

UNIVERSITÉ TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTÉS DE MÉDECINE

ANNÉE 2020

2020 TOU3 1652

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE
MÉDECINE SPÉCIALISÉE CLINIQUE

Présentée et soutenue publiquement

par

Yoann DALMAS

le 23 octobre 2020

ANALYSE TOMODENSITOMETRIQUE DE LA BUTÉE DE LATARJET
ARTHROSCOPIQUE FIXÉE PAR ENDOBOUTON

Directeur de thèse : Pr Nicolas BONNEVIALLE

JURY

Monsieur le Professeur	Pierre MANSAT	Président
Monsieur le Professeur	Paul BONNEVIALLE	Assesseur
Monsieur le Professeur	Nicolas BONNEVIALLE	Assesseur
Monsieur le Professeur	Pascal BOILEAU	Assesseur
Monsieur le Docteur	Vadim AZOULAY	Suppléant
Monsieur le Docteur	Arnaud GODENECHÉ	Invité

TABLEAU du PERSONNEL HOSPITALO-UNIVERSITAIRE
des Facultés de Médecine de l'Université Toulouse III - Paul Sabatier
au 1^{er} septembre 2019

Professeurs Honoraires

Doyen Honoraire	M. CHAP Hugues	Professeur Honoraire	M. FREXINOS Jacques
Doyen Honoraire	M. GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard	Professeur Honoraire	Mme GENESTAL Michèle
Doyen Honoraire	M. LAZORTHES Yves	Professeur Honoraire	M. GERAUD Gilles
Doyen Honoraire	M. PUEL Pierre	Professeur Honoraire	M. GHISOLFI Jacques
Doyen Honoraire	M. ROUGE Daniel	Professeur Honoraire	M. GOUZI Jean-Louis
Doyen Honoraire	M. VINEL Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. GUIRAUD CHAUMEIL Bernard
Professeur Honoraire	M. ABBAL Michel	Professeur Honoraire	M. HOFF Jean
Professeur Honoraire	M. ADER Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. JOFFRE Francis
Professeur Honoraire	M. ALBAREDE Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. LACOMME Yves
Professeur Honoraire	M. ARBUS Louis	Professeur Honoraire	M. LAGARRIGUE Jacques
Professeur Honoraire	M. ARLET Jacques	Professeur Honoraire	Mme LARENG Marie-Blanche
Professeur Honoraire	M. ARLET Philippe	Professeur Honoraire	M. LARENG Louis
Professeur Honoraire	M. ARLET-SUAU Elisabeth	Professeur Honoraire	M. LAURENT Guy
Professeur Honoraire	M. ARNE Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. LAZORTHES Franck
Professeur Honoraire	M. BARRET André	Professeur Honoraire	M. LAZORTHES Yves
Professeur Honoraire	M. BARTHE Philippe	Professeur Honoraire	M. LEOPHONTE Paul
Professeur Honoraire	M. BAYARD Francis	Professeur Honoraire	M. MAGNAVAL Jean-François
Professeur Honoraire	M. BOCCALON Henri	Professeur Honoraire	M. MANELFE Claude
Professeur Honoraire	M. BONAFÉ Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. MANSAT Michel
Professeur Honoraire	M. BONEU Bernard	Professeur Honoraire	M. MASSIP Patrice
Professeur Honoraire	M. BOUNHOURS Jean-Paul	Professeur Honoraire	Mme MARTY Nicole
Professeur Honoraire	M. BOUTAULT Franck	Professeur Honoraire	M. MAZIERES Bernard
Professeur Honoraire	M. BUGAT Roland	Professeur Honoraire	M. MONROZIES Xavier
Professeur Honoraire	M. CAHUZAC Jean-Philippe	Professeur Honoraire	M. MOSCOVICI Jacques
Professeur Honoraire	M. CARATERO Claude	Professeur Honoraire	M. MURAT
Professeur Honoraire	M. CARLES Pierre	Professeur Honoraire	M. OLIVES Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. CARRIERE Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. PASCAL Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. CARTON Michel	Professeur Honoraire	M. PESSEY Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. CATHALA Bernard	Professeur Honoraire	M. PLANTE Pierre
Professeur Honoraire	M. CHABANON Gérard	Professeur Honoraire	M. PONTONNIER Georges
Professeur Honoraire	M. CHAMONTIN Bernard	Professeur Honoraire	M. POURRAT Jacques
Professeur Honoraire	M. CHAVOIN Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. PRADERE Bernard
Professeur Honoraire	M. CLANET Michel	Professeur Honoraire	M. PRIS Jacques
Professeur Honoraire	M. CONTE Jean	Professeur Honoraire	Mme PUEL Jacqueline
Professeur Honoraire	M. COSTAGLIOLA Michel	Professeur Honoraire	M. PUEL Pierre
Professeur Honoraire	M. COTONAT Jean	Professeur Honoraire	M. PUJOL Michel
Professeur Honoraire	M. DABERNAT Henri	Professeur Honoraire	M. QUERLEU Denis
Professeur Honoraire	M. DALOUS Antoine	Professeur Honoraire	M. RAILHAC Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. DALY-SCHVEITZER Nicolas	Professeur Honoraire	M. REGIS Henri
Professeur Honoraire	M. DAVID Jean-Frédéric	Professeur Honoraire	M. REGNIER Claude
Professeur Honoraire	M. DELSOL Georges	Professeur Honoraire	M. REME Jean-Michel
Professeur Honoraire	Mme DELISLE Marie-Bernadette	Professeur Honoraire	M. ROCHE Henri
Professeur Honoraire	Mme DIDIER Jacqueline	Professeur Honoraire	M. ROCHICCIOLI Pierre
Professeur Honoraire	M. DUCOS Jean	Professeur Honoraire	M. ROLLAND Michel
Professeur Honoraire	M. DUFFAUT Michel	Professeur Honoraire	M. ROQUE-LATRILLE Christian
Professeur Honoraire	M. DUPRE M.	Professeur Honoraire	M. RUMEAU Jean-Louis
Professeur Honoraire	M. DURAND Dominique	Professeur Honoraire	M. SALVADOR Michel
Professeur Honoraire associé	M. DUTAU Guy	Professeur Honoraire	M. SALVAYRE Robert
Professeur Honoraire	M. ESCANDE Michel	Professeur Honoraire	M. SARRAMON Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. ESCHAPASSE Henri	Professeur Honoraire	M. SIMON Jacques
Professeur Honoraire	M. ESCOURROU Jean	Professeur Honoraire	M. SUC Jean-Michel
Professeur Honoraire	M. ESQUERRE J.P.	Professeur Honoraire	M. THOUVENOT Jean-Paul
Professeur Honoraire	M. FABIÉ Michel	Professeur Honoraire	M. TKACZUK Jean
Professeur Honoraire	M. FABRE Jean	Professeur Honoraire	M. TREMOULET Michel
Professeur Honoraire	M. FOURNIAL Gérard	Professeur Honoraire	M. VALDIGUIE Pierre
Professeur Honoraire	M. FOURNIE Bernard	Professeur Honoraire	M. VAYSSE Philippe
Professeur Honoraire	M. FORTANIER Gilles	Professeur Honoraire	M. VIRENQUE Christian
Professeur Honoraire	M. FRAYSSE Bernard	Professeur Honoraire	M. VOIGT Jean-Jacques

Professeurs Émérites

Professeur ADER Jean-Louis	Professeur JOFFRE Francis
Professeur ALBAREDE Jean-Louis	Professeur LAGARRIGUE Jacques
Professeur ARBUS Louis	Professeur LARENG Louis
Professeur ARLET-SUAU Elisabeth	Professeur LAURENT Guy
Professeur BOCCALON Henri	Professeur LAZORTHES Yves
Professeur BONEU Bernard	Professeur MAGNAVAL Jean-François
Professeur CARATERO Claude	Professeur MANELFE Claude
Professeur CHAMONTIN Bernard	Professeur MASSIP Patrice
Professeur CHAP Hugues	Professeur MAZIERES Bernard
Professeur CONTÉ Jean	Professeur MOSCOVICI Jacques
Professeur COSTAGLIOLA Michel	Professeur RISCHMANN Pascal
Professeur DABERNAT Henri	Professeur ROQUES-LATRILLE Christian
Professeur FRAYSSE Bernard	Professeur SALVAYRE Robert
Professeur DELISLE Marie-Bernadette	Professeur SARRAMON Jean-Pierre
Professeur GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard	Professeur SIMON Jacques

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-PURPAN

37 allées Jules Guesde - 31000 TOULOUSE

Doyen : Didier CARRIE

P.U. - P.H.

P.U. - P.H.

Classe Exceptionnelle et 1^{ère} classe

2^{ème} classe

M. ADOUE Daniel (C.E) Médecine Interne, Gériatrie
M. AMAR Jacques (C.E) Thérapeutique
M. ATTAL Michel (C.E) Hématologie
M. AVET-LOISEAU Hervé (C.E.) Hématologie, transfusion
Mme BEYNE-RAUZY Odile Médecine Interne
M. BIRMES Philippe Psychiatrie
M. BLANCHER Antoine Immunologie (option Biologique)
M. BONNEVIALLE Paul (C.E) Chirurgie Orthopédique et Traumatologie.
M. BOSSAVY Jean-Pierre (C.E) Chirurgie Vasculaire
M. BRASSAT David Neurologie
M. BROUCHET Laurent Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
M. BROUSSET Pierre (C.E) Anatomie pathologique
M. BUREAU Christophe Hépato-Gastro-Entéro
M. CALVAS Patrick (C.E) Génétique
M. CARRERE Nicolas Chirurgie Générale
M. CARRIE Didier (C.E) Cardiologie
M. CHAIX Yves Pédiatrie
Mme CHARPENTIER Sandrine Médecine d'urgence
M. CHAUVEAU Dominique Néphrologie
M. CHOLLET François (C.E) Neurologie
M. DAHAN Marcel (C.E) Chirurgie Thoracique et Cardiaque
M. DE BOISSEZON Xavier Médecine Physique et Réadapt Fonct.
M. DEGUINE Olivier (C.E) Oto-rhino-laryngologie
M. DUCOMMUN Bernard Cancérologie
M. FERRIERES Jean (C.E) Epidémiologie, Santé Publique
M. FOURCADE Olivier Anesthésiologie
M. FOURNIÉ Pierre Ophtalmologie
M. GAME Xavier Urologie
M. GEERAERTS Thomas Anesthésiologie et réanimation
M. IZOPET Jacques (C.E) Bactériologie-Virologie
Mme LAMANT Laurence (C.E) Anatomie Pathologique
M. LANG Thierry (C.E) Biostatistiques et Informatique Médicale
M. LANGIN Dominique (C.E) Nutrition
M. LAUWERS Frédéric Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
M. LAUQUE Dominique (C.E) Médecine d'urgence
M. LIBLAU Roland (C.E) Immunologie
M. MALAUAUD Bernard Urologie
M. MANSAT Pierre Chirurgie Orthopédique
M. MARCHOU Bruno (C.E) Maladies Infectieuses
M. MAZIERES Julien Pneumologie
M. MOLINIER Laurent Epidémiologie, Santé Publique
M. MONTASTRUC Jean-Louis (C.E) Pharmacologie
Mme MOYAL Elisabeth Cancérologie
Mme NOURHASHEMI Fatemeh (C.E) Gériatrie
M. OSWALD Eric (C.E) Bactériologie-Virologie
M. PARANT Olivier Gynécologie Obstétrique
M. PARIENTE Jérémie Neurologie
M. PARINAUD Jean (C.E) Biol. Du Dévelop. et de la Reprod.
M. PAUL Carle Dermatologie
M. PAYOUX Pierre Biophysique
M. PAYRASTRE Bernard (C.E) Hématologie
M. PERON Jean-Marie Hépato-Gastro-Entérologie
M. PERRET Bertrand (C.E) Biochimie
M. RASCOL Olivier (C.E) Pharmacologie
M. RECHER Christian (C.E) Hématologie
M. RISCHMANN Pascal (C.E) Urologie
M. RIVIERE Daniel (C.E) Physiologie
M. SALES DE GAUZY Jérôme (C.E) Chirurgie Infantile
M. SALLES Jean-Pierre (C.E) Pédiatrie
M. SANS Nicolas Radiologie
Mme SELVES Janick Anatomie et cytologie pathologiques
M. SERRE Guy (C.E) Biologie Cellulaire
M. TELMON Norbert (C.E) Médecine Légale
M. VINEL Jean-Pierre (C.E) Hépato-Gastro-Entérologie

