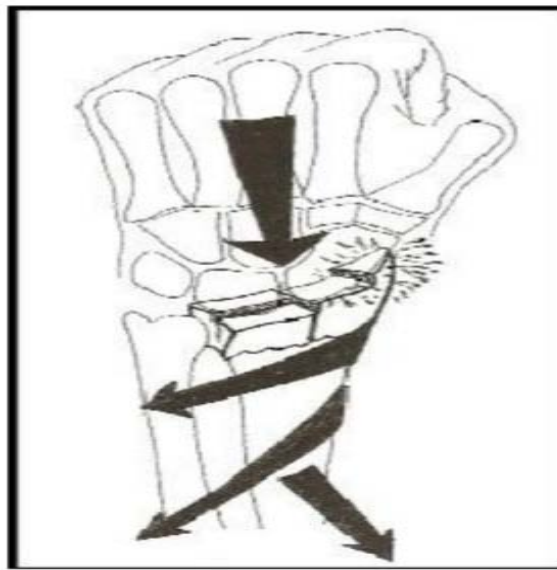


Figure.19 : La rotation longitudinale entre radius et condyle carpien est à l'origine des contraintes en cisaillement parallèles au plan du cartilage. Tout défaut de réduction transforme la glène radiale en « râpe » pour le condyle carpien. [33]

Ainsi dans le cadre des fractures du radius distal, cette notion est importante car toute marche d'escalier au niveau de la glène radiale va diminuer la congruence entre le radius et le condyle carpien. Lors des mouvements de pronosupination, si le verrouillage réduit la rotation longitudinale entre le radius et le condyle carpien, cette rotation n'est jamais nulle. Ainsi se crée-t-il des forces de cisaillement dans le plan du cartilage, forces particulièrement arthrogènes.

5. Retentissement fonctionnel des fractures de l'extrémité inférieure du radius :

5.1. Biomécanique articulaire :

L'articulation radio-carpienne n'est qu'un des éléments de l'espace synovial central qu'est le poignet. Son extension ulnaire, englobant l'interligne ulno-carpien, rend encore plus indissociable cet ensemble.

« **Toute fracture déplacée du radius distal est une fracture articulaire** ».En effet, les conséquences du déplacement ne se limitent pas seulement à l'articulation radio-carpienne mais aussi à l'articulation radio-ulnaire distale et médio-carpienne. Une modification de l'orientation de la glène radiale après fracture du radius distal retentit sur la position des os du carpe provoquant l'apparition d'un carpe adaptatif [34] et d'une instabilité en DISI (dorsal intercaled segment instability).

Ainsi, certains auteurs n'utilisent plus le terme de fracture extra-articulaire pour désigner une fracture du radius distal même lorsqu'elle est située au dessus de l'articulation radio-ulnaire distale. Ils préfèrent alors utiliser le terme de fractures extra-chondrales pour les fractures anciennement dites extra-articulaires,et de fractures ostéo-chondrales pour les fractures anciennement dites articulaires.

Les fractures ostéo-chondrales du radius distal atteignent directement le cartilage de la glène radiale. Fernandez a montré qu'une incongruence articulaire supérieure ou égale à 1 mm était à l'origine de mauvais résultats cliniques provoquant l'apparition d'arthrose [35 ; 36]. Sur le plan purement clinique, les patients se plaignent de douleurs mais rarement d'un manque de mobilité,la mobilité médio-carpienne préservant le secteur de mobilité réflexe.

Les fractures extra-chondrales ont un cartilage initialement intact. Mais la dégradation du cartilage survient inéluctablement au fil du temps à cause d'une modification des zones de contact entre les surfaces articulaires provoquant alors les hyperpressions localisées.

5.2. Conséquences des différents types de cals vicieux :

a. L'accourcissement du radius :

C'est certainement la séquelle la plus fréquente après une fracture du radius distal. La perte de hauteur métaphysaire est quasi constante dans ces fractures et le maintien de la réduction est difficile lorsque l'ostéoporose laisse un vide post-réductionnel. L'accourcissement du radius provoque, à plus ou moins long terme, un conflit ulno-carpien et une incongruence de la radio-ulnaire distale. Le retentissement de ce genre de fracture est alors médial avec une hyperpression entre le condyle carpien et l'ulna par l'intermédiaire du ligament triangulaire.

Ce problème de pression a particulièrement bien été étudié par Palmer et Werner en 1984 sur une étude cadavérique [37]. Ainsi, lorsque le poignet est placé en position neutre, 82% des forces axiales appliquées au carpe passent par le radius et seulement 18% par l'ulna. Une résection du ligament triangulaire du carpe réduit les forces transmises à l'ulna à 12%. Un accourcissement de l'ulna de 2,5cm réduit les forces transmises à l'ulna à seulement 4%, tandis qu'un allongement de l'ulna de 2,5cm accroît les forces transmises à l'ulna jusqu'à 42% des forces traversant le carpe. **(Figure 20)**.

En cas de fracture de l'extrémité distale du radius, il est fondamental de rétablir l'index radio-ulnaire distal. En cas d'échec, les patients souffriront de douleurs sur le versant ulnaire du poignet par conflit ulno-carpien ou par incongruence radio-ulnaire distale.

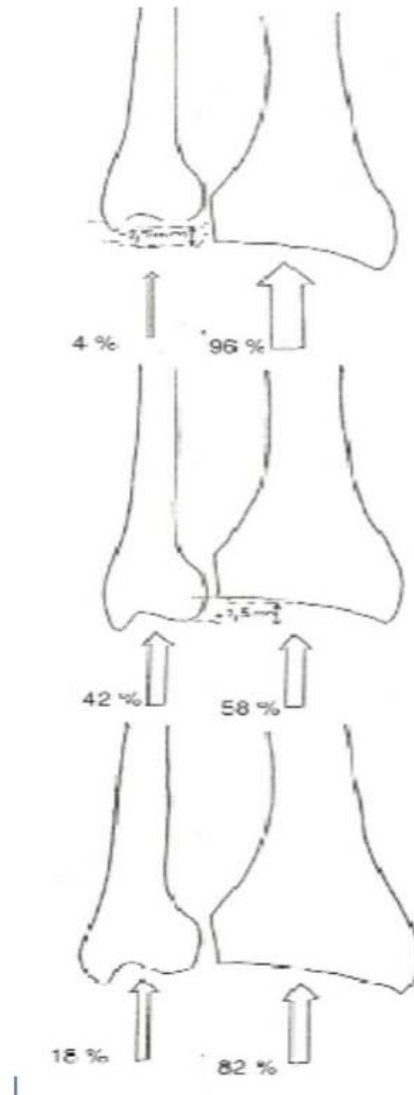


Figure 20: Etude de Palmer et Werner en 1984. Les forces axiales exercées sur le carpe sont transmises au radius et à l'ulna de façon variable en fonction de l'index radio-ulnaire distal [37].

b. Défaut d'orientation de la glène dans le plan sagittal :

Dans la majorité des cas, le cal vicieux se présente sous la forme d'une déformation dorsale. Cette déformation dans le plan sagittal peut être étudiée grâce à une simple radiographie de profil (orientation normale : 11° en moyenne). Ainsi, une bascule postérieure de la glène radiale s'associe à une désaxation en DISI du Lunatum. Cette désaxation, selon Allieu, n'est pas seulement la conséquence de la bascule postérieure mais elle est également liée à l'adaptation du condyle au déplacement de la glène radiale (Figure 21,22) [38].



Figure 21 : Biomécanique normale de la radio ulnaire

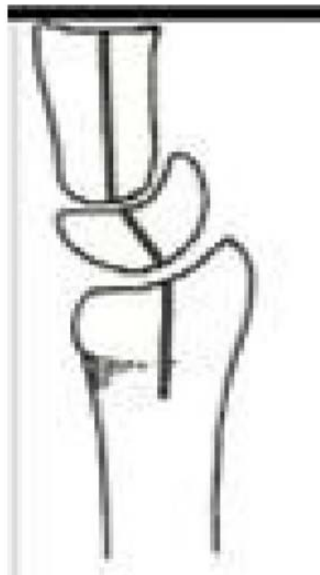


Figure 22 : Cal vicieux du radius à bascule postérieure et désaxation carpienne d'adaptation.

Short a évalué la répartition des pressions entre radius et l'ulna en fonction de l'orientation de la glène radiale [39]. Pour une antéversion normale de 10°, 79% des forces traversant le carpe passant par le radius. Pour une rétroversion de 45°, il n'y a plus que 33% des forces traversant le carpe qui passent par le radius. De plus, les forces qui s'appliquent au radius ont tendance à se déplacer en arrière, sur le bord postérieur de l'avant radial. En 1990, Pogue a

montré qu'une bascule postérieure ou antérieure de 20° de la glène radiale entraîne un déplacement très net de la zone d'application des forces sur le radius. [40] Pour Fernandez, une bascule postérieure de plus de 25° deviendra symptomatique et nécessitera une ostéotomie correctrice. [41]

c. Défaut d'orientation de la glène sur le plan frontal :

La glène radiale est orientée en moyenne de 22° en bas et en dehors par rapport à une perpendiculaire à l'axe du radius. Dans la plupart des fractures, cette pente a tendance à diminuer.

Pogue a montré que la surface de contact entre scaphoïde et radius diminue lorsque la pente de la glène radiale diminue alors que la surface de contact et les pressions augmentent entre radius et le lunatum [40].

Pour pallier cette déformation, le carpe va avoir tendance à se positionner en Inclinaison ulnaire afin de laisser la main dans l'axe de l'avant bras. Le lunatum, comme dans le chapitre précédent, va se positionner en DISI (dorsal intercalated segment instability, bascule dorsale du lunatum (instabilité dorsale) sur un cliché radiographique de profil. Ce carpe adaptatif, avec déplacement des forces et des surfaces de contact va, là encore, provoquer l'apparition d'une arthrose prématurée de l'articulation radio-carpienne.

d. L'incongruence articulaire :

Une incongruence articulaire supérieure ou égale à 2mm va provoquer une dégradation progressive de l'articulation source de douleurs. [36,42].

II. ANATOMO-PATHOLOGIQUE :. [98].

On distingue 3 grandes variétés de fracture.

Les fractures sus-articulaires à déplacement postérieur (53 %) : C'est la classique fracture de Pouteau-Colles qui se produit à la suite d'un mécanisme en compression-extension. On retrouve une rupture de la corticale antérieure, associée à une comminution de la corticale postérieure et tassement de l'os spongieux métaphysaire. (Figure 23).

A déplacement antérieur (2,5 %) :C'est la fracture de Goyrand-Smith qui survient à la suite d'un mécanisme en compression-flexion. Ce déplacement est l'inverse de celui de la fracture précédente d'où le nom parfois utilisé de Pouteau-Colles inversé. (**Figure 24**).



Figure 23 : Rx du poignet F+P objectivant/ Fracture de Pouteau-Colles



Figure 24 : Rx du poignet P objectivant: Fracture de Goyrand-Smith

Les fractures articulaires : Ce sont les fractures, où un ou plusieurs traits atteignent l'articulation radio-carpienne. On en distingue plusieurs types :

Les fractures articulaires simples Les fractures cunéennes externes sont les plus fréquentes. **(Figure 25)** Le trait détache la styloïde radiale dont le déplacement est souvent peu important.



Figure 25 : Rx du poignet F+ P objectivant : Fracture cunéenne externe

Les fractures sus-articulaires à refend articulaire 25 % **(Figure 26)**.Le trait sus-articulaire correspond habituellement au trait de la fracture de Pouteau-Colles. Le trait de refend peut-être sagittal ou frontal (en Y ou en V). Il s'agit de fractures particulièrement instables dont le risque de déplacement secondaire est important.

Les fractures comminutives (5 %) **(Figure 27)** Elles se voient de plus en plus chez les sujets jeunes (AVP ou accidents sportifs) mais se voient également chez les sujets âgés. Il s'agit d'un véritable éclatement de l'épiphyse radiale, avec impaction du carpe dans l'épiphyse et déplacement majeur de la radio-cubitale inférieure.



Figure 26 :Rx du poignet F+P objectivant : Fracture sus-articulaire à refend articulaire

La fracture luxation marginale antérieure (**Figure 28**).

Il s'agit d'une fracture qui survient à la suite d'un mécanisme en compression-flexion. Elle détache la marge antérieure de la glène radiale, et l'évolution se fait habituellement vers la luxation antérieure et proximale du carpe (le fragment osseux étant refoulé par le carpe qui se déplace sous l'action des muscles fléchisseurs de la main et des doigts). Les lésions associées sont de plusieurs types :

- la fracture de la styloïde cubitale est fréquente (50 % des cas) mais elle influence rarement la conduite thérapeutique ;
- la luxation radio-cubitale inférieure est relativement fréquente mais nécessite exceptionnellement un abord chirurgical en urgence
- d'autres lésions sont beaucoup plus rares : fracture du scaphoïde carpien, luxation péri-lunaire du carpe ou disjonction scapho-lunaire.



Figure 27 : Rx du poignet F+P objectivant:Fracture comminutive de l'EIR



Figure 28 : Rx du poignet P objectivant:Fracture marginale antérieure de l'EIR

1. Mécanisme des fractures du radius distal :

Dans la majorité des cas, les fractures du radius distal surviennent suite à un traumatisme indirect situé au niveau de la main. Deux cas de figure sont possibles :

La fracture de la personne âgée, dite à basse énergie : elle survient lors d'une chute de sa hauteur, la main étant alors utilisée pour amortir la chute.

La fracture survenant chez un patient jeune, dite à haute énergie : elle survient essentiellement au cours des accidents de la voie publique, en traumatologie du sport, etc.

1.1. mécanisme d'écrasement:

Ce mécanisme d'écrasement a d'abord été décrit par Destot [43] en 1964. Pour lui, le carpe joue un rôle d'enclume sur laquelle vient s'écraser le radius.

Castaing a affiné cette notion en fonction de la position de la main lors de la chute [44]. Si la main touche le sol talon à plat, la partie ulnaire du scaphoïde et le lunatum frappent le radius. Si la main touche le sol par l'intermédiaire de l'éminence hypothénar, le ligament triangulaire joue son rôle d'amortisseur et c'est le semi-lunaire qui vient frapper le radius. Finalement, si c'est l'éminence thénar qui touche la première, c'est le scaphoïde qui va venir s'impacter dans le radius. C'est de cette théorie que dérive la notion de Die-punch décrite par Scheck en 1962 [45].

Il s'agit d'un mécanisme d'impaction au cours duquel le semi-lunaire vient frapper la glène radiale provoquant l'apparition d'une fracture postéro-médiale de la glène radiale.

Melone, en 1993, a lui aussi repris cette théorie pour expliquer les fractures isolées de la styloïde radiale par impaction du scaphoïde sur la glène radiale.[46]

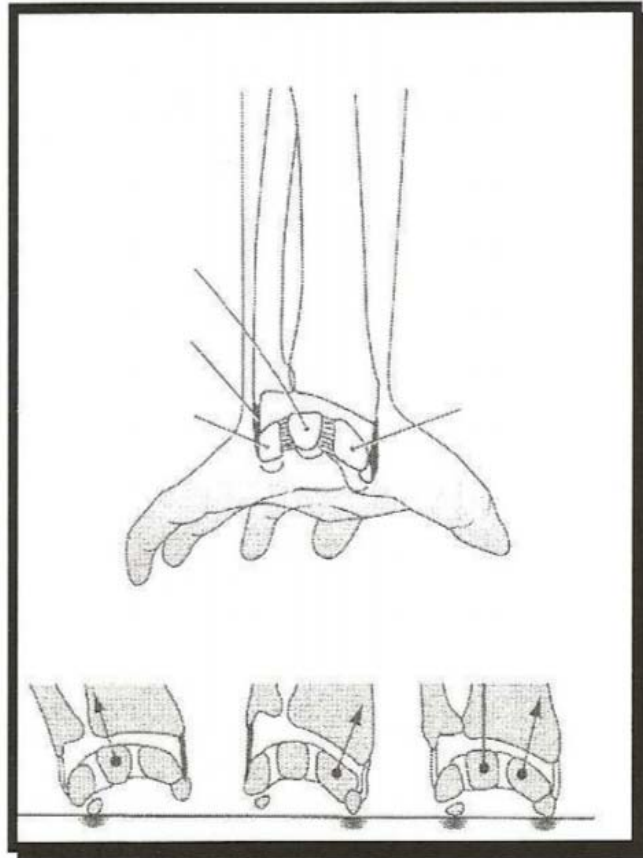


Figure29: Impact des os du carpe sur le radius selon l'inclinaison du talon de la main sur le sol lors du traumatisme [33].

1.2. Poutre console.

Le radius est comparé par Lewis à une poutre console [47]. Lors d'une chute sur la main, cette dernière va rester fixer sur le sol alors que l'avant-bras continue sa course. Le poignet va se retrouver en hyper-extension. Les ligaments antérieurs ainsi que le carpe vont transmettre des contraintes au radius distal. Des forces à type de pression vont être transmises à la corticale postérieure provoquant un tassement alors que des forces à type de traction vont être transmises à la corticale antérieure provoquant une rupture.

1.3. Mécanisme combiné.

Selon Linscheild, les fractures du radius distales articulaires sont la conséquence d'une association de mécanismes, le schéma de la poutre compositene pouvant s'appliquer qu'à des

fractures à trait métaphysaire et à déplacement postérieur ou antérieur [48]. Ainsi une fracture articulaire serait liée à une compression axiale associant une inclinaison ulnaire et une supination du carpe par rapport au radius. Il en résulte d'abord un arrachement de la styloïde radiale dont le trait fracturaire se termine à l'aplomb de l'interligne scapholunaire. Puis les forces de compression se majorent au niveau de la fossette lunarienne du fait du déplacement de la fracture de la styloïde radiale, provoquant une fracture enfoncement de la fossette lunarienne. La lésion styloïdienne peut alors se propager à l'interligne scapho-lunaire (Figure 30).

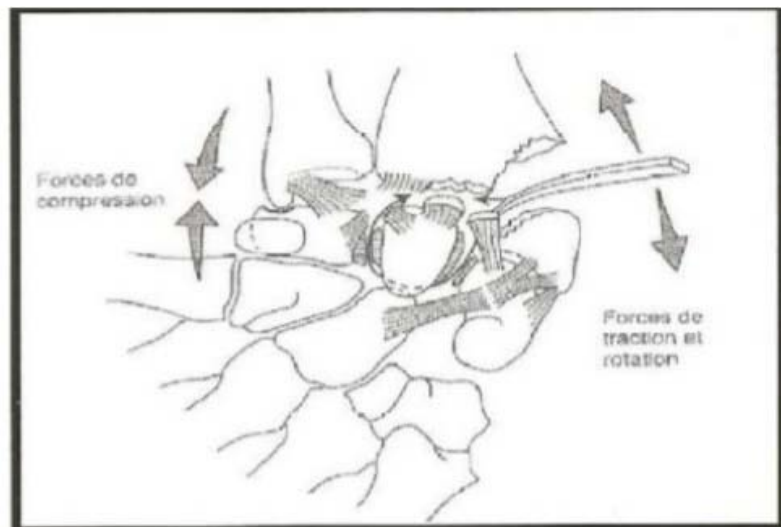


Figure30 : Mécanisme combiné des fractures du radius distal [33]

Cette théorie vient s'opposer à celle du double Die-punch de Melone. L'étude anatomique de Pechlaner, en 2003, a permis de clarifier le mécanisme de ces fractures du radius distal. Après avoir réalisé une fracture du radius distal par hyper-extension sur 63 cadavres, il en arrive aux résultats suivants [49].

- Il est possible de générer, par un mécanisme en hyperflexion du poignet, des fractures à déplacement dorsal, palmaire ou central selon que la première rangée du carpe s'impacte sur la berge postérieure, antérieure ou au centre de la surface articulaire radiale.
- Le scaphoïde, impacté contre la partie postérieure de la surface articulaire radiale, entraîne une fracture du radius distal à déplacement postérieur.

- La bascule complète du semi-lunaire en dorsal sur la surface articulaire radiale, entraîne une fracture du radius distal à déplacement postérieur.
- Une bascule moindre du semi-lunaire peut provoquer, quant à elle, soit un enfoncement central de la surface articulaire radiale, soit un déplacement antérieur.
- Le triquetrum vient s'impacter contre la tête de l'ulna, ce qui explique les fractures de la tête de l'ulna mais également les fractures du triquetrum lui-même.
- L'hyper-extension du poignet met en tension les ligaments radio et ulno-carpiens, qui se comportent alors comme des cordes. Ces cordes peuvent se rompre avant même qu'une fracture du radius distal ne se produise.
- Le point de rupture du complexe triangulaire se trouve à son insertion ulnaire. À l'inverse, une fracture du radius distal n'est pas obligatoirement associée à des lésions ligamentaires. Tout ceci dépend de l'élasticité du système, de l'importance de l'ostéoporose rendant les os plus ou moins résistants par rapport aux ligaments.

2. Classifications:

Il existe plusieurs classifications des FEIR. (Kapandji, Castaing, MEC...) dans notre méta-analyse toutes les études incluses ont adapté la classification de l'AO.

2.1. Classification de l'AO : (figure31).

Etablie par Muller et Nazarian, elle comporte 27 sous-groupes classés selon une échelle de gravité.

Trois groupes sont nommés par lettre A, B et C selon que la fracture est extra-articulaire ou articulaire partielle ou complète, suivie par un chiffre qui caractérise le siège du trait de fracture allant du simple au plus complexe [50]. Cette classification est très précise pour l'analyse des dossiers radio-cliniques et aussi facile à utiliser au quotidien.

A1 : Fracture extra-articulaire de l'ulna.

A2 : Fracture extra-articulaire du radius simple et impactée.

A3: Fracture extra-articulaire du radius multi fragmentaire.

B1 : Fracture cunéenne.

B2 : Fracture marginale dorsale.

B3 : Fracture marginale palmaire.

C1 : Fracture articulaire simple et métaphysaire simple.