Mme BONGARD Vanina Epidémiologie
M. BONNEVIALLE Nicolas Chirurgie orthopédique et traumatologique
Mme CASPER Charlotte Pédiatrie
M. COGNARD Christophe Neuroradiologie
M. LAIREZ Olivier Biophysique et médecine nucléaire
M. LAROCHE Michel Rhumatologie
M. LEOBON Bertrand Chirurgie Thoracique et Cardiaque
M. LOPEZ Raphael Anatomie
M. MARTIN-BLONDEL Guillaume Maladies infectieuses, maladies tropicales
M. MARX Mathieu Oto-rhino-laryngologie
M. MAS Emmanuel Pédiatrie
M. OLIVOT Jean-Marc Neurologie
M. PAGES Jean-Christophe Biologie Cellulaire et Cytologie
M. PORTIER Guillaume Chirurgie Digestive
M. RONCALLI Jérôme Cardiologie
Mme RUYSEN-WITRAND Adeline Rhumatologie
Mme SAVAGNER Frédérique Biochimie et biologie moléculaire
M. SOL Jean-Christophe Neurochirurgie
Mme TREMOLLIERES Florence Biologie du développement
Mme VEZZOSI Delphine Endocrinologie

P.U. Médecine générale

M. MESTHÉ Pierre
M. OUSTRIC Stéphane (C.E)

Professeur Associé Médecine générale

M. ABITTEBOUL Yves
M. POUTRAIN Jean-Christophe

Professeur Associé en Neurologie

Mme PAVY-LE TRAON Anne

Professeur Associé en Bactériologie - Virologie ; Hygiène Hospitalière

Mme MALAUAUD Sandra

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-RANGUEIL

133, route de Narbonne - 31062 TOULOUSE Cedex

Doyen : Elie SERRANO

P.U. - P.H.

Classe Exceptionnelle et 1^{ère} classe

P.U. - P.H.

2^{ème} classe

M. ARBUS Christophe	Psychiatrie
M. ACAR Philippe	Pédiatrie
M. ACCADBLED Franck	Chirurgie Infantile
M. ALRIC Laurent (C.E)	Médecine Interne
Mme ANDRIEU Sandrine	Epidémiologie
M. ARNAL Jean-François	Physiologie
Mme BERRY Isabelle (C.E)	Biophysique
M. BONNEVILLE Fabrice	Radiologie
M. BUJAN Louis (C. E)	Urologie-Andrologie
Mme BURA-RIVIERE Alessandra	Médecine Vasculaire
M. BUSCAIL Louis (C.E)	Hépat-Gastro-Entérologie
M. CANTAGREL Alain (C.E)	Rhumatologie
M. CARON Philippe (C.E)	Endocrinologie
M. CHAUFOUR Xavier	Chirurgie Vasculaire
M. CHAYNES Patrick	Anatomie
M. CHIRON Philippe (C.E)	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie
M. CONSTANTIN Arnaud	Rhumatologie
M. COURBON Frédéric	Biophysique
Mme COURTADE SAIDI Monique	Histologie Embryologie
M. DAMBRIN Camille	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire
M. DELABESSE Eric	Hématologie
M. DELOBEL Pierre	Maladies Infectieuses
M. DELORD Jean-Pierre	Cancérologie
M. DIDIER Alain (C.E)	Pneumologie
Mme DULY-BOUHANICK Béatrice (C.E)	Thérapeutique
M. ELBAZ Meyer	Cardiologie
M. GALINIER Michel (C.E)	Cardiologie
M. GLOCK Yves (C.E)	Chirurgie Cardio-Vasculaire
Mme GOMEZ-BROUCHET Anne-Muriel	Anatomie Pathologique
M. GOURDY Pierre	Endocrinologie
M. GRAND Alain (C.E)	Epidémiologie. Eco. de la Santé et Prév.
M. GROLLEAU RAOUX Jean-Louis (C.E)	Chirurgie plastique
Mme GUIMBAUD Rosine	Cancérologie
Mme HANAIRE Hélène (C.E)	Endocrinologie
M. HUYGHE Eric	Urologie
M. KAMAR Nassim (C.E)	Néphrologie
M. LARRUE Vincent	Neurologie
M. LEVADE Thierry (C.E)	Biochimie
M. MALECAZE François (C.E)	Ophtalmologie
M. MARQUE Philippe	Médecine Physique et Réadaptation
M. MAURY Jean-Philippe	Cardiologie
Mme MAZEREEUW Juliette	Dermatologie
M. MINVILLE Vincent	Anesthésiologie Réanimation
M. OTAL Philippe	Radiologie
M. RAYNAUD Jean-Philippe (C.E)	Psychiatrie Infantile
M. RITZ Patrick (C.E)	Nutrition
M. ROLLAND Yves (C.E)	Gériatrie
M. ROUGE Daniel (C.E)	Médecine Légale
M. ROUSSEAU Hervé (C.E)	Radiologie
M. ROUX Franck-Emmanuel	Neurochirurgie
M. SAILLER Laurent	Médecine Interne
M. SCHMITT Laurent (C.E)	Psychiatrie
M. SENARD Jean-Michel (C.E)	Pharmacologie
M. SERRANO Elie (C.E)	Oto-rhino-laryngologie
M. SOULAT Jean-Marc	Médecine du Travail
M. SOULIE Michel (C.E)	Urologie
M. SUC Bertrand	Chirurgie Digestive
Mme TAUBER Marie-Thérèse (C.E)	Pédiatrie
Mme URO-COSTE Emmanuelle	Anatomie Pathologique
M. VAYSSIERE Christophe	Gynécologie Obstétrique
M. VELLAS Bruno (C.E)	Gériatrie

M. AUSSEIL Jérôme	Biochimie et biologie moléculaire
M. BERRY Antoine	Parasitologie
M. BOUNES Vincent	Médecine d'urgence
Mme BOURNET Barbara	Gastro-entérologie
M. CHAPUT Benoit	Chirurgie plastique et des brûlés
Mme DALENC Florence	Cancérologie
M. DECRAMER Stéphane	Pédiatrie
Mme FARUCH-BILFELD Marie	Radiologie et Imagerie Médicale
M. FAGUER Stanislas	Néphrologie
M. FRANCHITTO Nicolas	Addictologie
M. GARRIDO-STÖWHAS Ignacio	Chirurgie Plastique
M. GATIMEL Nicolas	Médecine de la reproduction
Mme LAPRIE Anne	Radiothérapie
M. LAURENT Camille	Anatomie Pathologique
M. LE CAIGNEC Cédric	Génétique
M. MARCHEIX Bertrand	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
M. MEYER Nicolas	Dermatologie
M. MUSCARI Fabrice	Chirurgie Digestive
M. REINA Nicolas	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M. SILVA SIFONTES Stein	Réanimation
M. SOLER Vincent	Ophtalmologie
Mme SOMMET Agnès	Pharmacologie
Mme SOTO-MARTIN Maria-Eugénia	Gériatrie et biologie du vieillissement
M. TACK Ivan	Physiologie
M. VERGEZ Sébastien	Oto-rhino-laryngologie
M. YSEBAERT Loic	Hématologie

P.U. Médecine générale

Mme ROUGE-BUGAT Marie-Eve

Professeur Associé de Médecine Générale

M. BOYER Pierre

M. STILLMUNKES André

M.C.U. - P.H.

M. ABBO Olivier	Chirurgie infantile
M. APOIL Pol Andre	Immunologie
Mme ARNAUD Catherine	Epidémiologie
Mme AUSSEIL-TRUDEL Stéphanie	Biochimie et Biologie Moléculaire
Mme BELLIERE-FABRE Julie	Néphrologie
Mme BERTOLI Sarah	Hématologie, transfusion
M. BIETH Eric	Génétique
Mme CASPAR BAUGUIL Sylvie	Nutrition
Mme CASSAGNE Myriam	Ophthalmologie
Mme CASSAING Sophie	Parasitologie
M. CAVAINAC Etienne	Chirurgie orthopédique et traumatologie
Mme CHANTALAT Elodie	Anatomie
M. CONGY Nicolas	Immunologie
Mme COURBON Christine	Pharmacologie
Mme DAMASE Christine	Pharmacologie
Mme de GLISEZENSKY Isabelle	Physiologie
Mme DE MAS Véronique	Hématologie
M. DUBOIS Damien	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme FILLAUX Judith	Parasitologie
M. GANTET Pierre	Biophysique
Mme GENNERO Isabelle	Biochimie
Mme GENOUX Annelise	Biochimie et biologie moléculaire
M. HAMDJ Safouane	Biochimie
Mme HITZEL Anne	Biophysique
M. IRIART Xavier	Parasitologie et mycologie
Mme JONCA Nathalie	Biologie cellulaire
M. KIRZIN Sylvain	Chirurgie générale
Mme LAPEYRE-MESTRE Maryse	Pharmacologie
M. LHERMUSIER Thibault	Cardiologie
M. LHOMME Sébastien	Bactériologie-virologie
Mme MONTASTIER Emilie	Nutrition
Mme MOREAU Marion	Physiologie
Mme NOGUEIRA M.L.	Biologie Cellulaire
Mme PERROT Aurore	Hématologie ; Transfusion
M. PILLARD Fabien	Physiologie
Mme PUISSANT Bénédicte	Immunologie
Mme RAYMOND Stéphanie	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme SABOURDY Frédérique	Biochimie
Mme SAUNE Karine	Bactériologie Virologie
M. TAFANI Jean-André	Biophysique
M. TREINER Emmanuel	Immunologie
Mme VAYSSE Charlotte	Cancérologie
M. VIDAL Fabien	Gynécologie obstétrique

M.C.U. Médecine générale

M. BRILLAC Thierry
Mme DUPOUY Julie

M.C.U. - P.H.