C2 : Fracture articulaire simple et métaphysaire complexe.

C3 : Fracture plurifragmentaire.

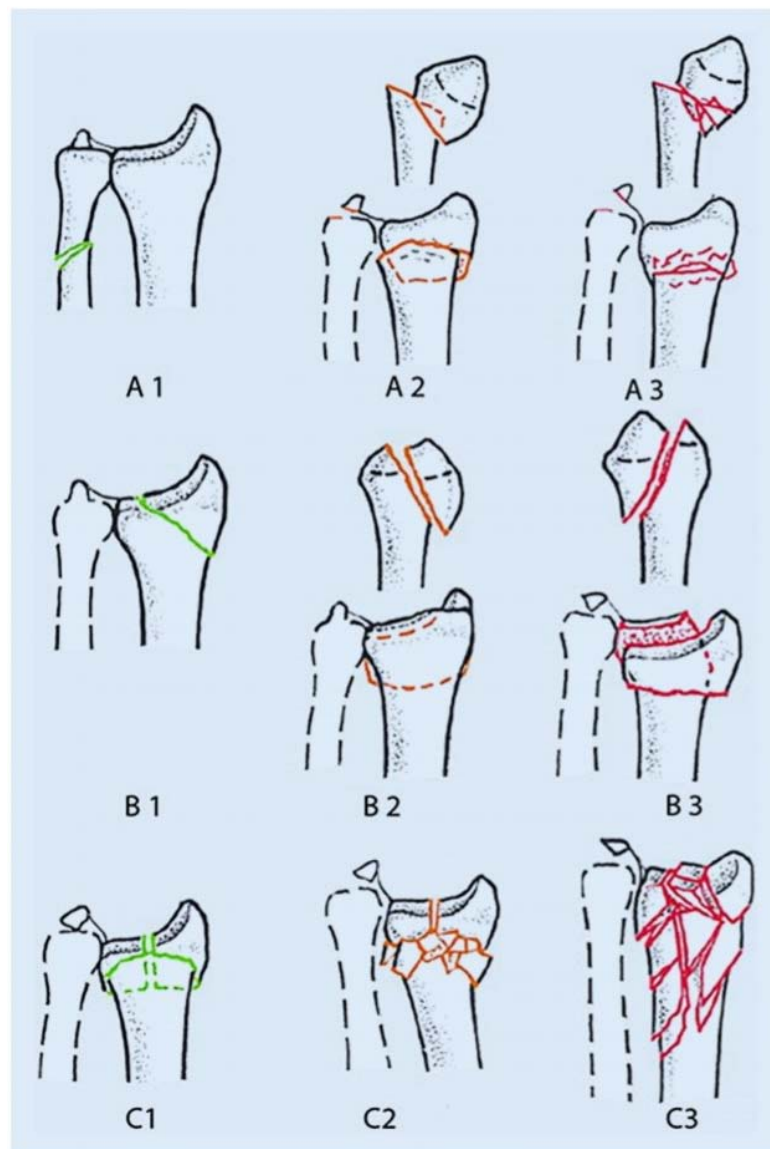


Figure 31 : classification de l'AO (type A ;B ;C) [88].

III. étude radio-clinique : [87]

1. Diagnostic clinique d'une FEIR : (Fracture de Pouteau-Colles)

Elle repose sur un interrogatoire précis, un examen clinique rigoureux à la recherche de complications éventuelles et deux radiographies standard (face et profil).

1.1. Interrogatoire :

Il précise :

- **les circonstances du traumatisme, et son mécanisme** (position de la main lors de l'impact : très difficile à faire préciser)
- **les signes fonctionnels** : craquement audible, impotence fonctionnelle totale du poignet, douleurs vives à la face postéro externe du poignet ;
- **la recherche de complications** (paresthésies dans le territoire du nerf médian, ouverture cutanée) ou d'autres traumatismes (autre poignet+++ , hanche...)
- **les antécédents personnels** (ostéoporose), le traitement habituel (anticoagulant), **la dernière prise alimentaire dans le cadre du bilan préopératoire**
- **la main dominante**, la profession, les habitus...

1.2. Inspection :

Le poignet tuméfié soutenu par la main controlatérale = « aspect des traumatisés du membre supérieur ».

De face : Aspect de **main botte radiale** par translation latérale de la main en baïonnette latérale.L'axe de la main (représenté par le 3ème métacarpien) n'est plus dans le prolongement de l'avant-bras. Il y a une inclinaison radiale.Saillie de la styloïde ulnaire au bord médial du poignet.

De profil : Aspect en **dos de fourchette** lié à la bascule postérieure du fragment épiphysaire radial. L'ecchymose est le plus souvent tardive, mais un oedème peut survenir rapidement (attention aux bagues...).



Figure 32 : déformation main botte radiale et dos de fourchette

Palpation : _On recherche une zone douloureuse au bord latéral du poignet à la palpation de la styloïde radiale au-dessus de la tabatière anatomique.

–La styloïde radiale est ascensionnée avec horizontalisation de la ligne bistyloïdienne (signe de Laugier).

–Petite mobilité passive du poignet qui signe le caractère extra-articulaire et engrainé de la fracture.

« Toujours compléter l'examen à la recherche de complications immédiates et bilan des lésions associées (fractures complexes du sujet jeune ++).Elles sont rares et sont plutôt le fait de fracture à grand déplacement et/ou à forte énergie. »

a. Complications locales :

Cutanées : contusion, ecchymose, ouverture en regard de la tête ulnaire de dedans en dehors (classification de Cauchoix et Duparc).

Vasculaires : plaie artérielle radiale exceptionnelle. Palpation systématique des pouls périphériques, pouls capillaire et temps de recoloration (normal < 3 secondes)

Nerveuses : compression du nerf médian dans le canal carpien par l'hématome fracturaire ou pour les fragments dans les fractures à grand déplacement entraînent un syndrome du canal carpien aigu.**contusion du nerf ulnaire beaucoup plus rare mais implique une réduction ± exploration en urgence : médico-légal.**

Tendineuses : incarceration dans le foyer de fracture du tendon du long extenseur du pouce (perte de l'extension active du pouce à rechercher systématiquement).

Osseuses : fracture du col de l'ulna, lésions des os de la 1ère rangée du carpe (fracture du scaphoïde, luxation du semi-lunaire), entorse ou subluxation radio-ulnaire distale.

- b. **Complications générales** : Prise en charge immédiate pré-hospitalière et à l'arrivée à l'hôpital, évaluation des complications chez un polytraumatisé.

2. **Diagnostic radiologique** :

En première intention : radiographies standards avec clichés du poignet : face et profil stricts, $\frac{3}{4}$ si besoin pour apprécier les refends articulaires.

2.1. **Epiphyse radiale** :

2.2. **Trait de fracture** :

Il faut préciser le nombre de fragments (fracture simple, complexe ou comminutive et appréciation de la comminution postérieure.

2.3. **Déplacement** :

- Bascule sagittale sur le cliché de profil : 3 éléments pour repérer la face antérieure (le pouce, la concavité antérieure des métacarpiens et le pisiforme qui se projette en avant du carpe).
- Bascule frontale sur le cliché de face.

2.4. **Extrémité distale de l'ulna** :

- Fracture de la styloïde ulnaire : très fréquent due à l'arrachement de l'insertion du ligament triangulaire, fracture de Gérard Marchant).
- Fracture du col de l'ulna ou de la tête ulnaire.

2.5. Articulation radio-ulnaire distale :

- Index radio-ulnaire distal normal : négatif (radius plus long que l'ulna) et égal à 2 mm.
- Diastasis radio-ulnaire : normalement absent.

2.6. Bilan des lésions associées :

Fracture du scaphoïde, entorse scapho-lunaire, luxation du semi-lunaire...

En deuxième intention : tomодensitométrie du poignet.(Figure 33)

2.7. Fractures articulaires, fractures complexes+++.

- étude du trait de fracture, des déplacements.
- appréciation des rapports articulaires+++.
- bilan des lésions associées (lésion ligamentaire...).



Fracture comminutive du radius distal articulaire associée à une fracture du scaphoïde en reconstruction frontale (A) et sagittale (B)

Figure 33 : TDM coupe sagittale du poignet.

Remarque : Une radiographie du thorax pourra être réalisée dans le cadre du bilan préopératoire si nécessaire.

2.8. Résultats : Fracture de Pouteau-Colles

2.9. Trait de fracture :

- **de face** : simple, transversal, sus-articulaire, métaphysaire à ≈ 2 cm au-dessus de l'interligne articulaire radio-carpien.
- **de profil** : linéaire oblique en bas et en avant avec rupture de la corticale antérieure, et comminution corticale postérieure
- absence de trait de refend articulaire.

2.10. Déplacement :

a. de face :

- bascule avec tassement latéral de l'épiphyse radiale (Normale : 25°).
- horizontalisation de la ligne bistyloïdienne (Normale : 15°).
- index radio-ulnaire distal nul ou positif (Normale : -2mm).
- translation latérale de l'épiphyse radiale.
- signe négatif : l'ulna est normal.

b. de profil :

- bascule sagittale postérieure de l'épiphyse radiale qui perd son antéversion avec une surface articulaire qui regarde en bas et en arrière.
- engrènement postérieur et surtout postéro-latéral (pénétration de la diaphyse dans l'épiphyse).

2.11. Autres formes cliniques :

(Fracture de Gérard Marchant)

- Très fréquente.
- Associe à la précédente une fracture-arrachement de la styloïde ulnaire (2/3 des cas). Elle est due au déplacement en dehors de l'épiphyse radiale unie à la styloïde ulnaire par le ligament triangulaire.

- sans conséquence fonctionnelle ultérieure, en l'absence de diastasis radio-ulnaire distal résiduel après réduction. (Fracture plus rare du col de l'ulna)

Dans les déplacements importants de l'épiphyse radiale.

2.12. Fractures articulaires :

2.13. Fractures articulaires simples

Fracture cunéenne latérale :

- Due à un mécanisme par cisaillement fracture-séparation non engrenée.
- Trait de fracture unique, simple, oblique, de face, en haut et détachant tout ou partie de la styloïde radiale, avec un déplacement plus ou moins important.
- Importance de rechercher une lésion du ligament scapho-lunaire associée (entorse scapho-lunaire).Fracture marginale postérieure de Rhea Barto :

2.14. Fractures sus-articulaires à refend articulaire :

Clinique : Idem à la fracture de Pouteau-Colles mais il existe une hémarthrose à l'origine d'une tuméfaction de la région de l'interligne radio-carpien et des douleurs à la mobilisation.

2.15. Bilan radiologique souvent complété par une TDM du poignet +++

- Trait de fracture sus-articulaire d'où partent des traits de refends articulaires, parfois simples et non déplacés dans l'épiphyse parfois déplacés.
- Déformation de l'épiphyse.
- On peut observer : une fracture en « T frontal », une fracture en « T sagittal », une fracture « en croix » ou une fracture comminutive complexe.
- Risque de déplacement secondaire et de cal vicieux car fractures très instables après réduction.
- Il s'agit de fractures articulaires pouvant laisser un décalage au niveau des fragments avec une incongruence articulaire après consolidation à l'origine de douleurs à moyen terme et d'arthrose post-traumatique à long terme.

2.16. Fractures par compression-flexion à déplacement antérieur :

2.17. Fracture sus-articulaire = Fracture de Goyrand-Smith :

Clinique : Déformation du poignet en ventre de fourchette (inverse de la fracture de Pouteau Colles).

2.18. Radiographie :

a. Face :

Aspect voisin des fractures à déplacement postérieur.

- Ascension de la styloïde radiale.
- Horizontalisation de la glène.
- Tassement antérolatéral.

b. Profil :

- Bascule antérieure de l'épiphyse qui augmente l'antéversion normale de la glène.
- Trait oblique en haut et en avant.
- Comminution antérieure.
- Absence d'engrènement (= facteur d'instabilité).

2.19. Fractures articulaires = fractures marginales antérieures

2.20. Fracture marginale antérieure simple (type I) :

Avec trait de fracture oblique en haut et en avant, entraînant un fragment osseux plus ou moins important, détachant la marge antérieure du radius, entier ou refendu, détaché et ascensionné en haut et en avant avec les os du carpe jusqu'à la fracture-luxation marginale antérieure.

2.21. Fracture marginale antérieure complexe (type II)

Avec fracture marginale antérieure + fracture de la partie postérieure de l'épiphyse radiale. Entraînant une fracture séparation métaphyso-épiphysaire.

- Déplacement en haut et en avant du fragment marginal antérieur.
- Avec luxation en avant, hors de la glène du condyle carpien.
- Fractures très instables.

Dans tous les cas :(**Figure 34**)

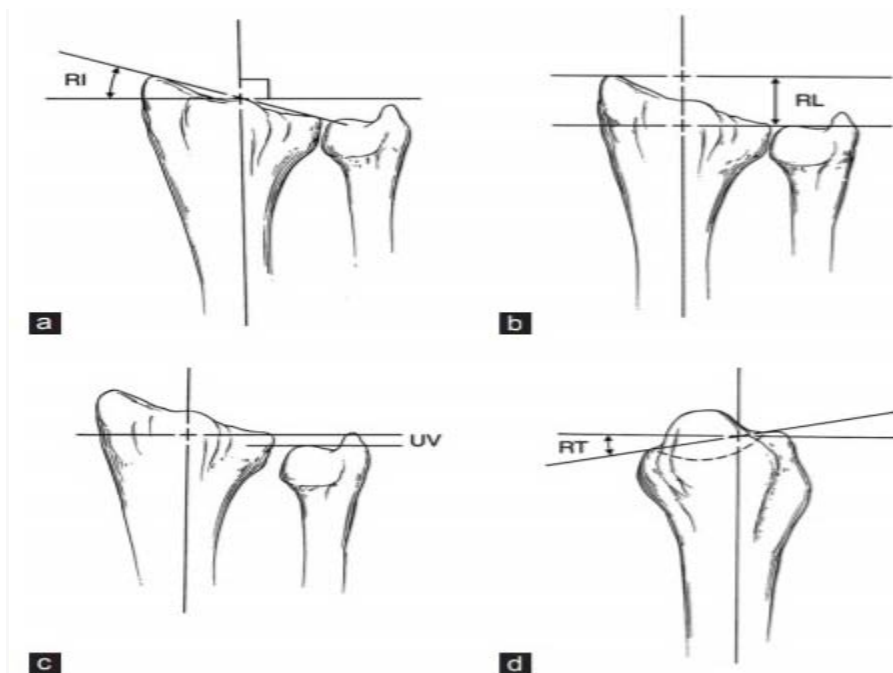


Figure 34 :Les différents index radiologiques à évaluer dans les fractures du radius distal. (a) Radial inclinaison (RI) (b) Longueur radiale (RL) (c) Variance ulnaire (UV) (d) angle d'antéversion (RT)

o Lésions associéesostéo-ligamentaires :

- Lésions de l'articulation radio-ulnaire distale : Fréquentes et d'autant plus graves que déplacement important.
 - diastasis radio-ulnaire distal.
 - inversion de l'index radio-ulnaire.

- Lésions de l'ulna :
 - La styloïde ulnaire (+++ 50%).
 - La base de la styloïde ulnaire.
 - La tête ou du col de l'ulna (rares).
- Fracture du scaphoïde.
- Ecrasement du semi-lunaire.
- Entorse du poignet avec diastasis scapho-lunaire.
- Lésions étagées du membre supérieur.

2.22. Autres lésions :

- Ouverture cutanée (bord ulnaire du poignet).
- Lésion vasculo-nerveuse (nerf médian).
- Lésion tendineuse (tendon du long extenseur du pouce).

3. Evolution :

3.1. Favorable

- Délai de consolidation : 6 semaines (45 jours) avec pseudarthrose rarissime.
- Récupération fonctionnelle dépend +++ de la qualité du traitement initial.

Les facteurs de mauvais pronostic sont :

3.2. Locaux :

- Comminution importante (risque de déplacement secondaire).
- Nombre de fragments élevé (difficultés d'ostéosynthèse).
- Trait de fracture articulaire (risque d'arthrose secondaire).
- Association avec :
 - luxation radio-ulnaire distale (perte de de la prono-supination).
 - ouverture cutanée (retard de consolidation).

Généraux :

- Age élevé.
- Patient polytraumatisé.

4. Les complications :

Les complications immédiates ou en cours de traitement en urgences

Lésions associées :

- Cutanées : rares, +++ en cas de fracture très déplacée, ouverture de dedans en dehors sur le bord ulnaire du poignet (face antérieure de l'ulna).
- Osseuses : fractures associées.
- Nerveuses : nerf médian avec syndrome de canal carpien aigu, qui disparaît en général après réduction en urgence.

Décompensation de co-morbidités, plutôt chez les sujets âgés.

Complications liées à l'anesthésie générale ou locale (bloc axillaire).

4.1. Complications peropératoires : section de la branche sensitive du nerf radial...

a. Les complications secondaires (au cours de l'immobilisation)

a.1. Déplacement secondaire sous plâtre :

- Observé jusqu'à la 3ème semaine (formation de cal fibreux) nécessité d'un contrôle radiographique précoce.
- Lié à la perte de substance osseuse post-réductionnelle (tassement osseux postérieur).
- Plus rarement observé après ostéosynthèse mais possible à cause de la comminution.
- Parfois annoncé par des douleurs sous plâtre et/ou un oedème.
- L'oedème après sa fonte peut favoriser le déplacement secondaire.
- Le déplacement qui reproduit tout ou partie de la déformation initiale avec risque de cal vicieux.

a.2. Enraidissement des doigts :

- Surtout au niveau des articulations métacarpo-phalangiennes.
- Lié à :
 - l'oedème post-traumatique.
 - aux troubles vasomoteurs associés.
 - et +++ en cas de mauvaise confection du plâtre.
- surélévation du membre les premiers jours pour lutter contre l'oedème.
- fendre le plâtre dès qu'apparaissent les premiers signes de compression (sensation de striction et de douleur croissante).

a.3. Syndrome du canal carpien

Parfois précoce (lors de la confection du plâtre) ou au début de la rééducation. Il peut s'observer après tout type de fracture, même sans déplacement. Il est lié à l'oedème post-traumatique (stase veineuse et oedème des gaines synoviales). Ce qui entraîne une augmentation de volume des éléments traversant le canal carpien (défilé ostéo-membraneux inextensible) et une compression du nerf médian.

b. Les complications tardives

b.1. Cals vicieux :

Ils reproduisent la déformation initiale de la fracture (défaut de réduction ou déplacement secondaire). Sus-articulaires ou articulaires, ils retentissent sur les articulations radio-carpienne et radio-ulnaire distale.

Selon leur importance, ils peuvent être source de :

- mobilité douloureuse du poignet avec diminution des amplitudes articulaires (prono-supination +++).
- diminution de la force de préhension de la main.
- troubles esthétiques avec déformation de l'axe du poignet et saillie de la tête ulnaire.

- développement d'une arthrose secondaire post-traumatique radio-ulnaire distale et radio-carpienne.

b.2. Troubles de la radio-ulnaire distale, assez fréquents :

- Atteinte de la surface articulaire dans les fractures atteignant la fossette sigmoïde.
- Incongruence radio-ulnaire dans les cals vicieux.
- Instabilité radio-ulnaire (fracture de la base de la ligne styloïde ou luxation radio-ulnaire vraie).

b.3. Syndrome douloureux régional complexe (algodystrophie ou Syndrome de Sudek) :

Imprévisible +++ et fréquent (20% au poignet), survenant quel que soit le traitement.

Favorisé par un terrain anxieux, l'immobilisation en position forcée non physiologique.

b.4. Clinique : QS

- raideurs hyperalgiques accompagnées de troubles trophiques (hypersudation, cyanose, atrophie musculaire).
- Forme mineure le plus souvent, résolutive en quelques mois.

b.5. Imagerie :

- **Radio standard** : ostéoporose diffuse à la radiographie avec une déminéralisation régionale dont l'aspect pommelé est caractéristique.
- **Scintigraphie** : hyperfixation péri-articulaire diffuse.

« Son apparition contre-indique toute reprise chirurgicale ».

Le traitement est long, complexe et difficile. Les troubles ne sont pas toujours réversibles et peuvent laisser dans les cas graves, en particulier au niveau de la main, des séquelles anatomiques et fonctionnelles définitives. **Importance de la prévention :**

- immobilisation plâtrée de qualité : en position neutre du poignet, liberté des articulations métacarpo-phalangiennes.

- rééducation précoce des doigts.
- prescription d'une association antalgiques–tranquillisants en début de rééducation.

4.2. Complications nerveuses :

- Névrome irritatif du nerf radial (branche sensitive antérieure) : complication iatrogène secondaire à la dissection des rameaux de la branche sensitive du nerf radial lors de l'embrochage ou de l'ablation des ces mêmes broches (douleurs souvent tenaces+++).
- Compression du nerf médian au canal carpien : syndrome du canal carpien.
- Compression du nerf ulnaire au canal de Guyon (rare).

4.3. Complications tendineuses : rupture du tendon du long extenseur du pouce :

- Iatrogène : par usure tendineuse au contact d'une broche.
- Soit par usure au contact du cal osseux.
- Soit par nécrose ischémique du tendon du LEP dans sa gaine en ulnaire par rapport au tubercule de Lister.

4.4. Complications liées au traitement :

- Migration des broches.
- Démontage des broches ou de la plaque par manque de solidité ou de tenue du matériel (problème de la qualité osseuse).
- Infection du site opératoire.

IV. prise en charge thérapeutique:

1. Généralités :

- Traitement différent selon type et nature de la fracture.

- La réduction doit être la plus anatomique possible, problème du maintien de la réduction (risque de déplacement secondaire).
- Ablation des bagues et alliance en regard de la main lésée pour éviter toute ischémie d'aval.
- Le traitement antalgique doit être optimal et commence toujours par :
 - Une immobilisation de qualité.
 - Glace.
 - Antalgiques IV ou per os (avec un peu d'eau).
- Surveillance systématique stricte.
- Rééducation à l'ablation de la contention (sauf enfant).

1.1. Le traitement orthopédique : 2 temps

Réduction manuelle d'une fracture à déplacement postérieur

En urgence.

Au bloc opératoire.

Sous anesthésie générale ou locorégionale.

Par manoeuvres externes :

- main du membre blessé empaumée par la main opposée du chirurgien.
- de l'autre, il saisit l'avant-bras, le pouce sur la face dorsale de l'épiphyse.
- traction dans l'axe du membre (désengrènement du foyer de fracture).
- puis, pression dorsale de l'épiphyse et flexion palmaire (correction de la bascule postérieure).
- Enfin, inclinaison ulnaire (correction de l'inclinaison radiale).

Sous contrôle scopique à l'amplificateur de brillance, vérifie la réduction du foyer de fracture :

- **Face :**

- Rétablissement de la ligne bi-styloïdienne avec inclinaison frontale moyenne de 25°.

- Restitution de l'index radio-ulnaire distal négatif à -2 mm.
- Restauration de la congruence de l'articulation radio-carpienne.

• **Profil :**

- Orientation en bas et en avant de la glène radiale avec inclinaison sagittale de 10°.
- Franchissement de la corticale antérieure du fragment proximal par la corticale antérieure du fragment distal.
- la corticale antérieure doit être « accrochée ».

a. Immobilisation :

- Attelle plâtrée brachio-anté-brachio-palmaire pendant 3 semaines suivie d'une manchette plâtrée pendant 3 semaines.
- En position de fonction : coude à 90°, poignet en position neutre ou en légère flexion palmaire, articulations métacarpo-phalangiennes libres, 1ère colonne du pouce libre (depuis la trapézo-métacarpienne).

1.2. Le traitement chirurgical :

a. Traitement par embrochage : (Figure 35)

a.1. *Brochage per-cutané pur :*

Abandonné à cause du risque de lésions des éléments de voisinage, en particulier la branche sensitive du nerf radial et les éléments tendineux.

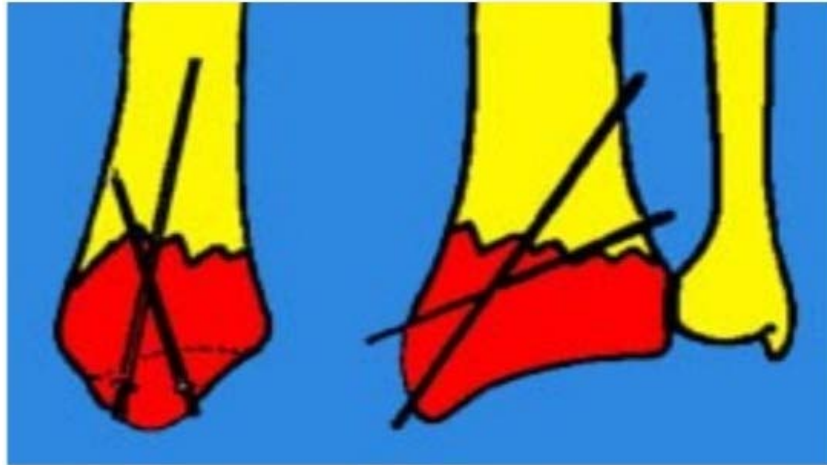


Figure 35. Brochage per-cutané pur

a.2. Brochage styloïdien conventionnel (Figure 36) :

Après réduction du foyer de fracture, un abord cutané latéral est réalisé permettant de récliner la branche sensitive du nerf radial, le tendon court extenseur du pouce, les radiaux et le tendon du long supinateur.

La première broche de 18/10 est introduite par la styloïde radiale dans un plan presque frontal, la deuxième broche est introduite par le tubercule de Lister dans un plan sagittal. Les deux broches se fixent à 45° dans la corticale opposée.

Une immobilisation plâtrée est nécessaire en postopératoire pour une durée de six semaines et les broches sont alors retirées.

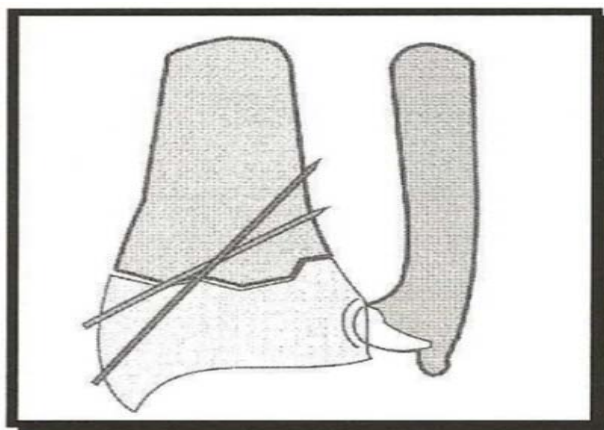


Figure 36. Brochage conventionnel selon Kapandji [54]

a.3. Brochage de Py (1969)-(Figure 37)

Il s'agit d'un embrochage élastique des fractures du radius distal [57].

Après réduction du foyer de fracture, un abord cutané est réalisé pour récliner les branches sensibles du nerf radial, le tendon long abducteur du pouce et le tendon court extenseur du pouce. Une broche spatulée de 18/10 est introduite par la styloïde radiale venant s'appuyer contre la corticale interne et finissant sa course dans la tête radiale. Une deuxième broche est introduite juste au-dessus de la surface articulaire postérieure du radius, venant s'appuyer le long de la corticale antérieure jusqu'à la tête radiale.

L'immobilisation postopératoire n'est pas nécessaire dans sa description initiale, et une mobilisation précoce peut-être réalisée.

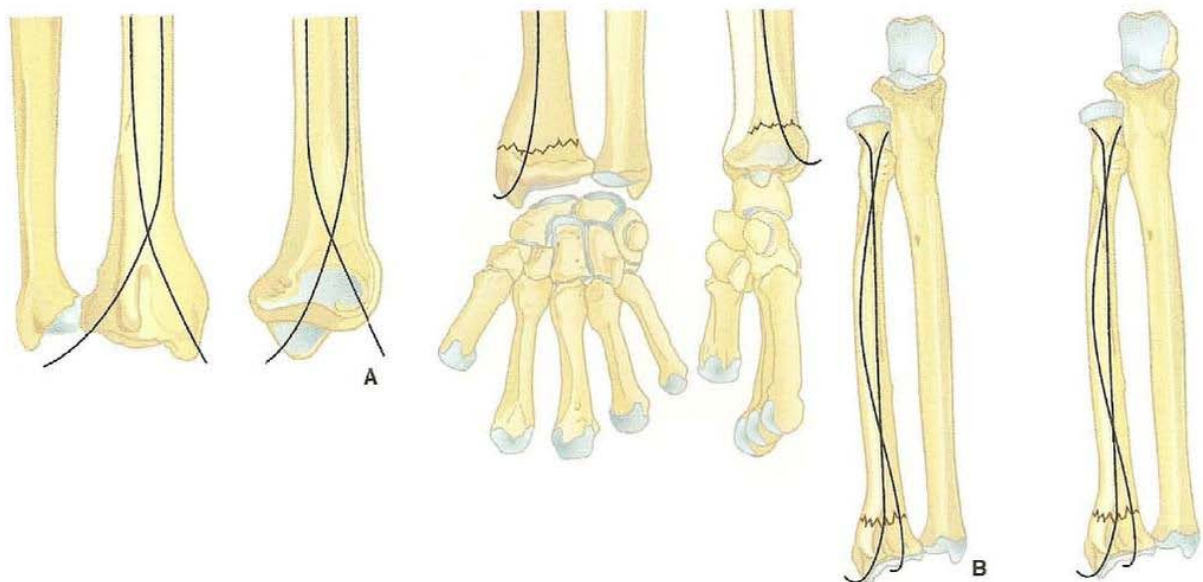


Figure 37. Technique de Py d'embrochage élastique double.

A : Principe de placement des broches B : Embrochage élastique

a.4. Brochage intra-focal (1973)-(Figure 38) : kapandji.

Cette méthode d'embrochage a été mise en place par Kapandji afin d'éviter les immobilisations postopératoires et les déplacements secondaires des embrochages classiques. Les broches sont insérées directement dans le foyer de fracture, agissant ainsi comme des butées s'opposant au déplacement secondaire [54].

Une première broche de 20/10 est mise en place par un mini abord au-dessus de la styloïde radiale permettant de contrôler la translation externe, puis une deuxième broche postéro-externe et intra-focale et finalement une troisième broche postéro-interne permettant de réduire un éventuel fragment postéro- interne. Les broches sont introduites horizontalement pour aboutir à une angulation de 40 à 45°.

La broche est poussée et vient passer la corticale opposée.

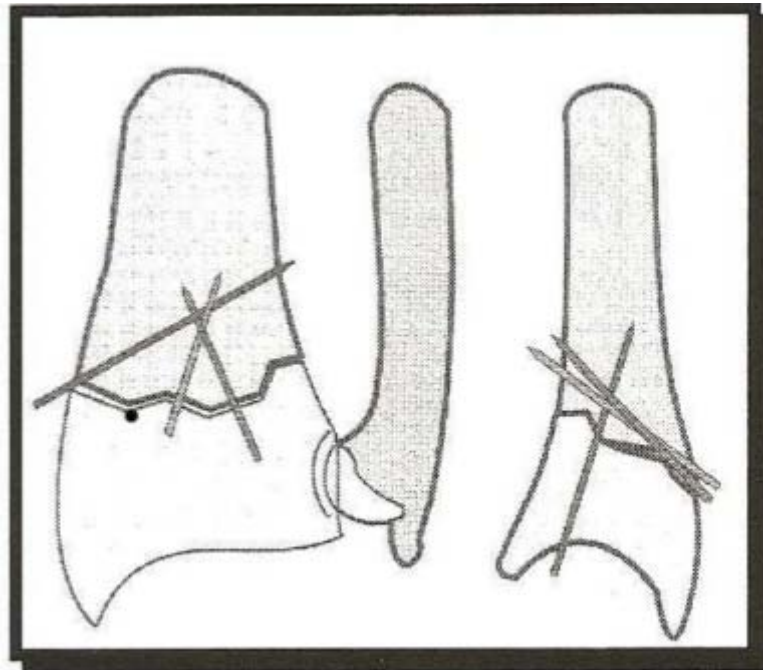


Figure 38. Embrochage intra-focal selon Kapandji [54].

a.5. Les Broches ARUM : (Figure 39)

La technique d'ostéosynthèse par brochage intra-focal des fractures du radius distal a fait ses preuves, mais on a pu lui faire certains reproches : migration des broches, risque de lésions tendineuses sur le talon de la broche coupée. L'emploi de broches filetées sur toute leur longueur, puis seulement à leur pointe et munies d'un capuchon a tenté de répondre à ces critiques, mais l'usage des capuchons est difficile et ils s'échappent souvent de la broche. Le nouveau type de broche proposé élimine ces inconvénients et procure un avantage supplémentaire : un «effet d'hyper-réduction » réglable.

La broche, de calibre 20/10, filetée sur toute sa longueur est posée exactement comme les précédentes. Cependant, elle est assortie d'un écrou spécialement conçu pour l'embrochage intra-focal ayant la forme d'un cône concave. Sa face supérieure, ou base, légèrement convexe, comporte une rainure cruciforme pouvant recevoir un tournevis spécial comportant un cône axial et servant aussi de mandrin porte-broche. Son profil conique, curviligne concave et évasé rappelle la corolle de la fleur d'arum, d'où son nom. Lorsqu'on le vissé, cette forme lui permet de se glisser sans dommage entre les tendons et de s'insinuer entre les deux: berges du trait de fracture qu'on fait bailler par une manœuvre d'hyper-réduction. C'est « l'effet de réduction ».

Une fois le boulon vissé correctement, la broche est coupée au plus ras, et son « talon » agressif peut être « escamoté » par léger dévissage à l'intérieur du boulon. Ainsi il n'y a plus aucune aspérité blessante ni sous la peau, ni au contact des tendons. Dernier avantage, le dévissage du boulon entraîne celui de la broche, en raison de l'écrasement du filetage par la pince coupante. Ce nouveau type de broches dites « ARUM » spécialement conçu pour l'embrochage intra-focal et accompagné d'un ancillaire simple et adapté, permet de réaliser mieux et plus facilement cette technique, avec une sécurité absolue pour la peau et les tendons. Il doit normalement remplacer rapidement les anciens modèles.

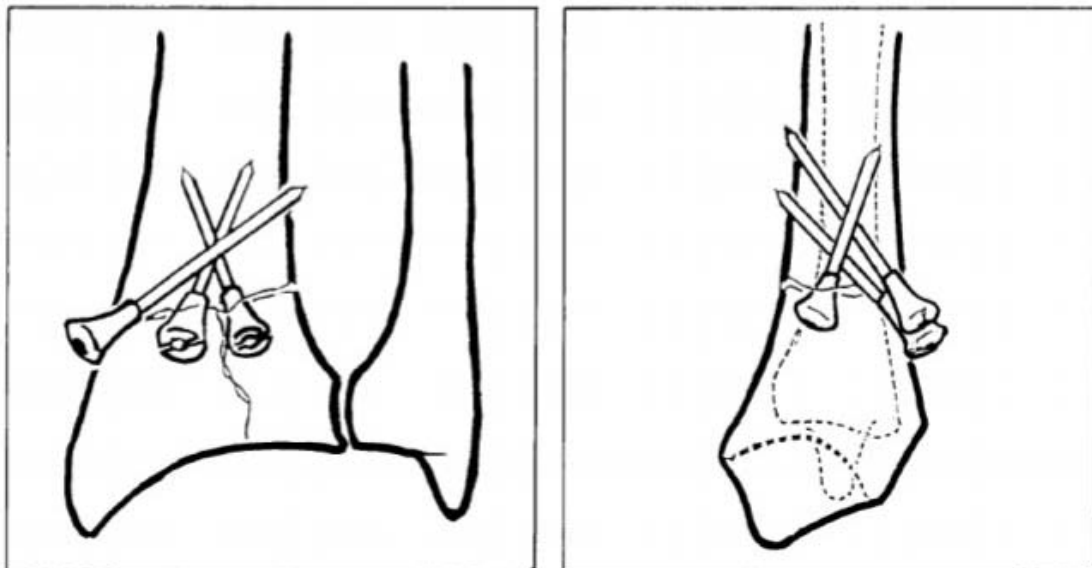


Figure 39 : Embrochage intra focal par broches ARUM [56]

a.6. Le brochage mixte et multiple

Depuis près de 20 ans, l'embrochage des fractures du radius distal a beaucoup évolué. Delattre décrit, en 1996, le brochage intra-focal modifié apportant ainsi trois modifications majeures au brochage intra-focal de Kapandji. L'angulation des broches dorsales est augmentée à 60° permettant ainsi de diminuer les hypo-réductions dans le plan sagittal. La broche externe intra-focale est transformée en broche styloïdienne directe.

Et finalement l'utilisation d'un brochage multiple qui permet d'étendre l'utilisation de l'embrochage à des fractures pluri-fragmentaires comminutives et de réduire les risques d'hyper-réduction.

Ainsi Delattre aboutit à la description du brochage mixte multiple (BMM) utilisant deux broches intra-focales dorsales, une broche intra focale externe et une broche trans-styloïdienne.

b. Les plaques verrouillées :

b.1. Historique des plaques verrouillées

- Depuis la fin des années 1990, on assiste à l'émergence des plaques verrouillées. On parle de « plaques à vis verrouillées » ou « plaques verrouillées » ou « plaques à vis bloquées ». L'objectif est d'avoir une stabilité immédiate et pérenne de l'os fracturé. Le caractère verrouillé permet une stabilité accrue (au travers de l'interface entre tête de vis et plaque), ce qui est intéressant notamment dans l'os porotique. Les plaques verrouillées permettent de passer d'un système bibloc (plaque serrée contre l'os) à un système monobloc (solidarisation de la plaque à l'os grâce à la vis).
- Les premières plaques à vis bloquées mises sur le marché étaient des plaques AO classiques, droites ou obliques en T, avec une visserie 3.5. Cependant l'absence de débattement des vis, ainsi que la nécessité de galber la plaque favorisaient le risque de vis intra-articulaires.

- Par ailleurs le diamètre des vis, et ainsi leur nombre limité en rendaient souvent difficile l'ostéosynthèse des zones épiphysaires des fractures articulaires. [54]

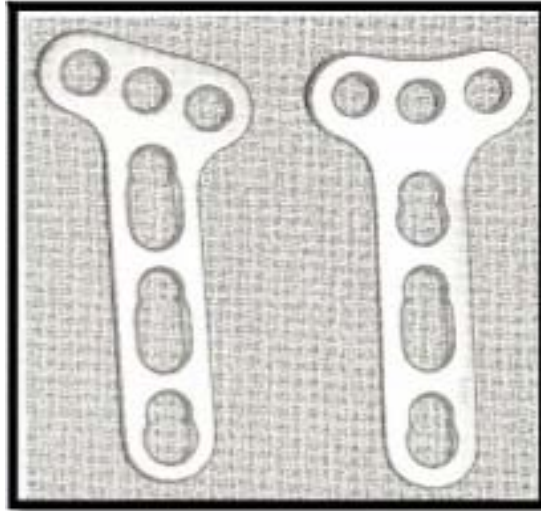


Figure 40. Plaque LCP en T droite et oblique utilisant des vis 3,5 [54].

b.2. Deuxième génération de plaques verrouillées

- La 2ème génération de plaques à vis bloquées est apparue en 2003. Il s'agissait alors d'un matériel spécifique et non d'une adaptation d'un matériel préexistant.
- Cette deuxième génération est marquée par la taille de la visserie (2,4 à 2,7mm) permettant d'aligner 5 vis en zone épiphysaire. (figure41).
- Les avantages théoriques de cette deuxième génération de plaques sont multiples :
- La présence de vis verrouillées dans la plaque permet de conserver dans le temps la réduction obtenue pendant l'intervention. La tenue de l'ostéosynthèse est totalement indépendante de la qualité de l'os. L'ensemble plaque/vis se comporte comme un seul élément.
- Le système ne peut se démonter qu'en bloc.
- L'augmentation du nombre de vis en zone épiphysaire ainsi que leur petite taille permet de mieux contrôler les fractures articulaires.

- La plaque étant posée au ras de la surface articulaire et les vis épiphysaires tangentiellement à la convexité de la glène radiale, il est alors quasi impossible d'observer un déplacement secondaire du foyer de fracture [36].
- Le substitut osseux n'est plus nécessaire devant l'importance de la stabilité de ce type de montage.



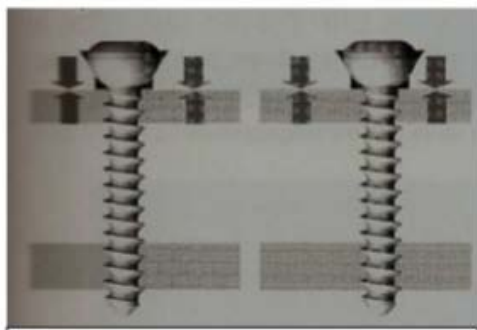
Figure 41 : Exemple de plaque verrouillée 2° génération avec 4 vis verrouillées distales et multidirectionnelles. [54]

c. Troisième génération de plaques verrouillées :

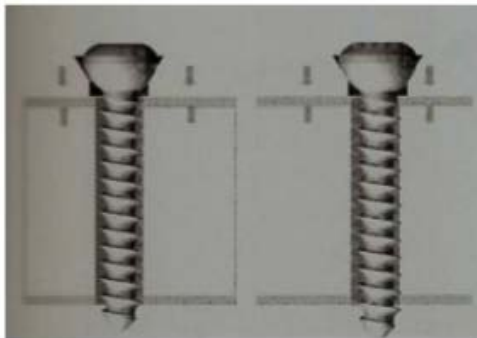
Ainsi est apparue une troisième génération de plaques avec des vis verrouillées poly-axiales où c'est l'opérateur (et non la plaque) qui décide de la direction des vis. Le caractère poly-axial des vis (limité à 10° ou 20°) est un challenge pour le fabricant: les vis doivent rester enfouies et la plaque ne pas dépasser 2 mm d'épaisseur sinon des complications sur l'appareil fléchisseur apparaîtront. Le grand intérêt de cette poly-axialité est de pouvoir ficher une vis dans la styloïde.



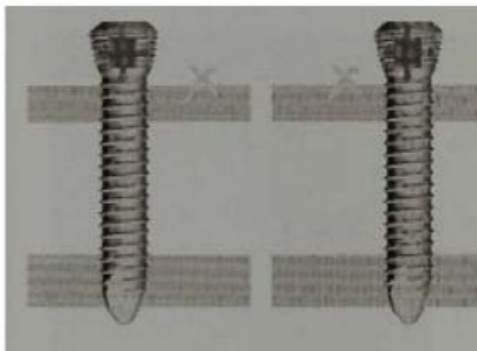
Figure42 : Exemple de plaque verrouillée 3° génération avec des vis verrouillées poly-axiale [57]



Dans un os de bonne qualité, avec corticales épaisses, les forces de friction sont importantes et assurent la tenue du montage.



Dans un os porotique, les corticales sont fines, les forces de frictions sont diminuées et la stabilité du montage compromise



Dans une ostéosynthèse par plaque à vis bloquée, la vis vient se bloquer dans la plaque sans exercer de compression entre la plaque l'os. La stabilité du montage est indépendante des forces de friction entre la plaque et l'os.

Figure43. Principe des vis verrouillées [54].

c.1. Avantage des plaques verrouillées antérieures :

La fixation des fractures du radius distal par les plaques verrouillées antérieures présente plusieurs avantages par rapport aux plaques verrouillées postérieures.

Selon Orbey, l'abord antérieur permet de ne pas ouvrir la comminution postérieure, les cellules nécessaires à la consolidation osseuse ainsi que la vascularisation dorsale du radius sont respectées [59]. Tout ceci permet de réduire l'utilisation d'os artificiel.