Mme ABRAVANEL Florence	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme BASSET Céline	Cytologie et histologie
Mme CAMARE Caroline	Biochimie et biologie moléculaire
M. CAMBUS Jean-Pierre	Hématologie
Mme CANTERO Anne-Valérie	Biochimie
Mme CARFAGNA Luana	Pédiatrie
Mme CASSOL Emmanuelle	Biophysique
Mme CAUSSE Elizabeth	Biochimie
M. CHASSAING Nicolas	Génétique
M. CLAVEL Cyril	Biologie Cellulaire
Mme COLOMBAT Magali	Anatomie et cytologie pathologiques
Mme CORRE Jill	Hématologie
M. DE BONNECAZE Guillaume	Anatomie
M. DEDOUIT Fabrice	Médecine Légale
M. DEGBOE Yannick	Rhumatologie
M. DELPLA Pierre-André	Médecine Légale
M. DESPAS Fabien	Pharmacologie
M. EDOUARD Thomas	Pédiatrie
Mme ESQUIROL Yolande	Médecine du travail
Mme EVRARD Solène	Histologie, embryologie et cytologie
Mme FLOCH Pauline	Bactériologie-Virologie; Hygiène Hospit.
Mme GALINIER Anne	Nutrition
Mme GALLINI Adeline	Epidémiologie
Mme GARDETTE Virginie	Epidémiologie
M. GASQ David	Physiologie
M. GATIMEL Nicolas	Médecine de la reproduction
Mme GRARE Marion	Bactériologie Virologie Hygiène
M. GUIBERT Nicolas	Pneumologie ; Addictologie
Mme GUILBEAU-FRUGIER Céline	Anatomie Pathologique
M. GUILLEMINAULT Laurent	Pneumologie
Mme GUYONNET Sophie	Nutrition
M. HERIN Fabrice	Médecine et santé au travail
Mme INGUENEAU Cécile	Biochimie
M. LEANDRI Roger	Biologie du dével. et de la reproduction
M. LEPAGE Benoit	Biostatistiques et Informatique médicale
Mme MAUPAS SCHWALM Françoise	Biochimie
M. MIEUSSET Roger	Biologie du dével. et de la reproduction
M. MOULIS Guillaume	Médecine interne
Mme NASR Nathalie	Neurologie
Mme QUELVEN Isabelle	Biophysique et Médecine Nucléaire
M. RIMAILHO Jacques	Anatomie et Chirurgie Générale
M. RONGIERES Michel	Anatomie - Chirurgie orthopédique
Mme VALLET Marion	Physiologie
M. VERGEZ François	Hématologie
M. YRONDI Antoine	Psychiatrie d'Adultes ; Addictologie

M.C.U. Médecine générale

M. BISMUTH Michel
Mme ESCOURROU Brigitte

Maîtres de Conférences Associés de Médecine Générale

Dr CHICOULAA Bruno
Dr FREYENS Anne
Dr PUECH Marielle

Dr BIREBENT Jordan
Dr BOURGEOIS Odile
Dr LATROUS Leila
Dr. BOUSSIER Nathalie

A NOTRE MAITRE ET PRESIDENT DU JURY

Monsieur le Professeur Pierre MANSAT

Professeur des universités et Praticien Hospitalier de Chirurgie

Orthopédique et Traumatologique.

Vous me faites l'honneur d'accepter la présidence de mon jury de Thèse.

Je vous remercie de nous transmettre tous les jours vos connaissances et votre passion pour la chirurgie. Je suis heureux de pouvoir faire partie de votre école de chirurgie Toulousaine.

Veillez trouver en ce travail l'expression de ma reconnaissance et de mon profond respect.

A NOTRE MAITRE ET DIRECTEUR DE THESE

Monsieur le Professeur Nicolas BONNEVIALLE

Professeur des universités et Praticien Hospitalier de Chirurgie

Orthopédique et Traumatologique.

Vous m'avez fait l'honneur de me confier ce travail il y a maintenant deux ans et de pouvoir le juger aujourd'hui. Je suis reconnaissant de votre accompagnement et de votre soutien tout au long des différentes étapes de cette thèse. J'ai hâte de pouvoir enfin voir cette intervention à vos côtés.

Veillez trouver en ce travail l'expression de mon estime et de mon profond respect.

A NOTRE MAITRE ET MEMBRE DU JURY

Monsieur le Professeur Paul BONNEVIALLE

Professeur des universités et Praticien Hospitalier de Chirurgie

Orthopédique et Traumatologique.

Vous me faites l'honneur d'accepter de juger ce travail je vous en suis profondément reconnaissant.

Votre vivacité, votre humanisme et vos compétences chirurgicales vous honorent. Je suis heureux d'avoir pu apprendre à vos côtés.

Merci aussi pour toutes ces discussions d'histoire géographique, littérature ou religion.

Veillez trouver en ce travail l'expression de mon estime et de mon profond respect.

A NOTRE MAITRE ET MEMBRE DU JURY

Monsieur le Professeur Pascal BOILEAU

Professeur des universités et Praticien Hospitalier de Chirurgie

Orthopédique et Traumatologique.

Malgré les circonstances, vous me faites l'honneur de juger ce travail et je vous remercie. Etant encore externe vous m'avez donné l'envie de faire de la chirurgie de l'épaule. Vos connaissances et votre expérience chirurgicale forcent le respect.

Veillez trouver en ce travail l'expression de mon estime et de mon profond respect.

A NOTRE MAITRE ET MEMBRE DU JURY

Monsieur le Docteur Vadim AZOULAY

Chirurgien orthopédiste et traumatologue.

Tu me fais l'honneur d'être un des membres de ce jury et je t'en remercie.

Ce travail prolongeant le tien, tu n'en seras qu'un meilleur critique.

Ta gentillesse, ta bonne humeur, tes qualités chirurgicales et ton goût pour la gastronomie ont fait que j'ai grandement apprécié les 6 mois que j'ai pu passer à tes côtés en tant qu'interne.

Trouve dans ce travail l'expression de ma gratitude et de ma reconnaissance.

A NOTRE MAITRE ET MEMBRE DU JURY

Monsieur le Docteur Arnaud GODENECHÉ

Chirurgien orthopédiste et traumatologue.

Vous me faites l'honneur de juger ce travail et je vous remercie.

Vos compétences dans le domaine de la chirurgie de l'épaule sont reconnues. Veuillez trouver en ce travail l'expression de ma reconnaissance et de mon profond respect.

A ma famille le bien le plus précieux,

Papa et maman, c'est grâce à vous que j'en suis là aujourd'hui ; merci pour les valeurs que vous m'avez inculquées et tout le temps que vous avez pris pour moi, je suis fier de vous avoir comme parents.

Laeti ma petite sœur, on a formé un beau duo complice mais aussi de chamailleries pendant tous ces années. Je suis fier de ce que tu es devenue.

Mamie Eliane, a toutes ces vacances merveilleuses et ces repas qui ont bercé mon enfance, merci d'avoir été toujours là pour moi!

Papy, toi qui m'appelait monsieur le Professeur Dalmas depuis le début de mes études de médecine, j'aurais tellement voulu que tu sois présent parmi nous ce soir.

Mamie Féa, merci de m'avoir insinué de faire médecine alors que je n'étais qu'un enfant (été 2013). L'idée a fait son chemin jusqu'à aujourd'hui ;

Tonton, Tata, Patrick : tant de joies, de rires et d'éclats de voix partagés avec vous durant nos nombreux repas de familles.

Alexis, mon petit cousin, continue d'être aussi gentil et agréable.

Horst, merci pour ta gentillesse immense et m'avoir toujours considéré comme ton propre petit fils.

Marraine, une oreille attentive et toujours disponible !

Thierry, merci pour m'avoir donné envie de faire cette belle spécialité qu'est l'orthopédie. Hâte de pouvoir faire une mission avec toi.

A mes amis

Thomas, mon seul et unique colloque, merci pour cette année passée en ta compagnie. A quand le duo chir-anesth ?

Nicolas, à ces années d'externat, ces voyages qui ont forgé notre amitié.

Guillaume et Kelly, malgré la distance un grand merci d'être ici aujourd'hui ; promis je passe en lorraine en 2021.

Romane et Robin, le couple de l'année 2020.

Maxime, et sa touche de folie.

Cecilia et Alizée, depuis mon passage à Albi je suis allergique aux confettis !!!

A tous les membres du bureau de l'internat 2019 et 2020 et Bernadette, l'année n'aura pas été simple mais on y est arrivé alors soyons fous poursuivons un an.

A mes maitres et co-internes

Pr Reina, à ce souvenir de ma première garde au bloc à tes côtés.

Pr Cavaignac, rigueur, rapidité et efficacité. C'est bon y'a pas trop de mots.

Dr Rongières, le chirurgien philosophe, merci pour votre enseignement.

Dr Apredoaei, le pro du Tsuge.

Dr Chaminade, à vos précieux conseils chirurgicaux et pour l'internat.

David, heureusement que tu es la pour me faire comprendre la complexité du pied.

Stéphanie, merci pour ces courts mois où j'ai pu découvrir l'arthro de poignet. (et pas merci à la COVID)

Fanny, merci pour tout ce que tu m'a appris alors que tu as été ma première chef au PPR, bonne continuation dans ma contrée niçoise.

Julie, Grégoire, Kepa, Tristan, Julien, Karine, Sam les chefs ayant quitté le PPR merci pour tout ce que vous m'avez chacun apporté durant mes premiers semestres.

Pierre, mon fournisseur officiel de travail universitaire, merci d'avoir réalisé les statistiques de ce travail.

Gauthier, on va quand à la salle ?

Vincent, gentillesse et pédagogie.

Florence, la peau est ton amie. Hâte d'être en février.

Marine, une organisation parfaite, ça fait longtemps que je n'ai pas reçu de mail...

Thomas, prestance élégance chirurgien de France Même quand tu amputes à tout de bras.

Mohcine, à ma première artère solo grâce à toi

Mahdi, le chirurgien aviateur une passion en commun !

Louis, la meilleure playlist de l'ILM

Charlotte, El Blanquita bon courage pour le début du clinicat.

Arthur, merci monsieur le président pour cette magnifique collaboration et bonne chance mon Capitaine. Et au Final contrairement à Iznogoud ... je serai calife ...

Mathieu, à cette journée du 23/10 où nous devenons frère épauliste.

Marie, la boucle d'or, référente mondiale de la vitamine C.

Remi, à cette phrase devenue légendaire « maintenant qu'vous le dites ».

Enrique, t'es en cane mec ?

Arnault, le forceur, prêt pour la petite sœur ?

Thibaut, le plus beau couettou du Sud-Ouest.

Boris, Dobby est un elfe libre !!!

Hugo, ton humour m'a manqué ce semestre.

Timothée, requin ou aigle du service. p

Juliette, à nos petits apéros du dimanche soir.

Maxime Testory, calme et sérénité constante.

Maxime Teulières, le spécialiste du lavage à grandes eaux.

Suzanne, la belle rencontre de mon internat, mon binôme de promo, une main de fer dans un gant de velours et quel talent de scénariste.
Joana G, pardonnez moi dame Granjou, qui s'y frotte s'y pique.
Corentin, à quand la prochaine sortie montagne ensemble.
Émilie, ma petite sœur de l'orthopédie, ma prèf, amie fidèle, pleine de fougue, chihuahua enragé par moment mais toujours palmologue avec douceur, délicatesse et subtilité. A quand notre prochain étoilé ?
Joris, le petit frère niçois, attention au côté gitan grandissant.
Victor, oublie pas la ritaline.
Deborah, mi ortho mi cardio, 100% bureau internat 2020.
Joana P, hâte d'apprendre à te connaître.
Nicolas, le petit dernier de la fratrie niçoise.
Chady, toujours la pour rendre service.
Benjamin, gregory, aziz, les amis plasticiens.
Juliette F, réduction de bimall comme personne, merci d'être partante pour ce poste cette année.
A tous les inter-chu que j'ai pu croisé au PPR.