De plus l'utilisation de ce type de matériel d'ostéosynthèse permet un positionnement de la plaque à distance des tendons fléchisseurs et extenseurs .Ainsi le risque de tendinite et rupture tendineuse en est bien moins important. La lecture de la littérature rapporte un taux de cette complication de 2% en moyenne pour les plaques verrouillées antérieures (0 à 10% des cas en fonction des études) [58 ; 59]. Les plaques verrouillées postérieures provoquent, quant à elle, un pourcentage 4 fois plus important de lésions tendineuses : 9% en moyenne (0 à 25% des cas en fonctions des études) [60 ; 61 ; 62].

c.2. Ostéosynthèse par plaque verrouillées postérieure :

- Elle est rapportée par plusieurs auteurs dont VICHARD et GRESENWAY. Il faut aborder les fractures à déplacement postérieur et les fixer par voie dorsale, le principal inconvénient est la présence des compartiments ostéo-fibreux des extenseurs difficiles à respecter.
- L'application de la plaque semble plus difficile que par voie antérieure. L'indication pour une fracture extra articulaire est excessive mais on peut la discuter pour une fracture articulaire complexe dont on voudrait contrôler la surface articulaire [54, 63, 64,65].

V. Les voies d'abord : [66].

Une connaissance des différentes voies d'abords et des structures anatomiques environnantes est nécessaire afin de pouvoir réaliser une réduction et une synthèse optimale de ces fractures à foyer ouvert.

1. Les voies palmaires :

Ces voies étaient initialement réservées aux plaques vissées antérieures à effet console dans les fractures à bascule antérieure (**figure 44**). Elles sont devenues le « gold standard » pour l'ostéosynthèse par plaque palmaire à vis verrouillées dans le traitement des fractures à déplacement postérieur.

2. Repères anatomiques :

Le flexor carpi radialis (FCR) est un relief sous-cutané essentiel. Il se trouve sur la face ventrale du poignet sur son versant radial. Il permet de séparer le pédicule radial, sur le versant latéral et, sur le versant médial, le nerf médian, son rameau thénarien et les tendons fléchisseurs des doigts.

Le rameau palmaire du nerf médian passe à environ 3,2 cm en amont du pli de flexion du poignet en position latérale par rapport au nerf médian. Il longe généralement le bord radial du tendon palmaris longus [65]. Au niveau du pli de flexion palmaire du poignet, il devient suprafascial et se distribue aux téguments recouvrant l'éminence thénar.

L'artère radiale et le tronc du nerf médian se trouvent respectivement à 7,8 mm et 8,9 mm du tendon du FCR. Le rameau superficiel du nerf radial est à 24,4 mm du tendon du FCR et à 11,1 mm du tendon du brachio-radialis (BR) [68]

La jonction entre l'extrémité distale du muscle carré pronateur et l'origine des ligaments radiocarpiaux palmaires représente la « watershed line ». Une plaque positionnée au-delà de cette ligne comporte un risque de conflit et d'irritation des tendons fléchisseurs, responsable de douleurs et de ruptures secondaires.

3. Risques principaux

Le risque, le plus fréquent, est la lésion du rabot palmaire du nerf médian. Ce rameau est positionné sur le versant ulnaire de la gaine du FCR [68] .L'absence d'incision cutanée plus médiale que le FCR et le respect du bord médial de la gaine permettent d'éviter le plus souvent cette lésion.

Les voies d'abord antérieures sont nombreuses, mais schématiquement, il existe deux groupes : les voies d'abord issues de la voie de Henry [69] avec un accès sur le versant radial au niveau du FCR et les voies d'abord plus ulnaires comme la voie d'abord palmaire élargie.

4. Technique classique : la voie de Henry

Il existe deux types d'incisions cutanées pour les voies d'abord palmaires découlant de la voie de Henry (**Figure 44**), soit sur le bord radial du FCR, soit centrée sur la gaine du FCR pour réaliser une voie trans-tendineuse, sur une longueur de 7 à 8 cm.

Après avoir récliné le FCR médialement, une dissection soignée du pédicule est réalisée pour le protéger par un écarteur sur le versant radial. En profondeur, l'incision du fascia permet d'isoler le flexor pollicis longus (FPL). Une dissection est ensuite réalisée entre la face profonde des fléchisseurs des doigts et la face superficielle du muscle quadratus pronator (PQ).

Le PQ est désinséré sur son versant radial. La dissection se poursuit dans le plan sous-périosté sous la face profonde du PQ, permettant d'exposer la face antérieure du radius. Un écarteur contre coudé est positionné au sommet de l'articulation radio-ulnaire distale (RUD) offrant ainsi une exposition optimale des différents fragments antérieurs de la fracture.

Une fois l'ostéosynthèse terminée, le PQ est réinséré. La réinsertion du PQ, sur une étude cadavérique, permet de créer un plan de glissement entre la plaque et les fléchisseurs. Mais lors d'une fracture, il existe très souvent une attrition importante du muscle ne permettant pas sa réinsertion, qu'elle soit partielle ou totale.

Un surjet transmusculaire (« running suture ») comme le décrivaient Erhard et al. [70] est souvent difficile à réaliser et certains auteurs préconisent de prélever une bandelette de BR avec le bord radial du fascia du QP, ce qui offre une structure de meilleure qualité lors de la réinsertion [71].

Il existe également des techniques pour éviter la libération du PQ. Imatani et al. [72], comme Dos Remedios et al. [73], réalisent uniquement une libération de la berge distale, qui évite la désinsertion radiale. La plaque est glissée sous le PQ, l'ostéosynthèse est réalisée de part et d'autre des limites proximale et distale du PQ.

Fan et al. [74] ont montré que la réinsertion du muscle QP donnait de meilleurs résultats cliniques à court terme avec un recul de 3 et 6 semaines. Pour autant, il n'a pas été démontré l'intérêt biomécanique de la réinsertion et/ou de la préservation du PQ [75].

La fermeture des plans sous-cutanée et cutané est réalisée avec ou sans drainage aspiratif, en fonction des habitudes du chirurgien, des antécédents du patient et de ses traitements (antiagrégants, anticoagulants).

5. Les variantes de la voie de Henry

5.1. Voie élargie sur le versant radial

Orbay et Fernandez [76].ont proposé une voie d'abord élargie permettant un accès à la fois au versant dorsal du radius et un contrôle intra-articulaire de la réduction fracturaire(**figure 44**). La dissection nécessite de désinsérer le QP de la face antérieure du radius, de son bord radial jusqu'à son versant ulnaire, au bistouri en essayant de préserver le fascia profond. Le BR est désinséré du processus styloïde radial jusqu'à libération complète du premier compartiment des extenseurs.Cette libération réalisée, l'accès aux faces antérieure, latérale et postérieure est possible. Ceci est parfois utile dans les fractures complexes récentes ou dans les reprises pour cal vicieux. Orbayet Fernandez [76].ont montré qu'un mouvement de pronation de la partie proximale du radius permet l'accès au fragment distal, notamment en cas de fracture articulaire avec un enfoncement central type « die punch ».

5.2. Voie élargie sur le versant ulnaire

La variante décrite par Mares et al. [77]. permet de réaliser une fenêtre ulnaire dans les cas de réduction complexe d'un fragment antéro-médial du radius et d'atteinte de la RUD (**figure 44**). L'incision est légèrement médialisée sur le bord médial du FCR. La première partie de la dissection est identique à la voie de Henry, permettant la création de la fenêtre latérale. Ensuite, une dissection sous-cutané supra-fasciale jusqu'au pédicule vasculo-nerveux ulnaire permet de créer une nouvelle fenêtre entre le pédicule ulnaire et la masse des tendons fléchisseurs. Le muscle carré pronateur est préalablement désinséré de ses attaches radiales et récliné sur ses attaches ulnaires au travers de cette fenêtre, donnant accès direct sur le carrefour RUD. Le rameau palmaire du nerf médian n'est pas lésé car il est sub-fascial à ce niveau-là.

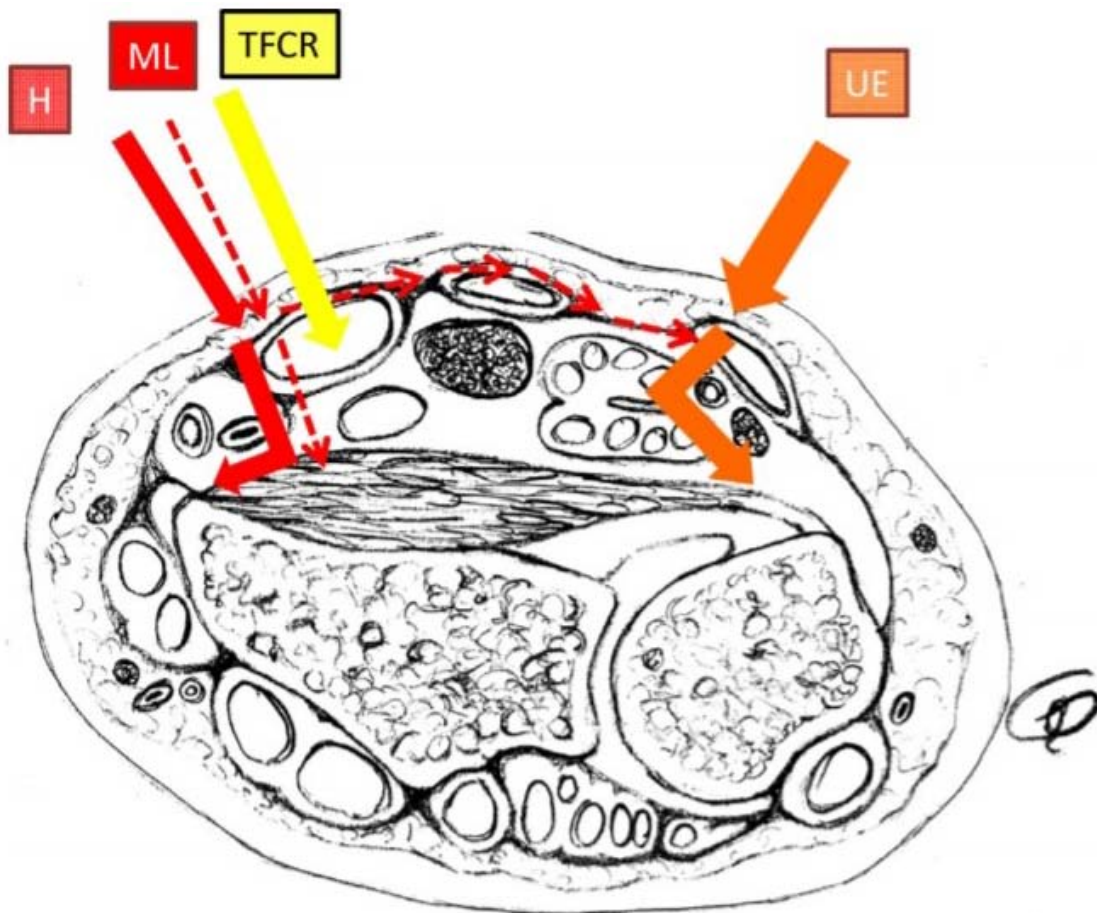


figure 44 :Voies palmaires. H : voie de Henry ; ML : voie médiolatérale ; TFCR :voie trans-FCR ;
UE : voie palmaire élargie.

5.3. Voies « mini-invasives »

Il existe également des techniques dites « mini-invasives » qui ont été décrites au début par Imatani et al. [72]. Ils réalisent uniquement les incisions aux extrémités distale et proximale de la voie d'abord classique de la voie de Henry, en passant la plaque sous le PQ. Cette technique a été améliorée par l'équipe trarbourgeoise [78] avec une seule incision et une réduction première sur la portion distale de la fracture. L'intérêt de ce type de voie d'abord est, théoriquement, la diminution de l'attrition tissulaire et, de fait, une amélioration de la récupération fonctionnelle. Cependant, aucune étude comparative n'a aujourd'hui démontré sa supériorité ni sur la qualité de la réduction de la fracture, ni sur la douleur et le résultat à moyen terme. L'essentiel est d'obtenir une réduction de l'ensemble des lésions osseuses et ligamentaires, seul garant d'un résultat fonctionnel optimal.

5.4. Les gestes associés

Il est parfois nécessaire de faire une neurolyse du nerf médian au canal carpien lorsque persistent des symptômes neurologiques déficitaires malgré une réduction satisfaisante de la fracture. L'accès au canal carpien ne doit pas être réalisé en rejoignant les deux incisions, car il existe un risque de lésion du rameau palmaire du nerf médian, source de névrome très invalidant. Il faut donc réaliser deux incisions séparées.

5.5. Application spécifique

Toutes ces voies sont d'abord adaptées à l'ostéosynthèse par plaque vissée antérieure.

5.6. La voie d'abord palmaire élargie

La voie d'abord palmaire élargie a l'avantage de donner accès directement au versant ulnaire du radius et au canal carpien.

L'incision est réalisée en regard du flexor carpi ulnaris(FCU). Une ligne d'incision est réalisée sur son bord radial est prolongée au bord médial du canal carpien en franchissant le pli de flexion proximal du poignet par une incision brisée.

Après avoir récliné médialement le paquet vasculo-nerveux ulnaire avec le FCU et latéralement les tendons fléchisseurs, l'insertion ulnaire du PQ est exposée. Pour désinsérer le PQ, les stratégies sont les mêmes que celles décrites précédemment.

L'exposition de la face antérieure du radius nécessite d'importantes tractions sur les tendons fléchisseurs et le nerf médian et ne permet une aussi bonne exposition que la voie classique [79]. Mais cette voie offre un accès privilégié sur le carrefour RUD. Elle permet également de contrôler les fragments de type « die punch » et permet une libération du canal carpien sans risque lésionnel du rameau palmaire du nerf médian.

Les applications spécifiques de cette voie d'abord palmaire élargie sont l'ostéosynthèse par plaque palmaire avec un fragment de type « die punch » et la libération extensive du canal carpien.

6. Les voies dorsales

Ces voies d'abords permettent l'accès à la berge postérieure du radius, où s'attachent des ligaments qui assurent la stabilité du carpe (**figure 45**).

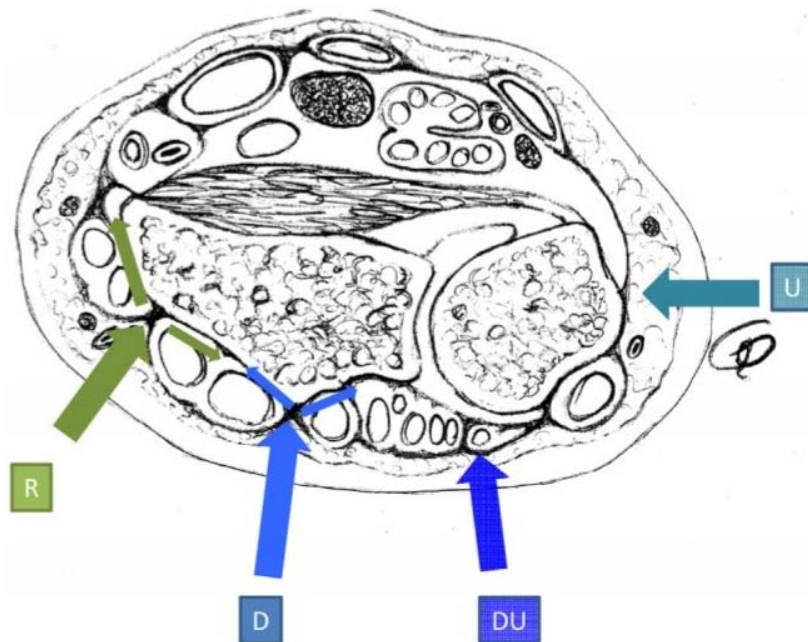


Figure 45 : Voies d'abords dorsales et latérales. R : voie radiale ; D : voie dorsale ; DU : voie dorso-ulnaire ; U : voie ulnaire.

6.1. Repères anatomiques

Le tubercule dorsal (de Lister) sépare les cloisons du tendon extensor pollicis longus (EPL) et des extensores carpi radialis brevis et longus (ECRB, ECRL). Le rétinaculum des extenseurs est une structure conjonctive délimitant 6 compartiments dans lesquels se trouvent les différents tendons extenseurs.

6.2. Technique classique

L'abord dorsal classique est centré sur le tubercule de Lister. La dissection est étendue de part et d'autre de celui-ci en suprafascial afin d'obtenir une exposition complète du rétinaculum des extenseurs en repoussant les rameaux dorsal du nerf ulnaire et du rameau superficiel du nerf radial avec le tissu sous-cutané **figure 45**).

La troisième coulisse est ensuite repérée et incisée, le tendon de l'EPL est récliné en sous-cutané. Le nerf interosseux postérieur est disséqué et préservé afin de conserver sa fonction proprioceptive.

L'os est exposé en réclinant le rétinaculum des extenseurs et les tendons extenseurs, soit en sous-périosté, soit en incisant les différents septums sagittaux.

Le nerf interosseux postérieur est retrouvé entre le troisième et quatrième compartiment. La conservation de ce nerf doit être la plus importante possible car ce nerf est un des régulateurs majeurs de la proprioception du carpe **[80]**.

L'accès à la face dorsale est direct. Il est possible d'avoir un contrôle articulaire par un abord au travers de la partie postérieure de la capsule, ou en relevant la berge postérieure du radius.

La mise en place d'une ostéosynthèse par plaque nécessite la résection du tubercule de Lister avec une pince gouge, afin d'obtenir une surface sans aspérité. La réinsertion du rétinaculum est réalisée au sommet du tubercule de Lister, laissant très souvent l'EPL dans le plan sous-cutané.

6.3. Application spécifique.

Cet abord est utilisé seul pour l'ostéosynthèse par plaques postérieures.

Il doit être préféré à la voie palmaire dans les cas des fracture–luxation radio–carpienne postérieure avec fracture de la berge dorsale du radius ou enfoncements articulaires postérieurs, car c'est la seule voie qui permettra de réparer les lésions ligamentaires et osseuses associées à ce type de fracture.

Cet abord peut être combiné avec une voie palmaire si celle-ci n'est pas suffisante pour obtenir un contrôle des fragments postérieurs du radius ou si l'on souhaite obtenir un contrôle visuel exhaustif de la réduction articulaire et que l'on ne pratique pas les techniques arthroscopiques.

7. Les voies d'abord latérales radiales.

Ces voies sont utilisées lors de l'abord d'un fragment radial pour un vissage simple ou lors d'une ostéosynthèse plus complexe avec une ostéosynthèse de type fragments spécifiques.

7.1. Repères anatomiques

Le rameau superficiel du nerf radial émerge en dessous du tendon du BR, à environ 8–9 cm en amont du processus styloïde radial et se divise en moyenne en quatre branches [68].

7.2. Technique classique

Une incision de 5–6 cm est réalisée entre peau palmaire et dorsale (**figure 45**). La dissection du tissu sous–cutané est minutieuse afin d'isoler les branches du rameau superficiel du nerf radial. Une libération des tendons du premier et du deuxième compartiment est faite en sous–périosté, donnant accès au processus styloïde et à la face postérieure du radius. À la face profonde du premier compartiment, l'insertion distale du BR est réclinée de distal en proximal en fonction des besoins de l'exposition. L'accès à la face palmaire est mal aisé.

7.3. Applications spécifiques

Ses applications spécifiques sont : l'ostéosynthèse type fragment spécifique et la fracture cunéenne externe.

8. Les voies d'abords ulnaires

Il existe deux voies différentes, la voie dorso-ulnaire et la voie ulnaire pure. Elles ne sont utilisées que pour traiter des lésions associées à une fracture de l'EDR : fracture du versant ulnaire, luxation RUD.

8.1. Repères anatomiques

Le rameau dorsal du nerf ulnaire passe à environ 3-5 cm en amont du processus styloïde ulnaire [81].

8.2. Technique classique

8.3. La voie dorso-ulnaire

Une incision de 4-5 cm est centrée sur la RUD. Le 5^{ème} compartiment des extenseurs est isolé et incisé sur toute sa longueur (**figure 45**). La face profonde du compartiment est ensuite incisée, donnant accès à la RUD, au ligament triangulaire et les ligaments ulno_carpéens. La réinsertion des différents plans doit être minutieuse, réalisée par des points solides en X, sinon cet abord peut être source d'instabilité.

Ses applications spécifiques sont la luxation RUD, une lésion du TFCC dont on souhaite la chirurgie à ciel ouvert.

8.4. La voie ulnaire pure

Une incision de 5-6 cm est réalisée entre peau palmaire et dorsale (**figure 45**). La dissection du tissu sous-cutané est minutieuse afin d'isoler le rameau dorsal du nerf ulnaire. L'abord du quart distal de l'ulna est réalisé par un décollement sous-périosté de l'ECU

dorsalement et du FCU qui est récliné en avant avec le paquet ulnaire par des écarteurs contre coudés. La fermeture se fait directement par les plans cutanés.

Ses applications spécifiques sont la fracture du quart distal de l'ulna et une lésion du col ou de la tête ulnaire.

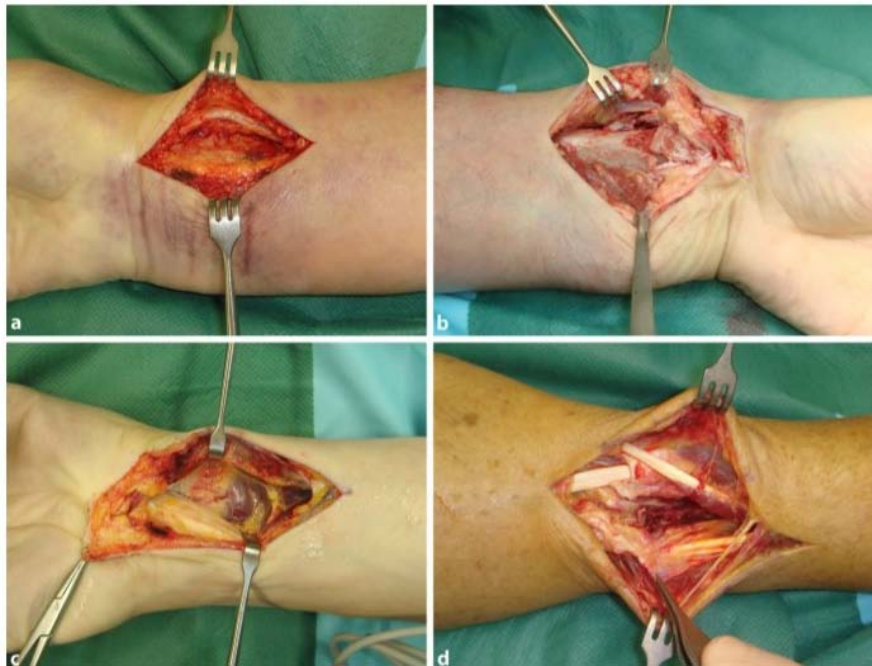


figure 46 : a Approche Henry. b Approche Orbay. c Approche ulno-palmaire. d Approche dorsale.[88].

VI. Score d'évaluation des résultats fonctionnels

Ils existent plusieurs scores pour évaluer les résultats fonctionnels des fractures de l'extrémité inférieure du radius, les auteurs des études incluses dans notre méta-analyse ont utilisé le score de DASH.

1. Le DASH score [82].

Le DASH score est un questionnaire en 30 points d'auto-évaluation subjective de la capacité fonctionnelle globale des deux membres supérieurs. Mis au point en Amérique du Nord

en 1994, il a l'avantage de s'adresser à une très large proportion de la population, d'être rempli par le patient lui-même, sans aide, en quelques minutes, et de s'appliquer aussi bien à la main qu'à l'ensemble du membre supérieur.

Le DASH comporte deux composantes :

- la première porte sur l'incapacité et les symptômes (30 questions, score de 1 à 5)
- la seconde comporte deux modules optionnels, sur le travail et sur le sport/musique (4 questions par module, score de 1 à 5).

1.1. Score sur l'incapacité et les symptômes :

Au moins 27 des 30 questions doivent être répondues pour pouvoir calculer un score global. Additionnez les réponses de chaque question et divisez par le nombre de questions répondues pour en faire la moyenne. Vous obtiendrez un score sur cinq. Pour obtenir un score sur 100, soustrayez un et multipliez par 25. Cette transformation est faite pour faciliter la comparaison avec d'autres mesures dont l'échelle est de 0 à 100. Plus le score est élevé, plus l'incapacité est élevée.

Score du DASH = (somme des valeurs choisies/nombre de questions répondues)-1)*25).

1.2. Modules optionnels (sport/music ou travail) :

Chaque module optionnel contient quatre questions. Ces modules peuvent être complétés ou non par l'individu en raison de la nature des questions. Le but de ces modules optionnels est d'identifier des difficultés spécifiques qu'un athlète professionnel, des artistes ou d'autres groupes de travailleurs particuliers pourraient expérimenter, mais qui n'affectent pas les activités de la vie quotidienne. Pour ces groupes, la première portion du DASH (30 questions) ne permettrait pas de cibler des difficultés. La même procédure est utilisée pour calculer le score des modules optionnels. Toutes les quatre questions doivent être répondues pour pouvoir calculer un score. Additionnez simplement les valeurs de chaque réponse et divisez pas quatre (nombre de questions), soustrayez un et multipliez par 25 pour obtenir un score sur 100.

1.3. Données manquantes :

Si plus de 10% des questions (c'est-à-dire, plus de trois questions) ne sont pas répondus, il n'est pas possible de calculer un score sur l'incapacité et les symptômes. Aucune donnée manquante ne peut être acceptée pour les modules optionnels puisqu'il n'y a que quatre questions.

► Capacité à réaliser les activités suivantes

Veillez évaluer votre capacité à réaliser les activités suivantes **au cours des 7 derniers jours**.
(Entourez une seule réponse par ligne.)

| | Aucune difficulté | Difficulté légère | Difficulté moyenne | Difficulté importante | Impossible |
|---|-------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|------------|
| 1. Dévisser un couvercle serré ou neuf | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2. Écrire | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3. Tourner une clé dans une serrure | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4. Préparer un repas | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5. Ouvrir un portail ou une lourde porte en la poussant | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6. Placer un objet sur une étagère au-dessus de votre tête | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7. Effectuer des tâches ménagères lourdes (nettoyage des sols ou des murs) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8. Jardiner, s'occuper des plantes (fleurs et arbustes) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 9. Faire un lit | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10. Porter des sacs de provisions ou une mallette | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 11. Porter un objet lourd (supérieur à 5 Kg) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 12. Changer une ampoule en hauteur | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 13. Se laver ou se sécher les cheveux | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 14. Se laver le dos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 15. Enfiler un pull-over | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 16. Couper la nourriture avec un couteau | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 17. Activités de loisir sans gros effort (jouer aux cartes, tricoter, etc.) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 18. Activités de loisirs nécessitant une certaine force ou avec des chocs au niveau de l'épaule du bras ou de la main (bricolage, tennis, golf, etc.) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 19. Activités de loisirs nécessitant toute liberté de mouvement (badminton, lancer de balle, pêche, Frisbee, etc.) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 20. Déplacements (transports) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 21. Vie sexuelle | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Figure 47 : le score de DASH

22. Pendant les 7 derniers jours, à quel point votre épaule, votre bras ou votre main a-t-elle gêné vos relations avec votre famille, vos amis ou vos voisins ? (entourez une seule réponse)

1 Pas du tout 2 légèrement 3 moyennement 4 beaucoup 5 extrêmement

23. Avez-vous été limité dans votre travail ou une de vos activités quotidiennes habituelles du fait (en raison, par) de problèmes à votre épaule, votre bras ou votre main ? (entourez une seule réponse)

1 Pas du tout limité 2 légèrement limité 3 moyennement limité 4 Très limité 5 incapable

► **Sévérité des symptômes**

Veuillez évaluer la sévérité des symptômes suivants **durant les 7 derniers jours** (entourez une réponse sur chacune des lignes)

| | Aucune | légère | moyenne | importante | extrême |
|---|--------|--------|---------|------------|---------|
| 24. Douleur de l'épaule, du bras ou de la main | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 25. Douleur de l'épaule, du bras ou de la main en pratiquant une activité particulière Précisez cette activité : | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 26. Picotements ou fourmillements douloureux de l'épaule, du bras ou de la main | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 27. Faiblesse du bras, de l'épaule ou de la main | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 28. Raideur du bras, de l'épaule ou de la main | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

29. Pendant les 7 derniers jours, votre sommeil a-t-il été perturbé par une douleur de votre épaule, de votre bras ou de votre main ? (entourez une seule réponse)

1 Pas du tout 2 un peu 3 moyennement 4 Très perturbé 5 insomnie complète

30. « Je me sens moins capable, moins confiant ou moins utile à cause du problème de mon épaule, de mon bras ou de ma main »

1 Pas du tout d'accord 2 Pas d'accord 3 Ni d'accord ni pas d'accord 4 D'accord 5 Tout à fait d'accord

► **Méthode de calcul**

Le score global se présente sous la forme d'un score sur 100 par la méthode de calcul suivante :

$$\frac{[(\text{somme des } n \text{ réponses}) - 1] \times 25}{n}$$

Le score n'est valide que dans la mesure où 90% des questions ont été renseignées par le patient (soit 3 valeurs manquantes au plus).

Pour plus de précisions sur la méthode de calcul, vous pouvez consulter le lien suivant :

<http://www.dash.iwh.on.ca/assets/images/pdfs/score.pdf>

Figure48: le score de DASH

► **Gêne occasionnée lorsque vous jouez d'un instrument ou que vous pratiquez un sport**

Les questions suivantes concernent la gêne occasionnée par votre épaule, votre bras ou votre main lorsque vous jouez d'un instrument ou que vous pratiquez un sport ou les deux. Si vous pratiquez plusieurs sports ou plusieurs instruments (ou les deux), vous êtes priés de répondre en fonction de l'activité qui est la plus importante pour vous.

Indiquez le sport ou l'instrument qui est le plus important pour vous :

Entourez 1 seule réponse par ligne, considérant vos possibilités durant les 7 derniers jours. Avez-vous eu des difficultés ? :

| | Aucune difficulté | Difficulté légère | Difficulté moyenne | Difficulté importante | Impossible |
|--|-------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|------------|
| Pour pratiquer votre sport ou jouer de votre instrument avec votre technique habituelle | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Pour pratiquer votre sport ou jouer de votre instrument à cause des douleurs de votre épaule, de votre bras ou de votre main | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Pour pratiquer votre sport ou jouer de votre instrument aussi bien que vous le souhaitez | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Pour passer le temps habituel à pratiquer votre sport ou jouer de votre instrument | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

► **Gêne occasionnée au cours de votre travail**

Les questions suivantes concernent la gêne occasionnée par votre épaule, votre bras ou votre main au **cours de votre travail**.

Entourez la réponse qui, sur chacune des lignes, décrit le plus précisément vos possibilités **durant les 7 derniers jours**.

Si vous n'avez pas pu travailler pendant cette période, considérez comme « **impossible** » les quatre propositions suivantes :

Avez-vous eu des difficultés ? :

| | Aucune difficulté | Difficulté légère | Difficulté moyenne | Difficulté importante | Impossible |
|--|-------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|------------|
| Pour travailler en utilisant votre technique habituelle | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Pour travailler comme d'habitude à cause de la douleur de votre épaule, de votre bras ou de votre main | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Pour travailler aussi bien que vous le souhaitez | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Pour passer le temps habituellement consacré à votre travail | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Figure 49: le score de DASH

VII. Coût économique :

Le coût économique pour la société est difficile à appréhender dans sa globalité

Ce sont les coûts directs en lien avec l'utilisation du système de santé qui font l'objet d'estimation. Les conséquences indirectes sur l'autonomie, sur les modifications des habitudes de vie et sur le coût de la dépendance, sont mal connues et seraient pour certains auteurs supérieurs aux coûts directs.

Au cours de cette dernière décennie, on a assisté à une augmentation rapide de l'utilisation des plaques verrouillées malgré le coût supplémentaire des implants (Mellstrand-Navarro et al 2014 [97]). Ce changement de pratique s'appuie principalement sur les résultats des études qui ont suggéré que les plaques verrouillées offrent de meilleurs résultats radiologiques et/ou fonctionnels (Karantana et al 2013[5], Rozental et al 2009[12], Marcheix et al 2010 [9], McFadyen et al 2011[8], Hollevoet et al 2011[15]).

À l'instar de ce changement une étude a été menée au Royaume-Uni en 2015 visant à comparer le coût-efficacité entre l'embrochage et la plaque verrouillée intitulée: **Cost-effectiveness of percutaneous fixation with Kirschner wires versus locking-plate for adult patients with a dorsally displaced fracture of the distal radius from the DRAFFT trial.** qui s'est déroulé dans 18 centres de traumatologie au Royaume-Uni. [96]

Caractéristique de l'étude :

Tableau

| Etude/année de publication | Type d'étude | Groupe de traitement | | Classification OTA A/B/C | | total | Age moyen | | Sexe H/F | Suivi en mois |
|----------------------------|--------------|----------------------|-----|--------------------------|----------|-------|-----------|------|----------|---------------|
| | | LP | PIN | LP | PIN | | LP | PIN | | |
| S. Tubeuf et al 2015 [96] | RCT | 230 | 230 | 149/5/74 | 157/3/66 | 460 | 58,3 | 59,7 | 76/378 | 12 |

L'analyse comprend à la fois la perspective des services de santé à savoir : Le coût de la chirurgie, des implants, de la physiothérapie, etc. – et la perspective sociétale qui comprend le coût du temps d'arrêt de travail et des soins privés.

1. Résultats :

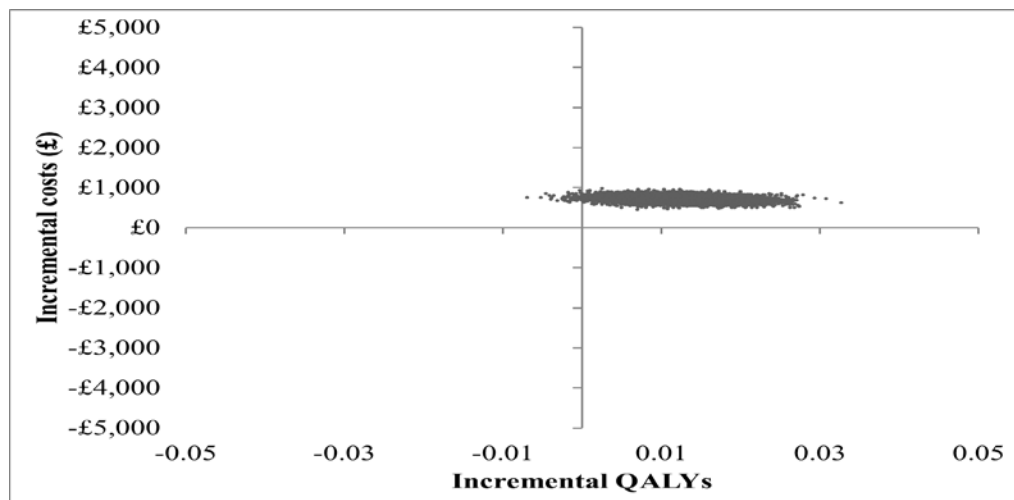


Figure50 : Graphique objectivant le résultat coût-efficacité généré à partir des différences moyennes de coûts et de QALY sur 12 mois [96].

La figure 50 montre que tous les points se situent au-dessus de l'axe des abscisses, et que davantage de points se trouvent à droite de l'axe des ordonnées. Ce qui indique que la plaque verrouillée est une technique coûteuse (714£ supplémentaire). Mais offre une meilleure qualité de vie (0,008 QALY ce qui équivaut à trois jours supplémentaires en parfaite santé par an).

Le RCE (rapport coût efficacité) entre les deux méthodes était de 89 322 £ par QALY. Dans ces conditions, la plaque verrouillée ne pouvait pas être considérée comme rentable car son RCE était supérieur à la fourchette NICE de 20 000 à 30 000 £ par QALY.

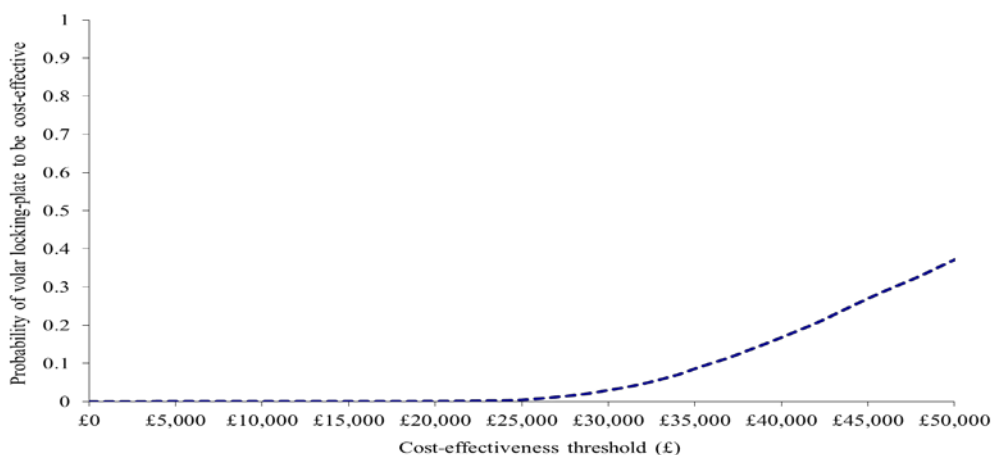


Figure51 : Courbes d'acceptabilité coût-efficacité à 12 mois.[96]

2. Conclusion :

L'évaluation économique dépend du choix de la fixation ; donc la fixation par embrochage pourrait alors être qualifiée d'avantage d'une intervention économique.

VIII. META-ANALYSE : [92]

1. Généralités.

La méta-analyse est une procédure d'analyse secondaire des données provenant de plusieurs études portant sur une même intervention pour permettre d'en évaluer la meilleure option. La synthèse de l'information peut être réalisée à partir d'études de cohortes, d'études cas-témoins ou, idéalement, d'essais cliniques randomisés qui fournissent l'évidence scientifique la plus valide. Elle comprend une analyse qualitative et quantitative des différentes études qui consiste à combiner les données par différentes méthodes statistiques pour aboutir à une mesure d'effet résumé. C'est un outil statistique utile pour répondre à une question de recherche quand les résultats des différentes études sont discordants ou quand les effectifs de chaque étude sont trop faibles pour détecter une différence significative (manque de puissance statistique) ou quand un grand essai clinique serait trop coûteux ou difficile à réaliser.

1.1. Étapes principales de la réalisation d'une méta-analyse : [92]

La réalisation d'une méta-analyse doit respecter une démarche rigoureuse pour garantir la validité de ses conclusions .donc plusieurs étapes sont à suivre :

1. Définir l'objectif.
2. Recherche bibliographique exhaustive:
 - banques de données informatisées, recherche manuelle, etc.
 - études publiées ou non.

3. Sélection des études:
 - critères d'exclusion, d'inclusion.
 - qualité des études.
4. Recueil des données :
 - à l'aveugle
 - accord entre différents observateurs
5. Etude de l'hétérogénéité :
 - clinique et statistique.
6. Analyse statistique.
7. Interprétation et discussion des résultats médicaux et économiques

1.2. Avantage et limites de la méta-analyse :

a. Avantage : [92]

1. plus objective que les revues de synthèse classique de la littérature. Une large quantité d'informations peut être ainsi synthétisée sous une forme concise et être utilisée par des cliniciens, des décideurs en politique de santé et des économistes de la santé.
2. permet d'améliorer la précision et la puissance des études.
3. la réalisation d'une méta-analyse est moins coûteuse que la mise en place d'une nouvelle étude randomisée avec un effectif important.
4. La synthèse de données d'études distinctes réalisées dans des milieux varies peut permettre une meilleure généralisation des résultats par rapport à une étude réalisée dans un seul centre.
5. La méta-analyse peut générer des hypothèses de recherche, notamment en examinant la variation de l'effet observe d'une étude à l'autre.

b. Limite :

1. L'existence d'un biais de publication, équivalent au biais de sélection des études épidémiologiques classiques, provient du fait que certaines études ne sont pas publiées et donc difficilement repérables.
2. Les biais de langue (ne sont inclus dans la méta-analyse que les essais publiés en anglais)
3. Les biais de multiple publication (les essais montrant un traitement très efficace sont publiés plusieurs fois),
4. Les biais d'indexation dans les bases de données (un essai sera d'autant plus souvent publié dans une revue indexée qu'il conclut à une différence importante entre les traitements).
5. Les biais de sélection et biais de mémorisation dans les études rétrospectives, ainsi que celles liées à la non prise en compte de facteurs de confusion (dans les études rétrospectives et prospectives).

De tels biais peuvent être détectés sur un graphique montrant en abscisses le résultat de l'essai et en ordonnées le nombre de sujets inclus dans l'essai : graphique en entonnoir renversé (en anglais "funnel plot"). En l'absence de biais, l'entonnoir doit être symétrique Si on observe à la base de l'entonnoir une asymétrie, il y a vraisemblablement un biais expliquant cette répartition.

2. Définitions de base de données :

Pour notre méta-analyse, nous avons mené une large recherche bibliographique sur les bases de données suivantes :

MEDLINE: (Medical Literature Analysis and Retrieval System Online) est une base de données bibliographiques, gérée par la bibliothèque nationale américaine (United States National Library of Medicine) qui couvre tous les domaines médicaux et bio_médicaux de l'année 1946 à nos jours.

Pubmed : est l'interface sur le web de la base de données medline.

La Cochrane Library : est une ressource sur les soins de santé fondés sur des données probantes qui recherche simultanément six bases de données internationales dans le domaine biomédical et qui contiennent au total plus de 780 000 références publiées depuis 1898. Ces bases de données incluent la Cochrane Database of Systematic Reviews, une base de données qui donne accès à des revues systématiques, publiées depuis 1996, portant sur des interventions thérapeutiques; la Database of Abstracts of Reviews of Effects (DARE) permet l'accès à des sommaires structurés de revues systématiques; le Cochrane Central register of Controlled Trials (CENTRAL) fournit des références de publications sur la méthodologie utilisées pour la réalisation d'études cliniques contrôlées; la Health Technology Assessment Database (HTA) donne accès à des références d'études d'évaluation des technologies de la santé; et la National Health Service Economic Evaluation Database (NHSEED) contient des références d'évaluations économiques

EMBASE : est la version informatisée de la base Excerpta Medica. Elle est gérée par l'éditeur néerlandais Elsevier. EMBASE contient plus de 6 millions de références issues de plus de 3 500 journaux publiés dans 110 pays. Elle offre une bonne couverture de la littérature européenne : parmi les 313 journaux biomédicaux publiés en France, EMBASE en indexe 137 soit 44%, contre seulement 87 (28%) pour BIOSIS, 82 (26%) pour MEDLINE, 28 (9%) pour Science Citation Index et 19 (6%) dans les Current Contents – Life Science. Le délai d'intégration des références est parmi les plus rapides, inférieur à 1 mois. Le taux de recouvrement avec MEDLINE est estimé à seulement 35-40%. Ce taux relativement faible est un argument de plus en faveur de la nécessité d'utiliser plusieurs bases de données bibliographiques pour la recherche des études et non pas de se limiter à MEDLINE.

Google scholar : créé en 2004, est un moteur de recherche de Google spécialisé dans la littérature des revues universitaires.