Du côté de la pédiatrie

Pr Sales de Gauzy, merci pour n'avoir fait connaître le monde parallèle du rachis, j'admire vos connaissances et votre calme en toute situation.
Pr Accadbled, merci pour ces moments de haute voltige en arthro dans des genoux.
Dr Abid, grâce à vous je sais comment faire les plus beaux pansements de la main!
Dr Ursei, à ces astreintes où l'on aura bien rigolé.
Dr Darodes, Dr Thevenin Lemoine
Roxane, prête à dominer le monde ?
Manon, 🐾 Best chef ever ; l'orthopédiste la plus girly que l'on connaisse.
Timothé, à ce souvenir de notre semestre : « tu es grosse mélissandre »
Mathilde, un grand cœur, mais quelle râleuse !!

A Albi

Pascal, quelle maîtrise et quelle rapidité, merci pour ton enseignement.
François, technicité, calme et humour, hâte de refaire des coiffes avec toi.
Romain, la force tranquille.
Yoann, tu auras été mon premier chef de l'internat et quel chef gentilhomme, smile et rigolade.

A Nice

Marco, tu m'as préparé à devenir interne l'été après les ECN, merci pour ton aide immense pour le livre.
Laurent, pour m'avoir pris sous ton aile et pour la motivation que tu m'as apporté pendant ces années de fac.

A toutes les équipes IDE des services, du bloc et des consultations qui m'ont accompagné et donné des conseils utiles depuis le début de ma formation.

Aux secrétaires du service, pour tous ces courriers et dossiers disponibles en un temps record.

SERMENT D'HIPPOCRATE

Sur ma conscience, en présence de mes maîtres et de mes condisciples, je jure d'exercer la médecine suivant les lois de la morale, de l'honneur et de la probité.

Je pratiquerai scrupuleusement tous mes devoirs envers les malades, mes confrères et la société.

TABLE DES MATIERES

I. INTRODUCTION	1
II. QUELS FACTEURS INFLUENCENT LA CONSOLIDATION DE LA BUTEE ?	
1. Introduction	3
2. Matériel et Méthodes	3
3. Résultats	9
4. Discussion	11
5. Conclusion	14
III. LYSE ET REMODELAGE DE LA BUTEE	
1. Introduction	15
2. Matériel et Méthodes	15
3. Résultats	20
4. Discussion	27
5. Conclusion	30
IV. EVALUATION SCANNOGRAPHIQUE DES ANCRÉS DE REINSERTION DE BANKART	
1. Introduction	31
2. Matériel et Méthodes	31
3. Résultats	34
4. Discussion	35
5. Conclusion	37
V. INFLUENCE DE LA BUTEE SUR LA TRANSLATION HUMERALE POSTERIEURE	
1. Introduction	38
2. Matériel et Méthodes	38
3. Résultats	41
4. Discussion	43
5. Conclusion	46

VI. CONCLUSION	47
VII. BIBLIOGRAPHIE	48
VIII. ANNEXES	54

Liste des abréviations

AE	Antéro-Externe
AI	Antéro-Interne
CIA 95%	Intervalle de confiance à 95%
ICC	Intra Class Corrélation
ISIS	Instability Severity Index Score
OR	Odd ratio
aOR	Odd ratio ajusté
PE	Postéro-Externe
PI	Postéro-Interne
PLGA/TCP	poly-lactic-co-glycolic acid and tricalcium phosphate
TDM	Tomodensitométrie

I. INTRODUCTION

La butée de Latarjet décrite en 1954 pour traiter l'instabilité antérieure d'épaule est basée sur le transfert du processus coracoïde et du tendon conjoint sur la partie antéro-inférieure du col de la glène [39].

L'efficacité de la butée repose sur un triple effet [54] :

- Le « sling effect » ou « effet sangle » du tendon conjoint plaquant le tiers inférieur du sub-scapulaire et la capsule articulaire lors des mouvements d'abduction et rotation externe
- L'augmentation de la surface articulaire gléno-humérale grâce au greffon osseux
- La réparation de la capsule articulaire par suture de celle-ci au moignon de ligament coraco-acromial réalisant un effet de rétention capsulaire

Deux techniques de Bristow-Latarjet « toute arthroscopique » ont été décrites en 2007.

Lafosse et al. [38] a proposé une technique de butée arthroscopique fixée par deux vis reproduisant la technique de chirurgie ouverte [54].

Néanmoins, l'utilisation des vis expose à des difficultés opératoires dans leur positionnement, le choix de leur longueur, le conflit avec les parties, un risque de complications neurologiques, et un taux de ré-intervention pour ablation non négligeable.

Ainsi la fixation par endobouton décrite par Boileau et al. [8-11,18, 46] propose une alternative aux vis par voie arthroscopique grâce à un guide et une approche arthroscopique innovante. Cette technique permet également d'associer à la butée, une réinsertion du labrum et une rétention de la capsule selon Bankart [29].

Précédemment, nous avons étudié le taux de complications et les résultats radio cliniques à court terme de cette intervention [3]. Nous avons constaté que la consolidation du greffon fixée à l'endobouton semblait être retardée dans certain cas, avec un risque hypothétique d'échec avec récurrence de l'instabilité [2,36].

En effet l'ostéolyse ou la pseudarthrose du greffon sont des causes décrites expliquant pour une part l'échec de la butée selon Latarjet avec pour conséquence une récurrence d'instabilité, et des douleurs persistantes [2,36].

A ce jour, peu d'études ont été spécifiquement réalisées sur des butées de Latarjet arthroscopiques fixées par endobouton, en particulier concernant leur évolution radiologique post-opératoire.

C'est pourquoi les buts de notre travail étaient de répondre aux questions suivantes :

Dans le cadre de la chirurgie d'instabilité antérieure d'épaule traitée par butée de Latarjet arthroscopique fixée par endobouton

- Quels facteurs influencent la consolidation de la butée ?
- Comment évolue la butée en termes de volume et de remodelage morphologique ?
- Comment évoluent les ancres de réinsertion de la lésion de Bankart ?
- La butée modifie-t-elle de manière chronique la translation postérieure statique de la tête humérale ?

II. QUELS FACTEURS INFLUENCENT LA CONSOLIDATION DE LA BUTEE ?

1. Introduction

Chez les patients jeunes et surtout les sportifs de compétition, le retour au sport le plus rapidement possible est un des critères d'un traitement réussi [1].

Etant donné que la coracoïde agit comme une greffe osseuse, il est attendu qu'elle consolide à la scapula pour renforcer l'effet sangle du tendon conjoint et traiter le défaut osseux glénoïdien s'il est présent [39].

La fixation par endobouton n'offre pas la même rigidité de fixation que les vis, c'est pourquoi elle a été critiquée concernant un risque accru de consolidation tardive voire même de pseudarthrose [32,57].

Ainsi, le but de cette étude était d'évaluer le taux de consolidation et les facteurs de risque de retard de consolidation à 3 mois post opératoire d'une butée de Latarjet arthroscopie fixée par endobouton.

Notre hypothèse était que le taux de consolidation de la butée à 3 mois n'était pas modifié par l'endobouton.

2. Matériel et Méthodes

Le comité d'éthique du CHU de Toulouse approuva cette étude (IRB 01-526) et les patients donnèrent leur accord pour l'exploitation de leurs données cliniques et radiologiques.

Nous avons réalisé une étude bicentrique, rétrospective avec collecte des données de manière prospective de 2015 à 2017. L'intervention était réalisée par 2 chirurgiens spécialisés dans la chirurgie de l'épaule (Pr N. Bonneville et Dr C.E. Thelu)

Les critères d'inclusion étaient :

- patients avec une instabilité antérieure d'épaule et un score ISIS > 3 points [5]
- patients traités par une butée de Latarjet arthroscopie fixée par endobouton [8]
- patients avec des scanners de contrôle à 15 jours et 3 mois post opératoire

Les patients ayant un antécédent de chirurgie sur l'épaule opérée ainsi que les 20 premiers cas de chaque chirurgien ont été exclus dans le cadre de la courbe d'apprentissage [3,11]. (Figure 1)

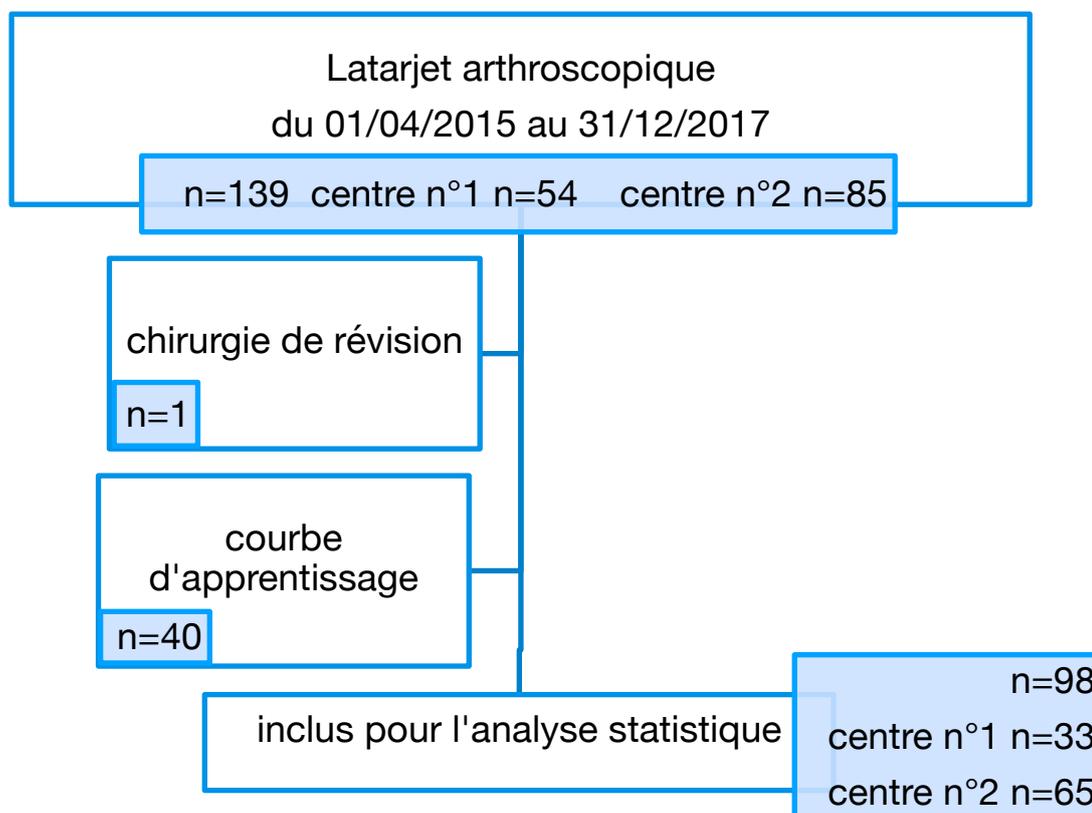


Figure 1 : diagramme de flux 1

139 butées ont été réalisées entre le 01/04/2015 et le 31/12/2017.