3. Brève présentation du Jamovi.[90]

3.1. Généralités :

Le Jamovi est un logiciel pour l'analyse statistique gratuit, open-source et multi-plateforme. Il peut représenter une alternative aux logiciels propriétaires comme SPSS. De plus, le logiciel s'inscrit dans l'écosystème de R, tout en gardant cependant une interface utilisateur de type "spreadsheet", et peut donc représenter un élément de transition vers un outil plus puissant et flexible, il est téléchargeable gratuitement sur le site [https : //www.jamovi.org](https://www.jamovi.org)

3.2. Caractéristiques principales et fonctionnalités :

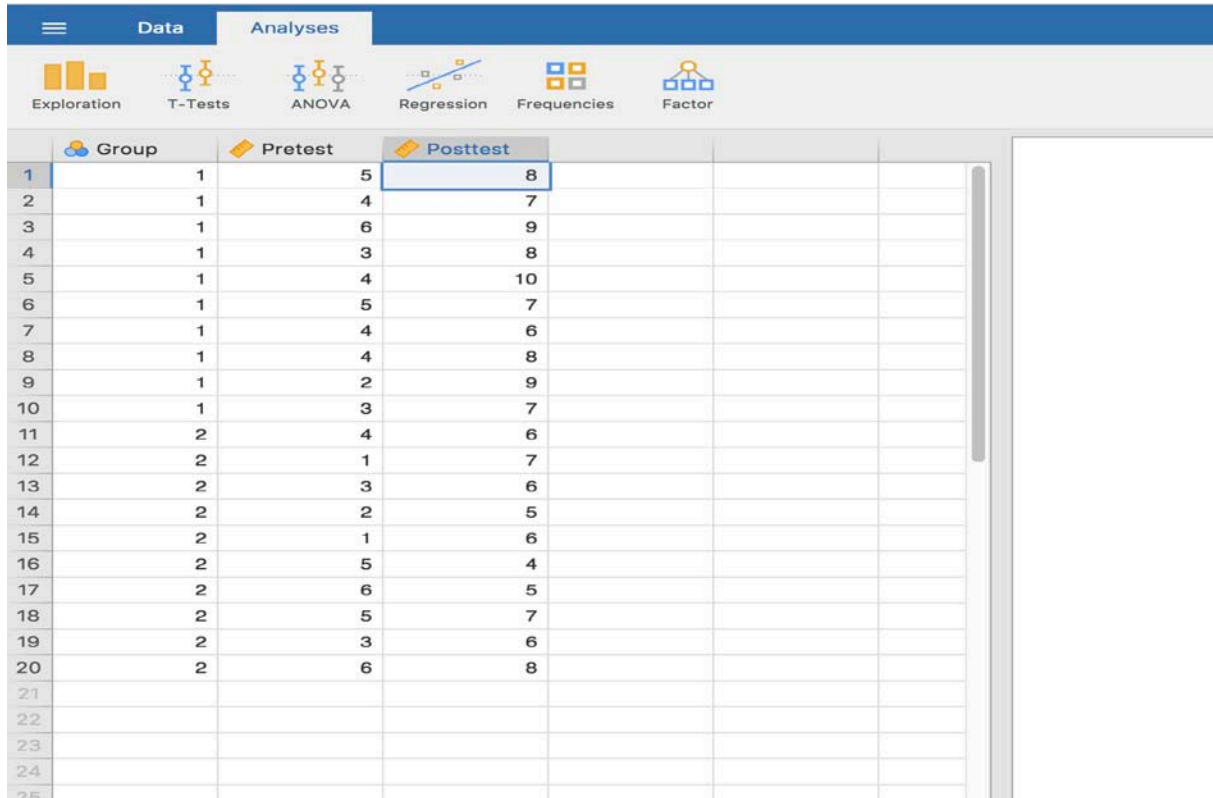
Le Jamovi permet d'exécuter les principales activités liées à l'analyse et l'exploration de données à savoir.

- Importer des données depuis plusieurs formats, y compris des fichiers SPSS, Stata, SAS et JASP.
- Créer/Modifier/Transformer/Filtrer les variables selon un format tabulaire/spreadsheet.
- Mener des analyses descriptives (moyenne, mode, médiane, ...)
- Mener des analyses statistiques inférentielles (voir plus bas pour la liste)
- Produire les résultats des analyses déjà en forme APA (e.g. tableau ANOVA) et/ou dans un format qui peut être facilement ajouté dans un document de texte
- Sauvegarder tous les actions, options, analyses, ... dans un même fichier qui peut être facilement exporté et partagé avec d'autres
- Utiliser une modalité hybride qui montre la syntaxe R des analyses.
- Créer des modules/extensions pour d'autres analyses et/ou représentations graphiques en utilisant la syntaxe R .(Le R est un langage de programmation open-source dédié aux statistiques et aux bases de données).

3.3. Interface du Jamovi

L'interface de Jamovi se divise principalement en deux parties :

- Une partie pour les **données**
- Une partie pour les **analyses**



The screenshot shows the Jamovi software interface. At the top, there are two tabs: 'Data' and 'Analyses'. Below the tabs, there are several icons representing different statistical tests: Exploration, T-Tests, ANOVA, Regression, Frequencies, and Factor. The main area of the interface is a data table with the following columns: 'Group', 'Pretest', and 'Posttest'. The table contains 25 rows of data. The 'Group' column has values 1 and 2. The 'Pretest' column has values 5, 4, 6, 3, 4, 5, 4, 4, 2, 3, 4, 1, 3, 2, 1, 5, 6, 5, 3, 6. The 'Posttest' column has values 8, 7, 9, 8, 10, 7, 6, 8, 9, 7, 6, 7, 6, 5, 6, 4, 5, 7, 6, 8.

| | Group | Pretest | Posttest |
|----|-------|---------|----------|
| 1 | 1 | 5 | 8 |
| 2 | 1 | 4 | 7 |
| 3 | 1 | 6 | 9 |
| 4 | 1 | 3 | 8 |
| 5 | 1 | 4 | 10 |
| 6 | 1 | 5 | 7 |
| 7 | 1 | 4 | 6 |
| 8 | 1 | 4 | 8 |
| 9 | 1 | 2 | 9 |
| 10 | 1 | 3 | 7 |
| 11 | 2 | 4 | 6 |
| 12 | 2 | 1 | 7 |
| 13 | 2 | 3 | 6 |
| 14 | 2 | 2 | 5 |
| 15 | 2 | 1 | 6 |
| 16 | 2 | 5 | 4 |
| 17 | 2 | 6 | 5 |
| 18 | 2 | 5 | 7 |
| 19 | 2 | 3 | 6 |
| 20 | 2 | 6 | 8 |
| 21 | | | |
| 22 | | | |
| 23 | | | |
| 24 | | | |
| 25 | | | |

Figure 52:interface du Jamovi[92]

On travaille principalement avec une feuille de calcul, qui est au cœur de toutes nos analyses. Les valeurs peuvent être ajoutées manuellement dans chaque cellule ou vous pouvez importer des valeurs existantes à partir de plusieurs types de fichiers.

Cependant les configurations et fonctions avancées des cellules ne sont pas incluses et vous ne pouvez donc pas les importer de feuilles de calcul sophistiquées. Les informations peuvent être personnalisées pour avoir une meilleure chance de remplir correctement tous les champs d'analyse. Un double-clic sur les en-têtes de colonne **Jamovi** vous permet de choisir les valeurs de type à afficher, avec des options pour le texte continu et nominal.

4. comparaison avec d'autre méta-analyse.

Nous avons comparé notre méta-analyse avec les méta-analyses suivantes :

Tableau XIX : Nombre d'articles et total des patients de chaque méta-analyse.

| Les méta-analyses | Nombre d'articles | Total des patients |
|--------------------------|-------------------|--------------------|
| Peng et al 2017[99] | 20 | 1805 |
| Shen et al2016[101] | 7 | 874 |
| Zong 2015[100] | 7 | 875 |
| Youlden2018[102] | 14 | 1538 |
| Jin et al2016[103] | 6 | 820 |
| Chaudhry et al 2015[104] | 7 | 875 |
| Notre méta-analyse 2021 | 25 | 2297 |

Tableau XXI: Les bases de données utilisées par chaque méta analyse dans leurs recherches documentaires.

| Les méta _analyses | Cochrane Library | PubMed | Embase | Google scolar | Autres |
|--------------------------|------------------|--------|--------|---------------|--------|
| Peng et al 2017[99] | + | + | + | + | + |
| Shen etal2016[101] | + | + | + | | |
| Zong 2015[100] | | + | | | + |
| Youlden2018[102] | + | | + | | + |
| Jin Shao et al2016[103] | | + | + | | + |
| Chaudhry et al 2015[104] | + | | + | | + |
| Notre méta-analyse 2021 | + | + | + | + | |

+ :Recherche y faite

Dans la recherche documentaire : on trouve que CochraneLibrary, PubMed et Embase sont les bases de données les plus utilisées par les différentes méta_analyses.

Tableau XXII : Etudes Primaires Incluses dans des méta-analyses.

| articles | Les méta_analyses | | | | | | Notre méta-analyse 2021 |
|--------------------------|-------------------|----------------|-----------|--------------|---------------|---------------------|-------------------------|
| | Peng et al 2017 | Shen et al2016 | Zong 2015 | Youlden 2018 | Jin et al2016 | Chaudhry et al 2015 | |
| Hull et al2010. [3] | | | | + | | | + |
| Jubel et al [20] | | | | + | | | + |
| Goehre et al2013[4] | + | + | | + | | + | + |
| Karantana etal.2013.[5] | + | + | + | + | + | + | + |
| Lee et al2011[6] | | | | + | | | + |
| Bahari et al.2013[7] | + | | | + | | | + |
| McFadyen et al2011[8] | + | + | + | + | | + | + |
| Marcheix et al2010[9] | + | + | + | + | | + | + |
| Maire et al2013[10] | | | | + | | | + |
| Oshige et al.2007. [11] | | | | + | | | + |
| Rozental etal.2009[12] | + | + | + | + | + | + | + |
| Dzaja et al2013[13] | | | | + | | | + |
| Costa et al2014[14] | + | + | + | + | + | + | + |
| Hollevoet etal2007[15] | | + | | + | | + | + |
| Tronci et al2013[16] | | | | + | | | + |
| Brennan et al2015[17] | | | | + | | | + |
| żyluk et al.2018[18] | | | | | | | + |
| Pappu et al2019[19] | | | | | | | + |
| Ghoneem etal2016[21] | | | | | | | + |
| Yetkin et al2017[22] | | | | + | | | + |
| Jagdev et al2017[23] | | | | | | | + |
| Naveed et al2020[24] | | | | | | | + |
| Shrestha B,et al2018[25] | | | | | | | + |
| Sunil H et al2017[26] | | | | | | | + |
| IMRAN et al2018[27] | | | | | | | + |

Dans les Etudes Primaires Inclues dans les méta-analyses: on trouve que les 3 études ; Costa et al2014 [14], Rozental et al.2009 [12] et Karantana et al.2013. [5] étaient utilisées dans plusieurs méta-analyses.

4.1. Etude fonctionnelle.

Nos résultats ont montré qu'il n'y a pas de différence significative en matière de DASH score. Des méta-analyses menées par Peng et al 2017 Zong 2015, Youlden2018, Jin Shao et al2016, Chaudhry et al 2015ont toutes objectivées que la plaque verrouillée, offre du meilleur résultat en matière De DASH score .sauf Longxiang Shen et al2016 qui a montré qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative.

4.2. Etude radiologique.

Notre méta-analyse n'a pas montré de différence statistiquement significative pour les trois index radiologiques à savoir l'angle d'antéversion, la pente radiale et la longueur radiale. Chaudhry et al 2015, Youlden2018: il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les deux méthodes chirurgicales. Cependant dans la méta-analyse de Peng et al 2017, la plaque verrouillée donne de résultats radiologiques satisfaisants.

4.3. L'infection.

En ce qui concerne l'infection, nous avons trouvé un risque plus élevé dans le groupe traité par embrochage que celui traité par la plaque verrouillée.Peng et al 2017, Zong 2015, Youlden2018, Chaudhry et al 2015 ont conclu au même résultat

4.4. L'algodystrophie.ou SDRC.

Notre méta-analyse e a montré que l'embrochage est pourvoyeur d'un grand nombre d'atteinte par le SDRC par rapport à la plaque verrouillée avec une différence statistiquement significative. La méta-analyse Peng et al 2017 a également conclue aux mêmes résultats.

4.5. le syndrome de canal carpien.

Pour le syndrome du canal carpien notre méta-analyse a objectivé l'absence de différence statistiquement significative des incidences de SCC dans les deux interventions.

La méta-analyse Peng et al 2017 a également conclu aux mêmes résultats.

5. Limites de notre méta-analyse :

Bien que cette méta-analyse comprenait plus d'études que les études précédentes, elle présentait des limites.

1. L'hétérogénéité en ce qui concerne les types de fractures étudiés. La plupart des études incluses se sont concentrées sur des patients présentant des fractures AO de type A, C, mais plusieurs études (Costa et al 2014 [14], Tronci et al 2013 [16], Brennan et al 2015 [17], Żyluk et al 2018 [18], Pappu et al 2019 [19], IMRAN et al 2018 [27]) ont également inclus des patients avec des fractures de type B, et nous n'avons pas effectué d'analyse de sous-groupe en fonction du type de fracture.
2. Nous avons constaté également une hétérogénéité dans les procédures et les matériaux utilisés.
3. Nous n'avons pas fait de distinction entre les fractures intra- et extra-articulaires, et le niveau d'expérience des chirurgiens effectuant les procédures était variable.
4. La durée du suivi était variable.
5. Dans cette méta-analyse on n'a pas évalué toutes les complications post-opératoires.
6. En ce qui concerne la méta-quantitative. On ne se dispose pas d'une méthode descriptive pour homogénéiser les données extraites des études à savoir l'amplitude de mouvement et la force de préhension.
7. Enfin, la situation est différente chez les jeunes et les patients âgés. Nous avons tenté d'effectuer une analyse de sous-groupe basée sur l'âge, mais les études ne stratifiaient pas les patients en fonction de l'âge (c'est-à-dire s'ils étaient jeunes ou âgés). Ainsi, les données n'étaient pas disponibles pour effectuer cette analyse.



CONCLUSION



Apartir de cette méta analyse nous pouvons conclure les résultats fonctionnels et radiologiques ainsi que le risques du syndrome du canal carpien est similaires pour les deux techniques d'ostéosynthèse .cependant la plaque verrouillée réduisait les taux d'infection et le SDRC.

A l'instar de notre méta-analyse nous pouvons déduire qu'aucune des deux techniques n'a montré sa supériorité absolue par rapport à l'autre, donc le choix sera guidé par la préférence de l'opérateur, la maitrise de la technique par ce dernier et la disponibilité du plateau technique.



ANNEXES



Annexe 1:INFECTION

Random-Effects Model (k = 17)

| | Estimate | se | Z | p | CI Lower Bound | CI Upper Bound |
|-----------|----------|-------|------|------|----------------|----------------|
| Intercept | 0.895 | 0.244 | 3.67 | <.00 | | 1 |

Note. Tau² Estimator: Restricted Maximum-Likelihood

Heterogeneity Statistics

| Tau | Tau ² | I ² | H ² | R ² | df | Q | p |
|-------|--------------------|----------------|----------------|----------------|--------|--------|-------|
| 0.151 | 0.0229 (SE=0.2674) | 2.04% | 1.021 | . | 16.000 | 11.922 | 0.749 |

P=0.749.

Publication Bias Assessment

Fail-Safe N Analysis (File Drawer Analysis)

| Fail-safe N | p |
|-------------|--------|
| 98.000 | < .001 |

Note.Fail-safe N Calculation Using the Rosenthal Approach

Rank Correlation Test for Funnel Plot Asymmetry

| Kendall's Tau | p |
|---------------|-------|
| 0.162 | 0.393 |

Regression Test for Funnel Plot Asymmetry

| Z | p |
|-------|-------|
| 2.153 | 0.031 |

Annexe 2 :la longueur radiale :

| Random-Effects Model (k = 6) | | | | | | |
|------------------------------|----------|-------|--------|-------|----------------|----------------|
| | Estimate | se | Z | p | CI Lower Bound | CI Upper Bound |
| Intercept | -0.0818 | 0.302 | -0.271 | 0.786 | -0.673 | 0.509 |

Note. Tau² Estimator: Restricted Maximum-Likelihood

Heterogeneity Statistics

| Tau | Tau ² | I ² | H ² | R ² | df | Q | p |
|------------------------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|
| Random-Effects Model (k = 6) | | | | | | | |
| | Estimate | se | Z | p | CI Lower Bound | CI Upper Bound | |
| 0.683 | 0.466 (SE= 0.3448) | 87.72% | 8.140 | 5.000 | 31.513 | < .001 | |

The analysis was carried out using the standardized mean difference as the outcome measure. A random-effects model was fitted to the data. The amount of heterogeneity (i.e., tau²), was estimated using the restricted maximum-likelihood estimator [@viechtbauer2005]. In addition to the estimate of tau², the Q-test for heterogeneity [@cochran1954] and the I² statistic are reported. In case any amount of heterogeneity is detected (i.e., tau²>0, regard less of the results of the Q-test), a prediction interval for the true outcomes is also provided. Studentized residuals and Cook's distances are used to examine whether studies maybe outliers and/or influential in the context of the model. Studies with a studentized residual larger than the 100x(1-0.05/(2Xk))th percentile of a standard normal distribution are considered potential outliers (i.e., using a Bonferroni correction with two-sided alpha=0.05 for k studies included in the meta-analysis). Studies with a Cook's distance larger than the median plus six times the interquartile range of the Cook's distances are considered to be influential. The rank correlation test and the regression test, using the standard error of the observed outcomes as predictor, are used to check for funnel plot asymmetry.

A total of k=6 studies were included in the analysis. The observed standardized mean differences ranged from -1.3395 to 1.0890, with the majority of estimates being negative (33%). The estimated average standardized mean difference based on the random-effects model was $\hat{\mu} = -0.0818$ (95%CI: -0.6729 to 0.5094). Therefore, the average outcome did not differ significantly from zero ($z = -0.2711$, $p = 0.7863$). According to the Q-test, the true outcomes appear to be heterogeneous ($Q(5) = 31.5131$, $p < 0.0001$, $\tau^2 = 0.4660$, $I^2 = 87.7154\%$). A 95% prediction interval for the true outcomes is given by -1.5445 to 1.3809. Hence, although the average outcome is estimated to be negative, in some studies the true outcome may in fact be positive. An examination of the studentized residuals revealed that one study (Lee et al 2011) had a value larger than ± 2.6383 and maybe a potential outlier in the context of this model. According to the Cook's distances, none of the studies could be considered to be overly influential. Neither the rank correlation nor the regression test indicated any funnel plot asymmetry ($p = 0.4694$ and $p = 0.4286$, respectively).

Publication Bias Assessment

| Test Name | value | p |
|------------------------------------|--------|-------|
| Fail-Safe N | 0.000 | 0.267 |
| Begg and Mazumdar Rank Correlation | -0.333 | 0.469 |
| Egger's Regression | -0.792 | 0.429 |
| Trim and Fill Number of Studies | 0.000 | |

Note. Fail-safe N Calculation Using the Rosenthal Approach

Annexe 3 la pente radiale :

| Random-Effects Model (k = 8) | | | | | | |
|------------------------------|----------|-------|--------|-------|---------------|---------------|
| | Estimate | se | Z | p | CI LowerBound | CI UpperBound |
| Intercept | -0.0760 | 0.214 | -0.355 | 0.723 | -0.496 | 0.344 |

Note. Tau² Estimator: Restricted Maximum-Likelihood

| Heterogeneity Statistics | | | | | | | |
|--------------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----|---|---|
| Tau | Tau ² | I ² | H ² | R ² | df | Q | p |

| Random-Effects Model (k = 8) | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------|--------|-------|---|---------------|---------------|--------|
| | Estimate | se | Z | p | CI LowerBound | CI UpperBound | |
| 0.537 | 0.2885 (SE=0.1957) | 81.03% | 5.272 | | 7.000 | 31.530 | < .001 |

The analysis was carried out using the standardized mean difference as the outcome measure. A random-effects model was fitted to the data. The amount of heterogeneity (i.e., tau²), was estimated using the restricted maximum-likelihood estimator [@viechtbauer2005]. In addition to the estimate of tau², the Q-test for heterogeneity [@cochran1954] and the I² statistic are reported. In case any amount of heterogeneity is detected (i.e., tau²>0, regardless of the results of the Q-test), a prediction interval for the true outcomes is also provided. Studentized residuals and Cook's distances are used to examine whether studies maybe outliers and/or influential in the context of the model. Studies with a studentized residual larger than the 100x(1-0.05/(2Xk)) th percentile of a standard normal distribution are considered potential outliers i.e., using a Bonferroni correction with two-sided alpha=0.05 for k studies included in the meta-analysis). Studies with a Cook's distance larger than the median plus six times the interquartile range of the Cook's distances are considered to be influential. The rank correlation test and the regression test, using the standard error of the observed outcomes as predictor, are used to check for funnel plot asymmetry.

A total of k=8 studies were included in the analysis. The observed standardized mean differences ranged from -1.2556 to 0.8172, with the majority of estimates being negative (38%). The estimated average standardized mean difference based on the random-effects model was $\hat{\mu} = -0.0760$ (95%CI: -0.4958 to 0.3437). Therefore, the average outcome did not differ significantly from zero (z = -0.3549, p = 0.7226). According to the Q-test, the

true outcomes appear to be heterogeneous ($Q(7)=31.5296, p<0.000, \tau^2=0.2885, I^2=81.0331\%$). A 95% prediction interval for the true outcomes is given by -1.2093 to 1.0573. Hence, although the average outcome is estimated to be negative, in some studies the true outcome may in fact be positive. An examination of the studentized residuals revealed that one study (Lee et al 2011) had a value larger than ± 2.7344 and maybe a potential outlier in the context of this model. According to the Cook's distances, none of the studies could be considered to be overly influential. Neither the rank correlation nor the regression test indicated any funnel plot asymmetry ($p=0.3988$ and $p=0.4948$, respectively).