1 patient a été exclu car il présentait un antécédent de chirurgie de Bankart sur l'épaule opérée. Nous avons également exclus les 20 premières butées de chaque chirurgien.

Ainsi 98 patients remplissaient les critères d'inclusion/exclusion et ont été inclus dans l'analyse statistique.

Collecte des données et analyse radiologique

2 observateurs indépendants ont utilisé le logiciel d'imagerie Osirix Software (Osirix Lite, Version7.0.1; Pixmeo, Geneve, Suisse) selon un protocole spécifique standardisé et ont relu 2 fois chaque scanner [47].

Le scanner à 15 jours post opératoire était dédié à l'analyse du positionnement de la butée et au calcul de la surface de contact entre la butée et la glène comme décrit ci-dessous.

Sur des coupes axiales, le débord de la butée était mesuré selon la technique de la ligne tangente à l'os sous chondral de la glène au niveau du cadran inférieur de la cavité glénoïdienne. L'épaisseur du cartilage glénoïdien étant d'environ 1mm, la butée était considérée comme débordante si le point le plus latéral de cette dernière dépassait de minimum 2 mm au de la de cette tangente et comme médialisée si elle était au moins 2 mm en amont de la tangente.

Entre les 2 elle était considérée comme flush ou affleurante qui était la position à essayer d'obtenir en per opératoire. (Figure 2a)

Sur les coupes sagittales, le positionnement de la butée était classifié selon la position du milieu de la butée par rapport à l'équateur de la hauteur de la glène. Ainsi les 3 niveaux était sous équatorial, équatorial et sus équatorial. (Figure 2b)

Le positionnement optimal était sous équatorial.

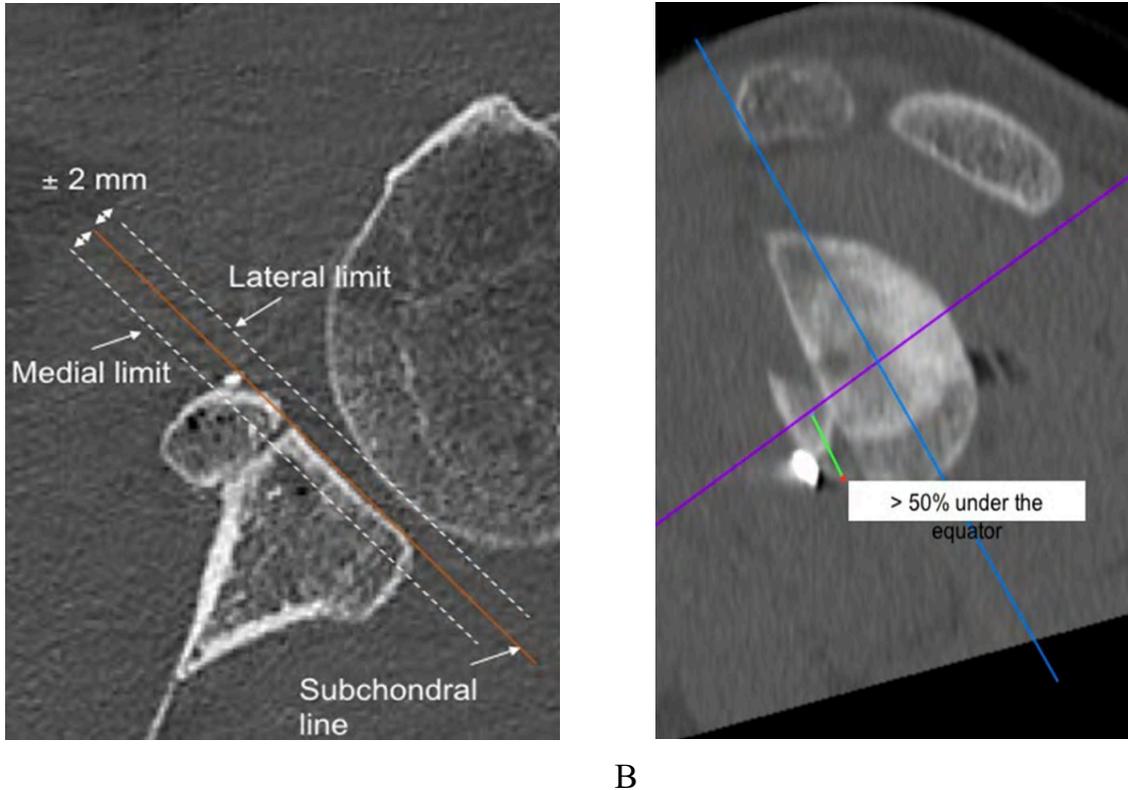


Figure 2 : méthode d'analyse de la position de la butée en coupe axiale (A) et en coupe sagittale (B)

La surface de contact entre le greffon coracoïdien et la glène était mesuré sur les coupes axiales. Nous considérons un contact osseux réel si la distance entre les 2 os était inférieure à 1mm.

Le calcul de la surface de contact était réalisé grâce à une méthode pilote que nous avons développé. (Figure 3)

Nous avons mesuré sur chaque coupe axiale où la butée était visible la longueur de contact entre les 2 os ainsi que la longueur de la butée sur cette même coupe.

Connaissant l'épaisseur entre 2 coupes successives la surface de contact entre ces dernières correspond à la surface du Trapèze entre 2 coupes de scanner selon la formule suivante

$$A = (b \times B) / 2$$

avec b la longueur de la base inférieure et B la longueur de la base supérieure

L'approximation de la surface totale de contact était obtenue par la somme de toutes les aires entre 2 coupes.

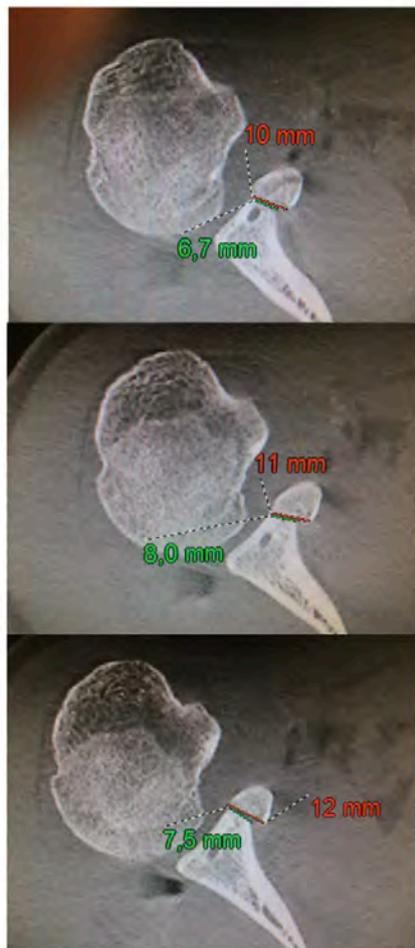
Le calcul de la surface de la face postérieure de la butée était calculé selon la même méthode en utilisant la longueur de la butée sur chaque coupe

Nous avons calculé le ratio de contact correspondant au rapport entre l'aire en contact avec la glène et l'aire totale de la face postérieure de la butée.

Le scanner à 3 mois avait pour but d'évaluer la consolidation ou non de la butée. Nous considérons la consolidation acquise si une trabéculatation ou ossification était visible entre la butée et la glène. (Figure 4)

La butée était considérée comme migrée s'il l'espace avec le col de la scapula était supérieur à 5mm.

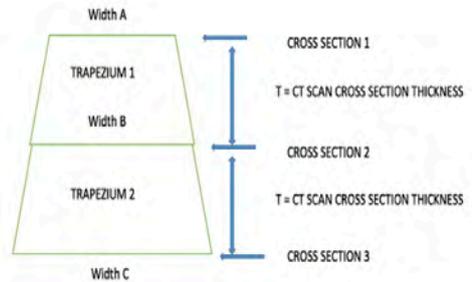
Si la butée n'était pas consolidée à 3 mois post opératoire, un scanner de contrôle était réalisé à 1 an pour contrôler à nouveau la consolidation.



cross section 1
 red : total width A
 green : contact width A

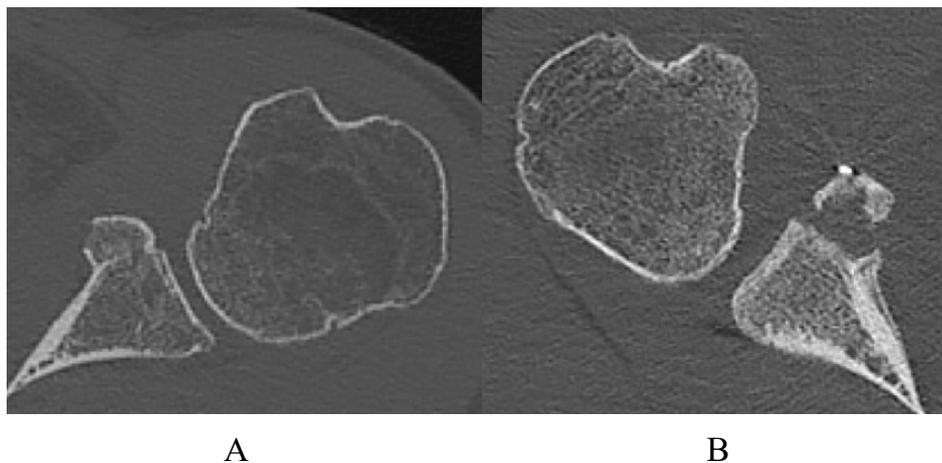
Cross section 2
 red : total width B
 green : contact width B

Cross section 3
 red : total width C
 green : contact width C



AREA OF TRAPEZIUM 1 = $(A + B) \times T / 2$
 AREA OF TRAPEZIUM 2 = $(B + C) \times T / 2$
 AREA OF BONE BLOCK = SUM OF ALL TRAPEZIUM AREA

Figure 3 : méthode de l'aire des trapèzes successifs entre chaque coupe de scanner pour calculer l'aire de contact.



A

B

Figure 4 : méthode d'évaluation de la consolidation des butées ; (A) butée consolidée (B) butée non consolidée.

Analyse Statistique

Nous utilisons des statistiques descriptives pour résumer les variables enregistrées : moyennes avec déviations standards pour les variables continues et fréquences avec des proportions pour les variables catégorielles.

Le test T de Student (test paramétrique) ou le test de la somme des rangs de Wilcoxon (test non paramétrique) ont été utilisés pour tester en univarié les différences inter groupe des variables continues.

Le test du Chi 2 de Pearson (test paramétrique) ou le test exact de Fisher (test non paramétrique) ont été utilisés pour tester en univarié les différences inter groupes des variables catégorielles

Les variabilités inter et intra observateur des mesures scannographiques étaient mesurées en utilisant le coefficient de corrélation intra-classe (ICC) avec un modèle à 2 voies mixtes.

Les valeurs d'ICC inférieures à 0,4 étaient considérées comme mauvaises, moyenne entre 0,4 et 0,59, bonne entre 0,6 et 0,74 et excellent entre 0,75 et 1 [52].

Pour déterminer l'effet individuel des variables du patient sur la consolidation osseuse à 3 mois, des modèles de régressions logistiques multivariées ont été créés ajustés sur les variables démographiques et chirurgicales.