Publication Bias Assessment

| Test Name | value | p |
|------------------------------------|-------|-------|
| Fail-Safe N | 0.000 | 0.172 |
| Begg and Mazumdar Rank Correlation | 0.286 | 0.399 |
| Egger's Regression | 0.683 | 0.495 |
| Trim and Fill Number of Studies | 1.000 | . |

Note. Fail-safe N Calculation Using the Rosenthal Approach

Annexe 4 le DASH score :

Mean Differences (n, M,SD)

| Random-Effects Model (k=10) | | | | | | |
|-----------------------------|----------|-------|------|-------|---------------|--------------|
| | Estimate | se | Z | p | CI LowerBound | CIUpperBound |
| Intercept | 0.566 | 0.313 | 1.81 | 0.071 | -0.048 | 1.180 |

Note.Tau²Estimator: Restricted Maximum-Likelihood [4]

| Heterogeneity Statistics | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|-------|---------|-------|
| Tau | Tau ² | I ² | H ² | R ² | df | Q | p |
| 0.963 | 0.9279(SE=0.4625) | 96.57% | 29.135 | . | 9.000 | 124.706 | <.001 |

The analysis was carried out using the standardized mean difference as the outcome measure. A random-effects model was fitted to the data. The amount of heterogeneity (i.e., tau²), was estimated using the restricted maximum-likelihood estimator [@viechtbauer2005]. In addition to the estimate of tau², the Q-test for heterogeneity [@cochran1954] and the I² statistic are reported. In case any amount of heterogeneity is detected (i.e., tau² > 0, regardless of the results of the Q-test), a prediction interval for the true outcomes is also provided. Studentized residuals and Cook's distances are used to examine whether studies may be outliers and/or influential in the context of the model. Studies with a studentized residual larger than the 100 x (1 - 0.05/(2 X k)) th percentile of a standard normal distribution are considered potential outliers (i.e., using a Bonferroni correction with two-sided alpha=0.05 for k studies included in the meta-analysis). Studies with a Cook's distance larger than the median plus six times the interquartile range of the Cook's distances are considered to be influential. The rank correlation test and the regression test, using the standard error of the observed outcomes as predictor, are used to check for funnel plot asymmetry.

A total of k=10 studies were included in the analysis. The observed standardized mean differences ranged from -0.0541 to 3.2963, with the majority of estimates being positive (80%). The estimated average standardized mean difference based on the random-effects model was $\hat{\mu}=0.5662$ (95%CI: -0.0479 to 1.1802). Therefore, the average outcome did not differ significantly from zero (z=1.8071, p=0.0707). According to the Q-test, the true outcomes appear to be heterogeneous (Q(9) = 124.7056, p < 0.0001, tau² = 0.9279, I² = 96.5677%). A 95% prediction interval for the true outcomes is given by -1.4192 to 2.5515. Hence, although the average outcome is estimated to be positive, in some studies the true outcome may in fact be negative. An examination of the studentized residuals revealed that one study (Naveed et al 2020[24]) had a value larger than ±2.8070 and maybe a potential outlier in the context of this model.

According to the Cook's distances,one study (Naveed et al2020[24]) could be considered to be overly influential.Neither the rank correlation nor the regression test indicated any funnel plot asymmetry ($p=0.1083$ and $p=0.2657$,respectively).[4]

Publication Bias Assessment

| TestName | value | p |
|------------------------------------|---------|-------|
| Fail-SafeN | 191.000 | <.001 |
| Begg and Mazumdar Rank Correlation | 0.422 | 0.108 |
| Egger'sRegression | 1.113 | 0.266 |
| Trim and Fill Number of Studies | 0.000 | . |

Note.Fail-safe N Calculation Using the Rosenthal Approach[4]

References :

- [1]The jamovi project (2021).*jamovi*.(Version1.6) [ComputerSoftware].Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
- [2]RCore Team(2020).*R:A Language and environment for statistical computing*.(Version4.0) [Computersoftware].Retrieved from <https://cran.r-project.org>.(R packages retrieved from MRAN snapshot 2020-08-24).
- [3]Röver,C.(2018).Bayesi an random-effects meta-analysis using the bayes metaR package.*arXiv.link*.
- [4]Viechtbauer,W.(2010).Conducting meta-analyses in R with the metafor package .*Journal of Statistical Software.link,36,1-48*.
- [5]Francis,G.(2013).Replication,statistical consistency,and publication bias.*Journal of Mathematical Psychology.link,57,153-169*.
- [6]Lakens,D.(2017).Equivalence tests:A practical primer fort-tests,correlations,and meta-analyses.*Social Psychological and Personality Science.link,1,1-8*.
- [7]Van Houwelingen,H.C.,Zwinderman,K.H.,Stijnen,T.(1993).Abivariate approach to meta-analysis.*Statistics in Medicine.link,12,2273-2284*.

Annexe 5: angle d'antéversion:

| Random-Effects Model (k = 6) | | | | | | |
|------------------------------|----------|-------|-------|-------|----------------|----------------|
| | Estimate | se | Z | p | CI Lower Bound | CI Upper Bound |
| Intercept | -0.563 | 0.487 | -1.16 | 0.247 | -1.518 | 0.391 |

Note.Tau² Estimator:Restricted Maximum-Likelihood[3]

| Heterogeneity Statistics | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|-------|--------|-------|
| Tau | Tau ² | I ² | H ² | R ² | df | Q | p |
| 1.150 | 1.3223 (SE=0.899) | 94.96% | 19.852 | . | 5.000 | 53.164 | <.001 |

A total of k=6 studies were included in the analysis. The observed standardized mean differences ranged from -2.9719 to 0.4361,with the majority of estimates being negative(50%).The estimated average standardized mean difference based on the random-effects model was $\hat{\mu} = -0.5633$ (95% CI: -1.5176 to 0.3910). Therefore, the average outcome did not differ significantly from zero (z= -1.1570,p =0.2473).According to the Q-test,the true outcomes appear to be heterogeneous (Q(5)

= 53.1644, p < 0.0001, tau² = 1.3223, I² = 94.9627%). A 95% prediction interval for the true outcomes is given by -3.0108 to 1.8841. Hence, although the average outcome is estimated to be negative, in some studies the true outcome may in fact be positive. An examination of the studentized residuals revealed that one study (Yetkin et al 2017[22]) had a value larger than ±2.6383 and may be a potential outlier in the context of this model. According to the Cook's distances, none of the studies could be considered to be overly influential. The regression test indicated funnel plot asymmetry (p = 0.0421) but not the rank correlation test (p = 0.7194).[3]

| Publication Bias Assessment | | |
|------------------------------------|--------|-------|
| TestName | value | p |
| Fail-SafeN | 26.000 | <.001 |
| Begg and Mazumdar Rank Correlation | -0.200 | 0.719 |
| Egger's Regression | -2.032 | 0.042 |
| Trim and Fill Number of Studies | 0.000 | . |

Note.Fail-safe N Calculation Using the Rosenthal Approach[3]

References

- [1] The jamovi project (2021).*jamovi*.(Version1.6)[Computer Software].Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
- [2] RCoreTeam (2020).*R:A Language and environment for statistical computing*.(Version4.0)[Computer software].Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from MRAN snapshot 2020-08-24).
- [3] Viechtbauer, W. (2010). Conducting meta-analyses in R with the metafor package. *Journal of Statistical Software*.[link](#), 36,1-48.

Annexe 6:l'algodystrophie:

| Random-Effects Model (k = 10) | | | | | | |
|-------------------------------|----------|-------|------|-------|----------------|----------------|
| | Estimate | se | Z | p | CI Lower Bound | CI Upper Bound |
| Intercept | 1.29 | 0.459 | 2.82 | 0.005 | 0.394 | 2.193 |

Note.Tau² Estimator: Restricted Maximum-Likelihood [3]

| Heterogeneity Statistics | | | | | | | |
|--------------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|-------|-------|-------|
| Tau | Tau ² | I ² | H ² | R ² | df | Q | p |
| 0.000 | 0 (SE= 0.9652) | 0% | 1.000 | . | 9.000 | 0.914 | 1.000 |

Publication Bias Assessment

| Fail-Safe N Analysis (File Drawer Analysis) | |
|---|-------|
| Fail-safeN | p |
| 20.000 | 0.002 |

Note.Fail-safe N Calculation Using the Rosenthal Approach

| Rank Correlation Test for Funnel Plot Asymmetry | |
|---|-------|
| Kendall'sTau | p |
| 0.200 | 0.484 |

| RegressionTest for Funnel Plot Asymmetry | |
|--|-------|
| Z | p |
| 0.131 | 0.896 |

References

- [1] The jamovi project (2021). *jamovi*.(Version1.6)[Computer Software].Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
- [2] RCoreTeam(2020). *R:ALanguage and environment for statistical computing*.(Version4.0) [Computersoftware].Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from MRAN snapshot 2020-08-24).
- [3] Viechtbauer, W. (2010). Conducting meta-analyses in R with the metafor package. *Journal of Statistical Software. link, 36*,1-48.

Annexe 7 :le syndrome de canal carpien :

| Random-Effects Model (k = 9) | | | | | | |
|------------------------------|----------|-------|-------|-------|----------------|----------------|
| | Estimate | se | Z | p | CI Lower Bound | CI Upper Bound |
| Intercept | 0.0851 | 0.321 | 0.265 | 0.791 | -0.544 | 0.714 |

Note.Tau² Estimator: Restricted Maximum-Likelihood [3]

| Heterogeneity Statistics | | | | | | | |
|--------------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|-------|-------|-------|
| Tau | Tau ² | I ² | H ² | R ² | df | Q | p |
| 0.000 | 0 (SE= 0.4101) | 0% | 1.000 | . | 8.000 | 3.190 | 0.922 |

Publication Bias Assessment :

| Fail-Safe N Analysis (FileDrawerAnalysis) | |
|---|-------|
| Fail-safeN | p |
| 0.000 | 0.403 |

Note.Fail-safe N Calculation Using the Rosenthal Approach

| Rank Correlation Test for Funnel Plot Asymmetry | |
|---|-------|
| Kendall'sTau | p |
| 0.056 | 0.919 |

| Regression Test for Funnel Plot Asymmetry | |
|---|-------|
| Z | p |
| -0.005 | 0.996 |

References

- [1] The jamovi project (2021). *jamovi*.(Version1.6) [Computer Software].Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
- [2] R CoreTeam(2020).*R:A Language and environment for statistical computing*.(Version4.0)[Computer software].Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from MRAN snapshot 2020-08-24).
- [1] Viechtbauer, W. (2010). Conducting meta-analyses in R with the metafor package. *Journal of Statistical Software.link*, 36,1-48.



RESUMES



Résumé

Introduction: Cette méta-analyse a pour finalité, de mettre des guidelines, à la disposition des chirurgiens orthopédistes .Pour optimiser le choix de la technique la plus avantgeuse, lorsqu'une ostéosynthèse est indiquée, devant une fracture de l'extrémité inférieure de radius.en se référant à des études comparatives des deux techniques.

Matériels et Méthodes : Dans cette méta-analyse, nous avons combiné les données de PubMed, Medline, le Cochrane Library et Google scholar pour sélectionner 25 articles avec un total de 2297 patients opérés pour fracture de l'extrémité inférieure du radius. Une analyse a été réalisée à l'aide de Logiciel : Le jamovi. (Version 1.6) avec les deux extensions de la syntaxe R. (Voir chapitre ANNEXES) En cas de test d'hétérogénéité significatif : $p < 0,05$

Les résultats significatifs s'expriment dans un intervalle de confiance à 95 % (IC95 %).Une valeur de $p < 0,05$ a été retenue pour rejeter l'hypothèse nulle h_0

Résultats : Pour l'étude fonctionnelle : La méta-analyse n'a pas montré une différence statistiquement significative en matière de DASH score entre les deux méthodes d'ostéosynthèse avec ($p= 0.071$).

En ce qui concerne l'étude radiologique : La méta-analyse n'a pas montré une différence significative pour les deux techniques pour les 3 index radiologiques. A savoir : L'angle d'antéversion avec $p= 0.247$, la pente radiale avec $p= 0.723$ et la longueur radiale avec ($p= 0.786$).

Pour l'infection : La méta-analyse a montré que l'incidence de l'infection était statistiquement plus élevée dans le groupe embrochage que dans le groupe plaque verrouillée ($P < 0.0001$)

Pour le SDRC ou algodystrophie : La méta-analyse en utilisant un modèle des effets aléatoire a montré que l'embrochage est pourvoyeur d'un grand nombre d'atteinte par le SDRC par rapport à la plaque verrouillée avec une différence statistiquement significative ($p=0.005$).

Finalement pour Le syndrome du canal carpien : L'analyse statistique a montré l'absence de différence statistiquement significative des incidences de SCC dans les deux interventions ($p = 0,791$)

Discussion : La majorité des méta-analyses suggèrent que les différences entre l'embrochage et la plaque verrouillée ne sont pas significatives pour les résultats radiologiques Cependant, l'embrochage augmente de manière significative le risque de complications postopératoires.finalement les résultats fonctionnels en matière de DASH score s'avère meilleurs chez les groupes bénéficiant de la plaque verrouillée.

Conclusion : La plaque verrouillée réduisait les taux d'infection et le SDRC sans différence en matière de résultats fonctionnels, radiologiques ainsi que le syndrome de canal carpien dans le traitement des fractures de l'extrémité inférieure du radius. On pourra conclure que le choix entre les deux techniques sera guidé essentiellement par la préférence de l'opérateur et la maîtrise de la technique par ce dernier et la disponibilité de plateau technique.

Abstract

Introduction: The purpose of this meta-analysis is to provide guidelines for orthopedic surgeons to optimize the choice of the most efficient technique when osteosynthesis is indicated for a fracture of the lower extremity of the radius, based on comparative studies of the two techniques.

Materials and Methods: In this meta-analysis, we combined data from PubMed, Medline, the Cochrane Library and Google scholar to select 25 articles with a total of 2297 patients operated on for fracture of the lower extremity of the radius.

An analysis was carried out with the help of software: Le jamovi. (Version 1.6) with the two extensions (see chapter ANNEXES) .In case of significant heterogeneity test : $p < 0.05$.Significant results are expressed with a 95% confidence interval (95% CI).A value of $p < 0.05$ was used to reject the null hypothesis h_0

Results: For the functional study: The meta-analysis did not show a statistically significant difference in DASH score between the two osteosynthesis methods with ($p= 0.071$).

Regarding the radiological study: The meta-analysis did not show a significant difference for both techniques for the 3 radiological indices. Namely: Angle of anteversion with $p= 0.247$, radial slope with $p= 0.723$ and radial length with ($p= 0.786$).

For infection: The meta-analysis showed that the incidence of infection was statistically higher in the pinning group than in the locked plate group ($P < 0.001$).

For CRPS or algodystrophy: The meta-analysis using a random effects model showed that pinning was associated with a higher incidence of CRPS than locked plate with a statistically significant difference ($p=0.005$).

Finally for Carpal Tunnel Syndrome: Statistical analysis showed no statistically significant difference in the incidences of CTS in the two procedures ($p=0.791$)

Discussion: The majority of meta-analyses suggest that the differences between pinning and locked plate are not significant for radiological outcomes. However, pinning significantly increases the risk of postoperative complications. Finally, the functional outcome in terms of DASH score is found to be better in the groups benefiting from locked plate.

Conclusion: The locked plate reduced infection rates and CRPS with no difference in functional, radiological and carpal tunnel syndrome outcomes in the treatment of lower extremity radius fractures. It can be concluded that the choice between the two techniques will be guided primarily by the operator's preference and mastery of the technique.

المخلص

مقدمة: الغرض من هذا التحليل التلوي هو توفير إرشادات لجراحي العظام لتحسين اختيار التقنية الأكثر كفاءة عندما الامر يتعلق بكسر في الطرف السفلي من عظم الكعبرة، بناءً على دراسات مقارنة للطريقتين.

المواد والأساليب: في هذا التحليل التلوي، قمنا بدمج البيانات من PubMed و Medline ومكتبة Cochrane و Google scholar لاختيار 25 مقالاً بإجمالي 2297 مريضاً أجريت لهم عمليات جراحية لكسر في الطرف السفلي من عظم الكعبرة.

تم إجراء تحليل بمساعدة البرنامج: Le jamovi. (الإصدار 1.6) مع الامتدادين (انظر المرفقات). في حالة اختبار التغايرية المعنوية: $p < 0.05$ ، يتم التعبير عن النتائج المهمة بفاصل ثقة 95% (CI)، وتم استخدام قيمة $p > 0.05$ من أجل رفض الفرضية الصفرية h_0

نتائج: بالنسبة للدراسة الوظيفية، فإن درجة داش (DASH) لم يُظهر التحليل التلوي فرقاً معتدلاً به إحصائياً $(P = 0.071)$.

فيما يتعلق بالدراسة الإشعاعية: لم يظهر التحليل التلوي فرقاً كبيراً في كلا التقنيتين. وهي: زاوية الانقلاب مع $p = 0.247$ ، والمنحدر الشعاعي مع $p = 0.723$ والطول الشعاعي مع $p = 0.786$.

بالنسبة للعدوى: أظهر التحليل التلوي أن معدل الإصابة كان أعلى إحصائياً في مجموعة التثبيت منه في مجموعة الألواح المقفلة $(P > 0.001)$.

بالنسبة لمتلازمة الألم الناحي المركب: أظهر التحليل التلوي باستخدام نموذج التأثيرات العشوائية أن التثبيت مرتبط بحدوث أعلى لمتلازمة الألم الناحي المركب من اللوح المقفل مع فرق معتد به إحصائياً $(p = 0.005)$.

أخيراً لمتلازمة النفق الرسغي: أظهر التحليل الإحصائي عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في حالات

الإصابة بمتلازمة النفق الرسغي في الإجراءات $(P = 0.791)$

مناقشة: تشير غالبية التحليلات التلوية إلى أن الاختلافات بين اللوح المقفل والمثبت ليست مهمة بالنسبة للتناج الإشعاعية ، ومع ذلك ، فإن التثبيت يزيد بشكل كبير من خطر حدوث مضاعفات ما بعد الجراحة ، وأخيرًا ، تم العثور على النتيجة الوظيفية من حيث درجة DASH لتكون أفضل في المجموعات المستفيدة من اللوحة المقفلة.

استنتاج: خفضت الصفيحة المغلقة معدلات العدوى و متلازمة الألم الناحي المركب مع عدم وجود اختلاف في نتائج متلازمة النفق الرسغي والوظيفية والإشعاعية في علاج كسور الطرف السفلي عظم الكعبرة. يمكن الاستنتاج أن الاختيار بين الطريقتين سيتم توجيهه بشكل أساسي من خلال تفضيل المشغل وإتقانه للتقنية.



BIBLIOGRAPHIE



1. **Kotnis R, Waites MD, Fayomi O, Dega R.**
The use of a template to improve the management of distal radial fractures. *Emerg Med J.* 2005;22 (8):544-7.
2. **van Staa TP, Dennison EM, Leufkens HG, Cooper C.**
Epidemiology of fractures in England and Wales. *Bone.* 2001;29(6):517-22.
3. **Hull P, Baraza N, Gohil M et al.**
Volar locking plates versus K-wire fixation of dorsally displaced distal radius fractures – a functional outcome study. *J. Trauma* 2011; 70: E125-8.
4. **Goehre F, Otto W, Schwan S, Mendel T, Vergroesen PP, LindemannSperfeld L.**
Comparison of palmar fixed-angle plate fixation with Kwire fixation of distal radius fractures (AO A2, A3, C1) in elderly patients. *J. Hand Surg. Eur. Vol.* 2014; 39: 249-57.
5. **Karantana A, Downing ND, Forward DP et al.**
Surgical treatment of distal radial fractures with a volar locking plate versus conventional percutaneous methods: a randomized controlled trial. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2013; 95: 1737-44
6. **Lee YS, Wei TY, Cheng YC, Hsu TL, Huang CR.**
A comparative study of Colles' fractures in patients between fifty and seventy years of age:percutaneous K-wiring versus volar locking plating. *Int. Orthop.* 2012; 36: 789-94.
7. **Bahari-Kashani M, Taraz-Jamshidy MH, Rahimi H et al.**
Outcomes of pin and plaster versus locking plate in distal radius intraarticular fractures. *Trauma Mon.* 2013; 17: 380-5.
8. **McFadyen I, Field J, McCann P, Ward J, Nicol S, Curwen C.**
Should unstable extra-articular distal radial fractures be treated with fixed-angle volar-locked plates or percutaneous Kirschner wires? A prospective randomised controlled trial. *Injury* 2011; 42: 162-6
9. **Marcheix PS, Dotzis A, Benko PE, Siegler J, Arnaud JP,Charissoux JL.**
Extension fractures of the distal radius in patients older than 50: a prospective randomized study comparing fixation using mixed pins or a palmar fixed-angle plate. *J. Hand Surg. Eur. Vol.* 2010;35: 646-51

10. **Maire N, Lebailly F, Zemirline A, Hariri A, Facca S, Liverneaux P.**
Prospective continuous study comparing intrafocal cross-pinning HK2 ((R)) with a locking plate in distal radius fracture fixation. *Chir. Main* 2013; 32: 17-24.
11. **Oshige T, Sakai A, Zenke Y, Moritani S, Nakamura T.**
A comparative study of clinical and radiological outcomes of dorsally angulated, unstable distal radius fractures in elderly patients: intrafocal pinning versus volar locking plating. *J. Hand Surg. Am.* 2007; 32: 1385-92.
12. **Rozental TD, Blazar PE, Franko OI, Chacko AT, Earp BE, Day CS.**
Functional outcomes for unstable distal radial fractures treated with open reduction and internal fixation or closed reduction and percutaneous fixation. A prospective randomized trial. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2009; 91: 1837-46.
13. **Dzaja I, MacDermid JC, Roth J, Grewal R.**
Functional outcomes and cost estimation for extra-articular and simple intra-articular distal radius fractures treated with open reduction and internal fixation versus closed reduction and percutaneous Kirschner wire fixation. *Can. J. Surg.* 2013;56: 378-84
14. **Costa ML, Achten J, Parsons NR et al.**
On behalf of the DRAFFT Study Group. Percutaneous fixation with Kirschner wires versus volar locking plate fixation in adults with dorsally displaced fracture of distal radius: randomised controlled trial. *BMJ* 2014; 349: g4807.
15. **Hollevoet N, Vanhoutie T, Vanhove W, Verdonk R.**
Percutaneous Kwire fixation versus palmar plating with locking screws for Colles' fractures. *Acta Orthop. Belg.* 2011; 77: 180-7
16. **Tronci V, Campochiaro G, Gazzotti G, Rebuzzi M, Tsatsis C, Catani F.**
Distal radius articular fractures: a comparison between ORIF with angular stability plate and percutaneous Kirschner wires. *Acta Biomed.*2013; 84: 38-43.
17. **Brennan SA, Kiernan C, Beecher S et al.**
Volar plate versus k-wire fixation of distal radius fractures. *Injury* 2016; 47: 372-6
18. **Żyluk A, Skala K, Szlosser Z.**
A comparison of outcomes of K-wire vs plate fixation for distal radial fractures with regard to patients' quality of life. *Acta Orthop Belg.* 2018 Dec;84(4):546-553. PMID: 30879462.

19. **Dr. Pappu Marandi and Dr. Rahul Kumar Chandan**
A comparative study of volar plate fixation versus percutaneous Kirschner wire fixation in the management of distal radius fracture in adults.IJOS 2019; 5(4): 553–556 © 2019 IJOS
20. **Axel Jubel, Axel Prokop, Jonas Andermahr, Benjamin Orth, Klaus E. Rehm.**
Functional Outcome Following Fixed–Angle Volar Plating or Intrafocal K–Wire Fixation for Extra–articular Fractures of the Distal Part of the Radius A Retrospective Analysis of Treatment Outcomes Eur J Trauma 2005;31:44–50
21. **Hesham Ghoneem, Ahmed Zayda, Mohamed O. Mostafa.**
Comparison between results of management of recent intra–articular fractures of distal end radius by percutaneous pinning and volar locked plate.Menoufa Medical Journal 2016, 29:698–704
22. **Yetkin H, Altay T, Ozan F, Kayalı C, Koyuncu S.**
Comparison of open reduction volar locking plate fixation and closed reduction percutaneous k–wire fixation in the treatment of AO type C1 distal radius fractures. Int. J. Clin. Exp. Med. 2017; 10: 1139–44
23. **Saranjeet Singh Jagdev, Rishabh Kedia, Subodh Kumar Pathak*, Abhijeet Salunke.**
Comparison of outcome of extra articular lower end radius fracture with percutaneous pinning and volar locking plate.Int J Res Orthop. 2017 Jul;3(4):651–655.
24. **NaveedUllah Khan, Abdul Qadir Khan, Muhammad Jameel,Hafiz Muhammad Yaqoob, Zeeshan Khan, Mubashar Ahmad Bajwa.**
Functional outcome with Kirschner Wire Fixation Versus Volar Locking Plate Fixation for management of patients with dorsally displaced fractures of distal radius.Rawal Medical Journal: Vol. 45. No. 1, Jan.–Mar. 2020.
25. **Shrestha B1*, Sapkota K2 , Kandel1, Dhakal RM3, Bista K3.**
Functional Outcome of Intra–articular Fractures of Distal Radius: ORIF with Locking Plate vs CRPP.J–GMC–N Volume 11 Issue 02 July–December 2018.
26. **Sunil H Shetty, Amit B Dhond, Sandeep Deore, Atul Kharat, Abhimanyu Singh, Abhay Agarwal, Akhil Shetty and Saikiran Gudala.**
A retrospective comparative study between kirschner wire fixation and plating for extra articular distal end radius fracture.IJOS 2017; 3(1): 524–528.
27. **IMRAN MANZOOR, MUHAMMAD USMAN SARWAR, MUHAMMAD SALEEM, MUHAMMAD ALI, SHAUKAT RABBANI, MUHAMMAD ISHTIAQ**
A Comparative Study of Displaced Distal Radius Fracture Treated With K Wire Vs Volar Locking Plate Fixation.PJ M H S Vol. 13, NO. 2, APR – JUN 2019

28. **KAPANDJI I.A.:**
Physiologie articulaire, membre supérieur, 5ème édition.Maloine, Paris, 5ème édition, 2007,146-168.
29. **Roux J, Miccalef J, Allieu Y.**
Anatomie fonctionnelle et biomécanique de l'articulation radiocarpienne.Expansion scientifique française, Allieu Y, dir 1998:14-27
30. **Palmer AK, Werner FW, Murphy D, Glisson R.**
Functional wrist motion: a biomechanical study.J Hand Surg [Am] 1985; 10-1:39-46.
31. **Nelson DL.**
Functional wrist motion.Hand Clin 1997;13-1:83-92.
32. **Roux JL, Micallef JP, Rabischong P, Allieu Y.**
[Transmission of pronation-supination movements in the wrist].Ann Chir Main Memb Super 1996;15-3:167-80.
33. **MARCHEIX.**
Traitement des fractures déplacées de l'extrémité distale du radius à bascule postérieure: étude prospective et randomisée sur 110 patients Thèse 2008, faculté de médecine et de pharmacie de limoges
34. **Allieu Y.**
Carpal instability--ligamentous instabilities and intracarpal malalignments explication of the concept of carpal instability].Ann Chir Main 1984;3-4:317-21, 66-7.
35. **Fernandez DL.**
Fractures of the distal radius: operative treatment.Instr Course Lect 1993;42:73-88.
36. **Knox J, Ambrose H, McCallister W, Trumble T.**
Percutaneous pins versus volar plates for unstable distal radius fractures: a biomechanic study using a cadaver model.J Hand Surg [Am] 2007;32-6:813-7.
37. **Palmer AK, Werner FW.**
Biomechanics of the distal radioulnar joint.Clin Orthop Relat Res 1984-187:26-35.
38. **Brahin B, Allieu Y.**
[Compensatory carpal malalignments].Ann Chir Main 1984;3- 4:357-63.

39. **Short WH, Palmer AK, Werner FW, Murphy DJ.**
A biomechanical study of distal radial fractures.J Hand Surg [Am] 1987;12-4:529-34.
40. **Pogue DJ, Viegas SF, Patterson RM, Peterson PD,Jenkins DK, Sweo TD, Hokanson JA.**
Effects of distal radius fracture malunion on wrist joint mechanics.J Hand Surg [Am]1990;15-5:721-7.
41. **Fernandez DL.**
Correction of post-traumatic wrist deformity in adults by osteotomy,bone-grafting, and internal fixation.J Bone Joint Surg Am 1982;64-8:1164-78.
42. **Knirk JL, Jupiter JB.**
Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults.J Bone Joint Surg Am 1986;68-5:647-59.
43. **Destot, E.Gallois**
Recherches physiologiques et expérimentales sur les Fractures de l'extrémité inférieure du radius.Rev Chir, 18:886-915, 1898.
44. **Castaing .**
Recent Fractures of the Lower Extremity of the Radius Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1964; 50:581-696.
45. **Scheck M.**
Long-term follow-up of treatment of comminuted fractures of the distal end of the radius by transfixation with Kirschner wires and cast.J Bone Joint Surg Am 1962;44- A:337-51
46. **Melone CP, Jr.**
Distal radius fractures: patterns of articular fragmentation.Orthop Clin North Am 1993;24-2:239-53.
47. **Lewis KM.**
Colles' Fracture of the Radius: Observations on 188 Cases.Ann Surg 1934;99-3:510-4.
48. **Schuind F, Cooney WP, Linscheid RL, An KN, Chao EY.**
Force and pressure transmission through the normal wrist.A theoretical two-dimensional study in the postero-anterior plane.J Biomech 1995;28-5:587-601
49. **Pechlaner S, Kathrein A, Gabl M, Lutz M, Angermann P,Zimmermann R, Peer R, Peer S, Rieger M, Freund M, Rudisch A.**
Distal radius fractures and concomitant lesions.Experimental studies concerning the pathomechanism].Handchir Mikrochir Plast Chir 2002;34-3:150-7

50. **Emmanuel Favreul ,Didier Mainar .**
Classifications et scores en chirurgie orthopédique et en traumatologie Volume 2 :
Membre supérieur et pied.
51. **CASTAING ET LE CLUB DES DIX. :**
Les fractures récentes de l'extrémité du radius chez l'adulte.Rev. Chir.Orthop., 1964, 50,
5,583-696.
52. **KAPANDJI I.A.**
Ostéosynthèse des fractures récentes de l'extrémité distale du radius.
Conférence d'enseignement de /a SOFCOT. Paris, Elsevier, 1994, 46 ,19-40.
53. **Laulan J, Bismuth JP, Clement P, Garaud P.**
An analytical classification of fractures of the distal radius: The "M.E.U." classification].
Chir Main 2007;26-6:293-9
54. **Kapandji A.**
Ostéosynthèse des fractures récentes de l'extrémité inférieure du radius chez
l'adulte SOFCOT, conférence d'enseignement 1994:19-39.
55. **Ebelin M, Delaunay C, Le Balac'H T, Nordin J.**
Embrochage élastique selon laméthode de Py dans les fractures du radius distal Cahier
d'enseignement de la SOFCOT1998;67.
56. **JALAL A.**
Prise en charge des fractures de l'extrémité inferieure du radius Thèse de médecine
2002, N296, Casablanca
57. **ALIANS.**
RAdluS DISTAL Fixation polyaxiale verrouillée DUALTEC SYSTEM II
58. **Orbay JL, Fernandez DL.**
Volar fixation for dorsally displaced fractures of the distal radius: a preliminary report. J
Hand Surg [Am] 2002;27-2:205-15.
59. **Wright TW, Horodyski M, Smith DW.**
Functional outcome of unstable distal radius fractures: ORIF with a volar fixed-angle tine
plate versus external fixation. J Hand Surg [Am] 2005;30-2:289-99.

60. **Rozental TD, Blazar PE.**
Functional outcome and complications after volar plating for dorsally displaced, unstable fractures of the distal radius. J Hand Surg [Am] 2006;31-3:35965.
61. **Campbell DA.**
Open reduction and internal fixation of intra articular and unstable fractures of the distal radius using the AO distal radius plate. J Hand Surg [Br] 2000;256:528-34.
62. **Rozental TD, Beredjiklian PK, Bozentka DJ.**
Functional outcome and complications following two types of dorsal plating for unstable fractures of the distal part of the radius Bone Joint Surg Am2003;85-A-10:1956-60.
63. **DUCLOYER.**
L'ostéosynthèse par plaque dans les fractures de l'EIR à déplacement antérieure Revue Chir Orthop 1990,76,451,459
64. **VICHARD.**
La place de l'ostéosynthèse par plaque postérieure dans le traitement des fractures de l'EIR par compression extension. Ann Chir Main 1994,13,n°2,87-100
65. **STURZENEGGER M.**
L'ostéosynthèse « sandwich » de l'EIR . Chir de la main 2001,20,447,453
66. **Mares O, Coulomb R, Lazerges C, Bosch C, Kouyoumdjian P.**
Les voies d'abord des fractures du radius distal : une mise au point [Surgical exposures for distal radius fractures]. Hand Surg Rehabil. 2016 Dec; 35S:S39-S43. French. doi: 10.1016/j.hansur.2016.03.007. Epub 2016 Oct 27. PMID: 27890210.
67. **Cheung JW, Shyu JF, Teng CC, Chen TH, Su CH, Shyr YM, et al.**
The anatomical variations of the palmar cutaneous branch of the median nerve in Chinese adults. J Chin Med Assoc 2004;67:27-31
68. **McCann PA, Clarke D, Amirfeyz R, Bhatia R.**
The cadaveric anatomy of the distal radius: implications for the use of volar plates. Ann R Coll Surg Engl 2012;94:116-20
69. **Henry AK.**
Complete exposure of the radius. In: Exposures of long bones and other surgical methods. Bristol, England: John Wright & Sons Ltd;1927: 9-12.

70. **Erhard L, Bou farah C, Elkholti K, Ninou M, Rostoucher P.**
[Pronator quadratus repair using the Henry approach with an outward–return running suture]. *Rev Chir Orthop Repar Appar Mot* 2007;93:381–4.
71. **Hohendorff B, Surberg D, Maier J, Burkhart KJ, Müller LP, Ries C.**
[Repair of the pronator quadratus muscle with a part of the brachioradialis muscle insertion]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2015;47:149–54.
72. **Imatani J, Noda T, Morito Y, Sato T, Hashizume H, Inoue H.**
Minimally invasive plate osteosynthesis for comminuted fractures of the metaphysis of the radius. *J Hand Surg Br* 2005;30:220–5
73. **Dos Remedios C, Nebout J, Benlarbi H, Caremier E, Sam–Wing JF, Beya R.**
[Pronator quadratus preservation for distal radius fractures with locking palmar plate osteosynthesis. Surgical technique]. *Chir Main* 2009;28:224–9
74. **Fan J, Chen K, Zhu H, Jiang B, Yuan F, Zhu X, et al.**
Effect of fixing distal radius fracture with volar locking palmar plates while preserving pronator quadratus. *Chin Med J (Engl)* 2014;127:2929–33
75. **Armangil M, Bezirgan U, Bas ,arrir K, Bilen G, Demirtas , M, Bilgin SS.**
The pronator quadratus muscle after plating of distal radius fractures: is the muscle still working? *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2014;24:335–9.
76. **Orbay JL, Fernandez DL.**
Volar fixation for dorsally displaced fractures of the distal radius: a preliminary report. *J Hand Surg Aim* 2002;27:205–15.
77. **Mares O, Graves MA, Bosch C, Chammas M, Lazerges C.**
A new single volar approach for epiphyseal ulnar and radial–sided comminutive fracture of the distal radius: the mediolateral windows approach. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2012;16:37–41.
78. **Lebailly F, Zemirline A, Facca S, Gouzou S, Liverneaux P.**
Distal radius fixation through a mini–invasive approach of 15 mm. Part 1: a series of 144 cases. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2014;24:877–90.
79. **Jockel CR, Zlotolow DA, Butler RB, Becker EH.**
Extensile surgical exposures of the radius: a comparative anatomic study. *J Hand Surg Am* 2013;38:745–52.

80. **Patterson RW, Van Niel M, Shimko P, Pace C, Seitz Jr WH.**
Proprioception of the wrist following posterior interosseous sensory neurectomy. *J Hand Surg Am* 2010;35:52-6.
81. **Grossman JA, Yen L, Rapaport D.**
The dorsal cutaneous branch of the ulnar nerve. An anatomic clarification with six case reports. *Chir Main* 1998;17:154-8.
82. **E. Chrysochou a, R. Hilfiker b, O. Deriaz b, F. Luthi a, M. Konzelmann .**
La validité de construit convergente (VCC) de la version française (F) du questionnaire PRWE (Patient Rated Wrist Evaluation) avec la version française(F) du questionnaire DASH (Disabilities Arm Shoulder and Hand) est bonne à très bonne dans une population *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* 54S (2011) e228-e244.
83. **M. Matthias Borms.**
Utilisation des outils de mesure de la qualité de vie liée à la santé dans l'accès au marché des médicaments. THESEFaculté de Pharmacie de Lille Université de Lille Année Universitaire 2017/2018.
84. **Nord, E.**
Methods for quality adjustment of life years. *Soc. Sci. Med.* 34,559-69 (1992).
85. **van Hout, B. et al.**
Interim scoring for the EQ-5D-5L: mapping the EQ-5D-5L to EQ-5D-3L value sets. *Value Health* 15, 708-15 (2012).
86. **Devlin, N. J. & Krabbe, P. F. M.**
The development of new research methods for the valuation of EQ-5D-5L. *Eur. J. Heal. Econ.* 14, 1-3 (2013).
87. **Pr Henry Coudane, Dr Frédéric Eloy**
Fracture de l'extrémité inférieure du radius chez l'adulteL A R E V U E D U P R A T I C I E N , V O L . 5 7 , 3 1 J A N V I E R 2 0 0 7
88. **Unglaub F, Langer MF, Hohendorff B, Müller LP, Unglaub JM, Hahn P, Krimmer H, Spies CK.** Distale Radius fraktur : Diagnostik und Therapie beim Erwachsenen [Distal radius fracture of the adult : Diagnostics and therapy]. *Orthopade.* 2017 Jan;46(1):93-110. German.

89. **Francesco Franceschi, Edoardo Franceschetti, Michele Paciotti, Francesco Cancilleri, Nicola Maffulli, and Vincenzo Denaro.**
Volar locking plates versus K-wire/pin fixation for the treatment of distal radial fractures: a systematic review and quantitative synthesis. *British Medical Bulletin*, 2015, 1-20
90. **The jamovi project (2021).**
jamovi. (Version 1.6) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
91. **R Core Team (2020).**
R: A Language and environment for statistical computing. (Version 4.0) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from MRAN snapshot 2020-08-24).
92. **Egger M, Schneider M, Davey Smith G.**
"ABECEDAIRE" DE LA META-ANALYSE. *J SOGC* 1996;18:492-96
93. **Françoise Vendittelli MD, Michel Boulvain MD, Isabelle Krauss MD.**
"Spurious precision ? Meta-analysis of observational studies" *BMJ*, 1998, 316, 140-144
94. **Allard M, Andrieux JM, Westerloppe J.**
Le coût économique de la chute peut-il être estimé ? In: *L'Année Gérontologique*. Paris: SerdiEditeur ; 1995;171-183.. Heinrich S, Rapp K, Rissmann
95. **NICE 2008**
Guide to the Methods of Technology Appraisal. London, UK: NICE
96. **SANDY TUBEUF , GE YU , JUUL ACHTEN , NICK R PARSONS, AMAR RANGAN , SARAH E LAMB, E MATTHEW L COSTA**
Cost-effectiveness of percutaneous fixation with Kirschner wires versus locking-plate for adult patients with a dorsally displaced fracture of the distal radius from the DRAFFT trial. JEL classification: D04 - D69 - I18.
97. **Mellstrand-Navarro C, Pettersson HJ, Tornqvist H, Ponzer S.**
The operative treatment of fractures of the distal radius is increasing: results from a nationwide Swedish study. *Bone Joint J*. 2014 Jul;96-B(7):963-9.
98. **Professeur Dominique SARAGAGLIA :**
Corpus Médical - Faculté de Médecine de Grenoble Les fractures de l'extrémité inférieure du radius (238) Mars 2003.

99. **Fei Peng, Yuan-xiang Liu and Zhen-yu Wan:**
Percutaneous pinning versus volar locking plate internal fixation for unstable distal radius fractures: a meta-analysis. *Journal of Hand Surgery (Eur)* 0(0)
100. **Zong SL, Kan SL, Su LX, Wang B.**
Meta-analysis for dorsally displaced distal radius fracture fixation: volar locking plate versus percutaneous Kirschner wires. *J. Orthop. Surg. Res.* 2015; 10: 108
101. **Shen L, Wen M, Wang F, Ding J, Luo C, Zhao G.**
Volar locking plate versus percutaneous fixation for the treatment of distal radial fractures: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Int. J. Clin. Exp. Med.* 2016; 9: 7780-93
102. **Daniel J. Youlden , Keran Sundaraj* and Chris Smithers**
Volar locking plating versus percutaneous Kirschner wires for distal radius fractures in an adult population: a meta-analysis *ANZ J Surg* (2018).
103. **Jin Shao1*, De-Ce Kong2*, Tie-Yi Yang**
Volar locking plate fixation versus Kirschner wire fixation in distal radius fractures: a meta-analysis *Int J Clin Exp Med* 2016;9(8):16230-16235
104. **Harman Chaudhry MD, Ydo V. Kleinlugtenbelt MD, Raman Mundi MD, Bill Ristevski MD, J. C. Goslings MD, PhD, Mohit Bhandari MD .**
Are Volar Locking Plates Superior to Percutaneous K-wires for Distal Radius Fractures? A Meta-analysis, *PhD Clin Orthop Relat Res* DOI 10.1007/s11999-015-4347-1

قسم الطبيب

أقسم بالله العظيم

أن أراقب الله في مهنتي.

وأن أصون حياة الإنسان في كافة أطوارها في كل الظروف

والأحوال باذلة وسعي في إنقاذها من الهلاك والمرض

والألم والقلق.

وأن أحفظ للناس كرامتهم، وأستر عورتهم، وأكتم سرهم.

وأن أكون على الدوام من وسائل رحمة الله، باذلة رعايتي الطبية للقريب

والبعيد، للصالح والطالح، والصديق والعدو.

وأن أثار على طلب العلم، وأسخره لنفع الإنسان لا لأداه.

وأن أوقر من علمني، وأعلم من يصغرنني، وأكون أخذا لكل زميل في المهنة الطبية

متعاونين على البر والتقوى.

وأن تكون حياتي مصداق إيماني في سري وعلانياتي،

نقية مما يشينها تجاه الله ورسوله والمؤمنين.

والله على ما أقول شهيدا

التحليل التلوي: التثبيت بالاسلاك المعدنية مقابل الصفيحة المثبتة لترميم كسور الطرف السفلي لعظم الكعبرة.

الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 2021/05/27

من طرف

السيدة فاطمة زوهيري

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية:

التحليل التلوي - الصفيحة المثبتة - كسور أسفل عظم الكعبرة -
استخدام الاسلاك المعدنية

اللجنة

الرئيس

ع. عبكري

السيد

أستاذ في جراحة العظام والمفاصل

المشرف

ي. ناجب

السيد

أستاذ في جراحة العظام والمفاصل

م. ا. بنهيمه

السيد

أستاذ مبرز في جراحة العظام والمفاصل

م. الصباني

السيدة

أستاذة مبرزة في علم الأوبئة السريرية

الحكام