La régression logistique était utilisée pour examiner la relation entre les caractéristiques basales (genre, âge, position de la butée dans les plans frontal et sagittal, tabagisme, perte de substance glénoïdienne antérieure, aire de contact, ratio de contact) et le retard de consolidation à 3 mois.

Les risques estimés étaient rapportés comme des odds ratios ajustés (aOR) [27].

Toutes les variables étaient passées en revue et une valeur seuil en analyse univariée de $p < 0,20$ était utilisée pour l'inclure dans le modèle multivarié final.

Le critère d'information d'Akaike était utilisé pour vérifier que les modèles relatifs correspondaient aux différents modèles construits utilisant les effets des variables identifiées à l'étape précédente.

Le modèle avec le critère d'information d'Akaike le plus bas était considéré comme le meilleur modèle.

Une valeur de p inférieure à 0,05 était considérée comme statistiquement significative.

Les analyses statistiques ont été réalisées grâce au logiciel R (version 3.3.2, R Core Team 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria).

3. Résultats

Population étudiée

La population incluse dans l'analyse statistique comptait 98 patients.

L'âge moyen était de 26 ans (14 à 57 ans) avec un Sex-Ratio de 4 hommes pour 1 femme; 14 patients (14,3%) étaient fumeur en préopératoire.

Le côté dominant était impliqué dans 62 cas (63%). 89% de la population était sportive. Le score Isis Moyen était de 4,6 points (3 à 8) [5]. Un défaut osseux glénoïdien antérieur pré opératoire était présent dans 84 % des cas (82/98) et une lésion de Hill Sachs dans 94 % des cas (92/98).

Analyse de la Position du greffon osseux et surface de contact

Le greffon osseux était parfaitement affleurant à la tangente de l'os sous chondral dans 66 cas (68%), médiatisé dans 14 cas (14%) et débordant en latéral dans 18 cas (18%).

Dans les cas de butée débordante, le débord moyen était de 3,7 mm (2,3-5,2). Dans le plan sagittal, la butée était sous équatoriale dans 94 cas (96%) et équatoriale dans 4 cas (4%), il n'y avait pas de butée sus équatoriale.

La surface de contact moyenne entre la butée et la scapula était de 135 mm² (4-420mm²), 37 (38%) butées avaient une surface de contact inférieure à 120mm².

Le ratio de contact moyen était de 0,63 (0,20 à 0,97). La reproductibilité inter et intra observateur était excellente (tableau 1)

Mesure	Corrélation intra classe
Surface de contact	
Reproductibilité intra observateur	1,00 (0,99-1)
Reproductibilité inter observateur	0,99 (0,99-1)
Aire totale	
Reproductibilité intra observateur	0,80 (0,52-0,92)
Reproductibilité inter observateur	0,86 (0,71-0,94)

Tableau 1 : Reproductibilité intra et inter observateur pour l'analyse du contact de la butée

Consolidation de la Butée

A 90 Jours, 63 butées (64%) étaient consolidées. Dans 4 cas (4%), la butée avait clairement migré.

Parmi les 31 butées non consolidées à 3 mois post opératoire, 17 ont eu un scanner à 1 an post opératoire, et 14 ont eu un suivi clinique et radiologique.

15 butées sur 17 (92%) sont consolidées sur le scanner des 1 an.

Au total 78 butées sur 84 (93%) étaient solides à 1 an. (Tableau 2)

État de la butée	3 mois	1 an
Consolidée	64 %	93 %
Migrée	4 %	4 %
Non consolidée	32 %	3 %

Tableau 2 : taux de consolidation de la butée au cours du suivi

Facteur de risque de non consolidation à 3 mois

Le genre, l'âge, le positionnement de la butée dans les plans axial et sagittale n'influençaient pas statistiquement le taux de non-consolidation. (Tableau 3)

En analyse univariée puis multivariée, la non consolidation à 3 mois était significativement corrélée avec la consommation de tabac ($p = 0.001$, aOR = 12.17 95% CI [2.62–56.49]), l'absence de défaut osseux glénoïdien préopératoire ($p = 0.003$, aOR = 8.06 95% CI [2.06–31.56]), et une surface de contact glène/butée $< 120 \text{ mm}^2$ ($p = 0.010$, aOR = 5.25 95% CI [1.50–18.40]).

	n=98	Consolidation n=63	Non consolidation n=35	Valeur de p en analyse univariée
Tabagisme	14	3 (5%)	11 (31%)	<0,001
Genre (masculin/féminin)	81/17	52/11	29/6	Ns
Age moyen (année)	26 (14/57)	26 (14-53)	28 (17-57)	Ns
Absence de défaut osseux glénoïdien	15	5 (8%)	10 (28%)	0,006
Position axiale				Ns
Médialisée	14	11 (18%)	3 (8%)	
Affleurante	66	42 (67%)	24 (68%)	
Débordante	18	10 (15%)	8 (24%)	
Position sagittale				Ns
Equatoriale	4	3 (5%)	1 (3%)	
Sous équatoriale	94	60 (95%)	34 (97%)	
Aire de contact moyenne (mm ²)	135 (4-420; ±63)	144 (4-420; ±69)	119 (28-251; ±46)	Ns
Ratio de contact moyen	0,63 (0,2-0,97; ±0,17)	0,63 (0,2-0,97; ±0,18)	0,63 (0,3-0,94; ±0,17)	Ns
aire de contact <120mm ²	37	19 (30%)	18 (51%)	0,037

Tableau 3 : facteurs de risque de non consolidation à 3 mois

4. Discussion

Le taux de consolidation à 3 mois de la butée de Latarjet arthroscopique fixée par endobouton atteignait 64% dans notre série.

La consolidation était significativement influencée par le tabagisme, l'absence de défaut osseux glénoïdien antérieur pré opératoire et une faible surface de contact entre la glène et la butée <120mm².

Le tabagisme a été rapporté à de nombreuses reprises comme un facteur de risque de non consolidation et de pseudarthrose après fracture quel que soit sa localisation [30,50].

Il est également associé avec un taux plus élevé de complication après chirurgie de l'épaule [41]. Gendre et al. [18] avaient des résultats similaires à 6 mois. Dans notre modèle multivarié, l'effet estimé du tabagisme était substantiel, représentant une multiplication du risque de non consolidation à 3 mois par 12.

Les chirurgiens devraient être encouragés à exiger un arrêt du tabac et un report des interventions chirurgicales pour les procédures non urgentes.

L'absence de défaut osseux glénoïdien préopératoire était le second facteur de risque identifié. Plusieurs études ont montré que d'après la loi de Wolff, l'ostéointégration et le remodelage dépendaient des contraintes en pression et en cisaillement appliquées à la greffe. Ainsi, quand il n'y a pas de défaut osseux, l'absence de stimuli mécanique du greffon ne va pas aider la consolidation osseuse et peut mener à une ostéolyse [14,44].

Le dernier facteur de risque était une faible surface de contact $<120\text{mm}^2$ entre le bloc osseux transféré et la face antérieure du col de la scapula. Une surface $<120\text{mm}^2$ représente un risque multiplié par 5 de retard de consolidation. Cette surface correspond à un cercle de 12,4mm de diamètre. La surface de la plaquette de l'endobouton mesure 6,5mm de diamètre ; Ainsi la surface minimale de contact à essayer d'obtenir doit être égale au double de la surface de l'endobouton. (Figure 5)

La surface de 120mm^2 étant faible il n'y a pas d'intérêt à prendre une greffe trop grande puisque la fixation par endobouton enlève un volume d'os très faible sur le trajet de méchage pour passer les fils (diamètre de 2,8mm).

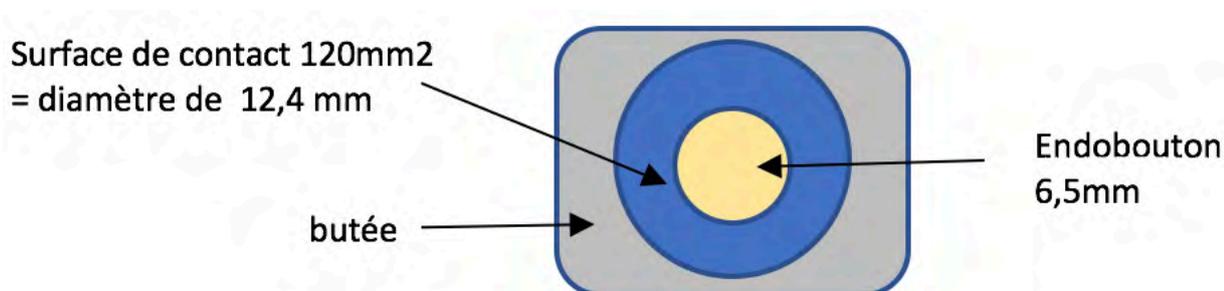


Figure 5 : schéma de face de la surface minimale de contact nécessaire pour ne pas avoir un sur risque de consolidation retardée.

De plus, il n'y a pas d'association entre le ratio de contact et la non consolidation, ce qui signifie qu'une grosse greffe plus encombrante et moins bien appliquée n'est pas mieux qu'un petit greffon avec un contact de minimum 120 mm².

Techniquement, la préparation de la glène et de la coracoïde sont 2 étapes difficiles durant l'intervention. Pour optimiser ce contact une rape motorisée est disponible pour obtenir des surfaces planes sur les 2 versants [8].

Une non consolidation peut expliquer une récurrence de l'instabilité nécessitant une chirurgie de révision et des résultats cliniques significativement moins bons au suivi à long terme [31,55]. Le taux de consolidation à 3 mois du Latarjet conventionnel est évalué à 92% à 3 mois par Girard et al. [21]. Le taux de pseudarthrose est rapporté entre 1 et 10% dans la littérature actuelle [12,24]. Néanmoins, ce taux, qui est la plupart du temps basé sur une analyse radiographique est probablement sous-estimé [49]. L'analyse tomodensitométrique a montré être plus exacte et ce taux de pseudarthrose peut atteindre 30% à 6 mois post opératoire [49,51]. En dehors de la question de la pseudarthrose, le temps de consolidation n'est pas connu avec certitude et même si cette question n'a pas trouvé de réponse dans notre étude, une augmentation du taux de consolidation de 64 à 93% à 1 an de suivi montre que le processus de consolidation est toujours actif après le délai communément admis de 90 jours. Le taux de consolidation à 3 mois de notre série semble d'après la littérature moins important que celui des butées de Latarjet conventionnelles au même délai post opératoire (64% vs 92%) mais ce taux de consolidation à un an est similaire aux données retrouvées dans la littérature.

Dans les cas de patients jeunes et demandeurs, un retour rapide aux activités sportives est un des critères du succès de l'intervention [1,53]. À notre connaissance, il n'existe pas de critères clairs autorisant les patients à soumettre à nouveau leur épaule à des situations à risque. Historiquement, le délai de 90 jours post opératoire est recommandé après un examen clinique et radiographique standard [58]. Néanmoins, Abdul Rassoul et al. [1] rapporte que le délai réel nécessaire aux athlètes avant une reprise du sport après une intervention de Latarjet qu'elle soit en chirurgie ouverte ou arthroscopique était de plus de 5 mois dans la littérature. Cette période postopératoire de repos serait bénéfique pour permettre une meilleure consolidation. L'étude de Girard met en lumière le fait que la fixation par endobouton semblerait offrir moins de garanties précoces aux patients souhaitant un retour très rapide aux activités sportives.

Cette étude présente quelques limites. L'effectif de taille moyenne ne permet pas une analyse statistique puissante pour les sous-groupes des variables étudiées et pourrait avoir un impact sur l'identification d'autres facteurs de risque de retard de consolidation. Nous n'avons pas rapporté les résultats cliniques, car le but de cette étude était uniquement la consolidation à court terme.

Néanmoins, Cette étude fait partie des plus grosses cohortes publiées dans la littérature sur les butées de Latarjet arthroscopiques. C'est d'ailleurs la première étude qui étudie le taux de consolidation à court terme par analyse tomodensitométrique après butée de Latarjet arthroscopique fixée par endobouton.

A notre connaissance, aucune étude n'a évalué ces paramètres après une butée de Latarjet en ouvert fixée par vis. De plus les 20 premiers patients de chaque chirurgien ont été exclus pour éviter l'impact de la période de la courbe d'apprentissage surtout pour minimiser l'effet possible d'une moins bonne préparation du col de la glène et de la coracoïde.

5. Conclusion

Le taux de consolidation à 3 mois après butée de Latarjet arthroscopique fixée par endobouton est de 64% et atteint 93 % à un an.

Cette procédure devrait être indiquée avec précaution chez les patients tabagiques, les instabilités sans défaut osseux glénoïdien, surtout si l'épaule est à risque d'être à nouveau exposée à des traumatismes en post opératoire précoce. Un contact osseux optimal entre la coracoïde et la glène est nécessaire pour optimiser la stabilité et la consolidation durant cette phase post opératoire précoce.

III. LYSE ET REMODELAGE DE LA BUTEE

1. Introduction

Dans la technique de Latarjet, la coracoïde agit comme une autogreffe osseuse, qui après consolidation est soumise à un remodelage et une lyse partielle du greffon [13]. Cette lyse survient à la fois après une intervention de Latarjet en chirurgie ouverte ou arthroscopique fixée par vis dans des proportions variables [13, 25, 56, 60]. La lyse osseuse peut être une cause de récurrence d'instabilité ou de reprise chirurgicale pour vis proéminentes gênantes dans des proportions non négligeables (12,5% dans la série de Dumont et al.) [16]. Néanmoins aucune donnée n'existe sur la lyse post butée arthroscopique fixée par endobouton selon la technique de Boileau.

Ainsi, l'objectif principal de cette étude était d'évaluer l'évolution du volume et des dimensions de la butée jusqu'à 1 an post opératoire, de trouver d'éventuels facteurs de risque de lyse. L'objectif secondaire était d'analyser les modifications morphologiques au cours du remodelage. Nos hypothèses étaient que la butée se lysait en post opératoire puis qu'elle changeait de forme lors du remodelage.

2. Matériel et Méthodes

Le comité d'éthique du CHU de Toulouse approuva cette étude (IRB 01-526) et les patients donnèrent leur accord pour l'exploitation de leurs données cliniques et radiologiques.

Nous avons réalisé une étude bicentrique, rétrospective avec collecte des données de manière prospective. L'étude fut menée de juillet 2015 à décembre 2017 à Marcq en Baroeul et d'avril 2015 à juin 2019 à Toulouse. L'intervention était réalisée par 2 chirurgiens spécialisés dans la chirurgie de l'épaule (Pr N. Bonnevalle et Dr C.E. Thelu)

Les critères d'inclusion étaient :

- patients avec une instabilité antérieure d'épaule et un score ISIS > 3 points [5]
- patients traités par une butée de Latarjet arthroscopie fixée par endobouton [8]

- patients avec des scanners de contrôle à 15 jours, 3 mois et 6 ou 12 mois post opératoire

Les patients ayant un antécédent de chirurgie sur l'épaule opérée ainsi que les 20 premiers cas de chaque chirurgien ont été exclus dans le cadre de la courbe d'apprentissage [3, 11]. (Figure 6)

161 butées ont été réalisées entre le 01/04/2015 et le 29/06/2019.

1 patient a été exclu car il présentait un antécédent de chirurgie de Bankart sur l'épaule opérée. Nous avons également exclus les 20 premières butées de chaque chirurgien.

101 patients ont été exclus par absence de scanner au-delà de 3 mois postopératoire

Ainsi 39 patients remplissaient les critères d'inclusion/exclusion et ont été inclus dans l'analyse statistique

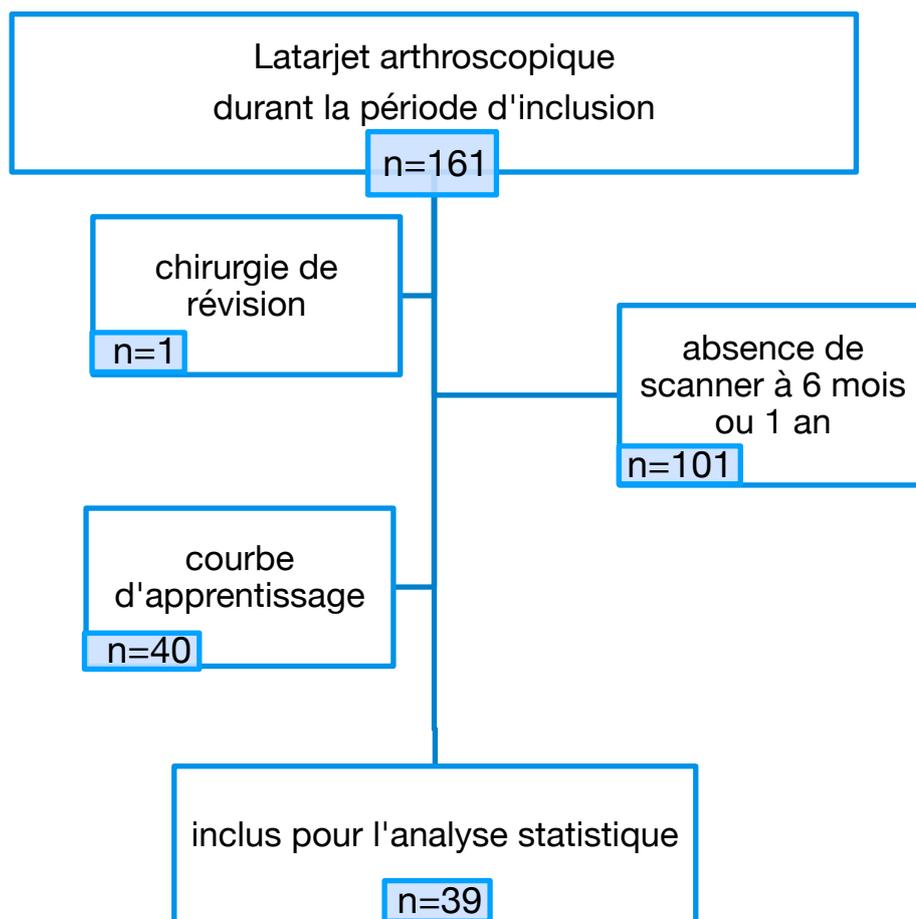


Figure 6 : diagramme de flux 2

Collecte des données et analyse radiologique

2 observateurs indépendants ont utilisé le logiciel d'imagerie Horos Software (Horos , Version 3.3.6 ; Pixmeo, Geneve, Suisse) selon un protocole spécifique standardisé et ont relu 2 fois chaque scanner

Chaque mesure était réalisée sur tous les scanners de chaque patient à J15, M3, M6 et/ou M12.

Le calcul du Volume des butées était réalisé manuellement sur les coupes axiales étant donné qu'il n'existait pas à notre connaissance de logiciel radiologique permettant le calcul automatique de volumes osseux.

Sur chaque coupe de scanner nous avons tracé les contours de la butée. Le logiciel calculait la surface du contour tracé. (Figure 7)

Le volume était obtenu en considérant que le volume compris entre 2 coupes d'épaisseur connue correspondait au volume du trapèze correspondant selon la formule suivante.

$$V = \frac{(B + b) \times h}{2}$$

Avec B = aire grande Base ; b= aire petite base ; h = épaisseur de coupe

La somme de tous les volumes entre 2 coupes d'une butée donnait le Volume Total de la butée.

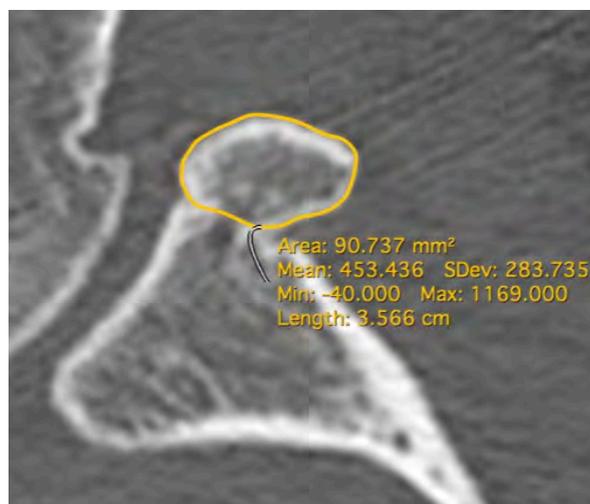


Figure 7 : méthode de mesure de l'aire de la butée sur chaque coupe axiale

Nous avons ensuite calculé le rayon du cercle correspondant à la néo-glène créée. Pour cela nous avons reformaté les images sagittales pour qu'elles soient parallèles au plan de la glène. Nous avons ensuite tracé sur la coupe tangente à l'os sous chondral de la glène le cercle passant par les 3 points suivants : le plus postérieur de la glène, le plus inférieur de la glène, et le plus antérieur de la butée. Le logiciel calculait automatiquement le rayon de ce cercle. Sur cette même coupe nous mesurons également la plus grande largeur de la butée. (Figure 8)



Figure 8 : méthode de calcul du rayon de la néoglène : reformatage des coupes sagittales dans le plan de la glène et tracé du cercle

La plus grande hauteur de la butée était mesurée sur les coupes sagittales reformatées dans le plan de la glène. (Figure 9)

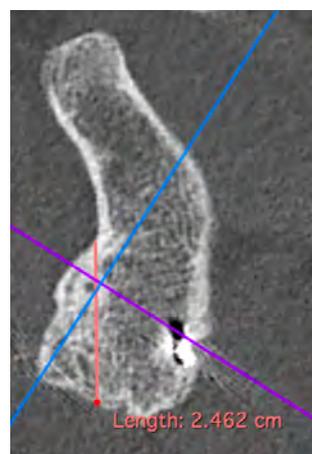


Figure 9 : méthode de mesure de la hauteur maximale de la butée

L'analyse des variations morphologiques de la butée a été faite en comparant simultanément les 3 scanners successifs en synchronisant sur le même niveau de coupe pour une meilleure analyse.

En coupe axiale nous avons divisé la butée en 4 zones : antéro-externe (AE), antéro-interne (AI), postéro-externe (PE) et postéro-interne (PI). (figure 10)

En prenant pour base le scanner post opératoire immédiat nous avons catégorisé pour chaque quadrant si à M3 la quantité osseuse est stable, en augmentation ou en diminution. Nous avons ensuite réalisé la même catégorisation à 1 an en prenant pour référence le scanner de M3

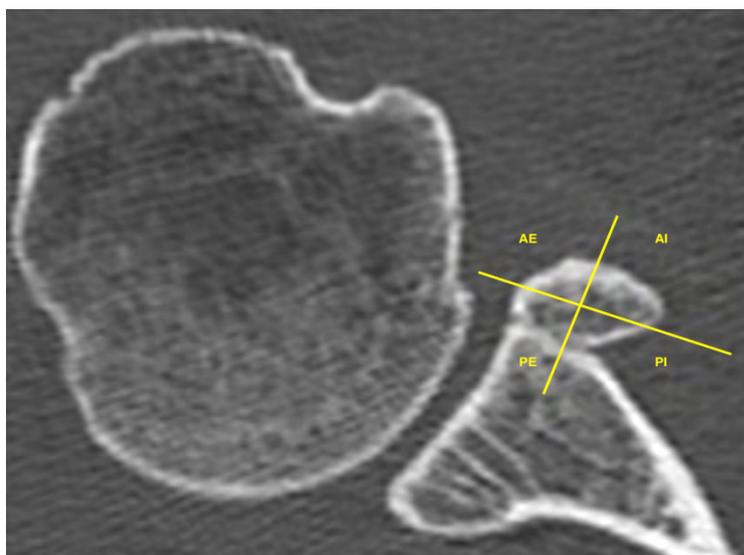


Figure 10 : quadrants utilisés pour l'analyse des variations morphologiques de la butée ; avec AE : antéro-externe ; AI : antéro-interne; PE: postéro-externe ; PI : postéro-interne

Les données issues de l'étude précédente (position du greffon, hyperlaxité, tabagisme, ratio de contact, surface de contact, défaut osseux glénoïdien, consolidation à 3 mois) furent intégrées dans l'analyse statistique.

Analyse Statistique

Nous utilisons des statistiques descriptives pour résumer les variables enregistrées : moyennes avec déviations standards pour les variables continues et fréquences avec des proportions pour les variables catégorielles.

Le test T de Student (test paramétrique) ou le test de la somme des rangs de Wilcoxon (test non paramétrique) ont été utilisés pour tester en univarié les différences inter groupe des variables continues.

Le test du Chi 2 de Pearson (test paramétrique) ou le test exact de Fisher (test non paramétrique) ont été utilisés pour tester en univarié les différences inter groupes des variables catégorielles

Les variabilités inter et intra observateur des mesures scannographiques étaient mesurées en utilisant le coefficient de corrélation intra-classe (ICC) avec un modèle à 2 voies mixtes. Les valeurs d'ICC inférieures à 0,4 étaient considérées comme mauvaises, moyenne entre 0,4 et 0,59, bonne entre 0,6 et 0,74 et excellent entre 0,75 et 1. [52]

Un modèle de régression logistique multivariable a été utilisé pour déterminer l'effet individuel des variables démographiques (Age, Sexe, tabac), et chirurgicales (positionnement axial et sagittal, défaut glénoïdien, consolidation) sur le risque de lyse (représenté par un Odds Ratio ajusté) [27]. Un modèle de régression multivariable linéaire a également été utilisé pour déterminer l'effet individuel des variables susmentionnées sur la lyse osseuse (représenté par un β coefficient). Les valeurs $p < 0,05$ ont été considérées statistiquement significatives. Les analyses statistiques ont été réalisées avec R (version 3.3.2, R Core Team 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria).

3. Résultats

Population étudiée

La population incluse dans l'analyse statistique comptait 39 patients.

L'âge moyen était de 26 ans (16 à 43 ans) avec un sex Ratio de 4,6 hommes pour 1 femme; 11 patients (28,2%) étaient fumeur en préopératoire et 28% étaient hyperlaxes.

Un défaut osseux glénoïdien antérieur pré opératoire était présent dans 80 % des cas (31/39); 92% des butées étaient sous équatoriales (36/39) ; 59% étaient tangentielles (23/39); 56 % étaient consolidées à 3 mois (22/39) et 98% à 1 an (38/39)

27 patients furent suivis jusqu'à un an de recul (69%) et il n'y a eu de reprise chirurgicale pour aucun patient.

Analyse du Volume des butées

En post opératoire le volume moyen des butées était de 1,66 cm³ (0,85-4,33 ; ± 0,65), il chutait à 1,39 cm³ (0,54-2,39 ; ± 0,47) à 3 mois post opératoire, atteignait son minimum à 6 mois 1,069 cm³ (0,49-1,78 ; ± 0,39) et augmentait à nouveau jusqu'a 1 an post opératoire 1,27cm³ (0,41-2,21 ; ± 0,51).

La reproductibilité inter et intra observateur du calcul du volume des butées était excellente (tableau 4)

Mesure	Corrélation intra classe
Reproductibilité intra observateur	0,99 (0,87-1)
Reproductibilité inter observateur	0,99 (0,91-1)

Tableau 4 : Reproductibilité intra et inter observateur pour la mesure du volume de la butée

19 butées sur 27 (70%) présentaient une lyse à 1 an de recul. 1 butée (4%) demeurait stable et 7 (26%) ont augmenté de Volume.

La variation de volume entre J15 et M3 était en moyenne de -15% (-47,58%- +31,5% ; ± 19,30%) , entre J15 et M6 de -35% (-75,29 - +25,96% ; ± 23,52%) et entre J15 et 1 an de -17% (-61,58% - + 56%; ± 32,35%). (Figure 11)

Le genre, l'âge, le positionnement de la butée dans les plans axial et sagittal, l'hyperlaxité, le tabagisme, la surface de contact et le ratio de contact n'influençaient pas statistiquement le taux de lyse osseuse à 1 an post opératoire en analyse multivariée. (Tableau 5)

En analyse univariée puis multivariée, la non consolidation à 3 mois était significativement corrélée à une moindre lyse osseuse à 1 an post opératoire β coefficient (95% IC) - 44.50 (-81- -8) p= 0,02.

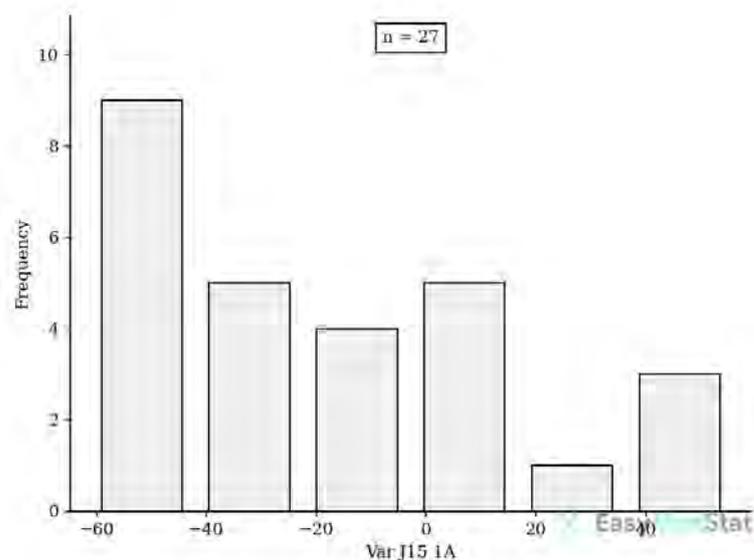


Figure 11 : variation du volume des butées entre J15 et 1 an (en %)

	Variation de volume J15 à 1 an β coef (95% IC)	Valeur de p en analyse univariée
Tabagisme	-5.84 (-45 – 33)	0,755
Genre (masculin/feminin)	-4.66 (-42 – 33)	0,541
Age moyen (année)	-0.66 (-3 – 2)	0,541
Absence de défaut osseux glenodien	28.99 (-21 – 79)	0,238
Position axiale		
Affleurante.	REF	
Médialisée	- 6.93 (-58 – 44)	0,778
Débordante	11.55 (-27 – 50)	0,538
Position sagittale		
Sous Equatoriale	REF	
Equatoriale	-32.06 (-104 – 40)	0,359
Consolidation à 3 mois	- 44.50 (-81 – -8)	0,020
Consolidation à 1 an	55.05 (-34 – 144)	0,209

Tableau 5 : facteurs de risque de lyse à 1 an

Analyse des dimensions des butées

La hauteur maximale moyenne des butées en post opératoire immédiat était de 1,9 cm (1,37cm -4,25 cm ; \pm 0,52cm). Au cours du suivi la hauteur maximale des butées augmentait progressivement à 2,09 cm (1,3cm -4,25 cm \pm 0,53 cm) à M3 et à 2,16 cm (1,19cm - 4,00 cm ; \pm 0,6cm) à 1 an de recul. La variation de la hauteur maximale moyenne au dernier recul par rapport au post opératoire immédiat était de +0,2cm (-0,55cm - 1,24 cm ; \pm 0,38cm) soit une augmentation moyenne de 10,5% (-28,94% - +65,26% ; \pm 20%). Cette variation de hauteur était significative avec $\Delta = 0.205$ CIA 95% = [0.053 - 0.357] (p=0,01574).

La Largeur maximale moyenne des butées en post opératoire immédiat était de 9,61 mm (6,4mm -18,8 mm ; \pm 2,2mm). Au cours du suivi la largeur maximale des butées diminuait à 9,23 mm (5mm - 17,5 mm \pm 2,4 mm) à M3 puis augmentait jusqu'à 10,68 mm (6,2mm - 25,30 mm ; \pm 4,1mm) à 1 an de recul. La variation de la largeur maximale moyenne au dernier recul par rapport au post opératoire immédiat était de +1,42 mm (-3,6mm - 15,5 mm ; \pm 4,35 mm) soit une augmentation moyenne de 10,5% (-37,46% - + 161,29% ; \pm 45,26%). Cette variation de largeur était non significative avec $\Delta = 0.104$ CIA 95% = [-0.042 - 0.251] (p = 0.207)

Le rayon moyen de la néo glène des butées en post opératoire immédiat était de 1,76 cm (1,50cm - 2,25 cm ; \pm 0,20cm). Au cours du suivi le rayon de la néoglène restait stable à 1,76cm (1,45cm - 2,21 cm \pm 0,21 cm) à M3 et à 1,76 cm (1,48cm - 2,45 cm ; \pm 0,27cm) à 1 an de recul. La variation du rayon moyen de la néoglène au dernier recul par rapport au post opératoire immédiat était de +0,02cm (-0,55cm - 0,54 cm ; \pm 0,19cm) soit une augmentation moyenne de 1,14% (-31,25% - +30,68% ; \pm 10,68%). Cette variation de rayon était non significative avec $\Delta = 0.022$ CIA 95% = [-0.055 - 0.099] (p = 0.587)

Analyse des variations morphologiques des butées

À 3 mois comme vu précédemment avec le calcul du volume des butées, l'évolution est marquée majoritairement par une lyse dans tous les quadrants. (Tableau 6)

Cette lyse est plus fréquente sur la partie antérieure de la butée chez 96% des patients en antéro-interne 70% en antéro-externe. Le quadrant lysant le moins initialement est le quadrant postéro-interne avec une lyse chez uniquement 52% des patients.

La formation osseuse est retrouvée chez 37% des patients en postéro-interne.

A 1 an on retrouve une poursuite de la lyse dans les quadrants antérieurs avec une lyse chez 89% des patients en antéro-interne et chez 41% en antéro-externe.

A l'inverse la formation osseuse est majoritaire en postérieure avec une augmentation de la quantité osseuse en postéro-externe chez 67% des patients et en postéro-interne chez 52%.

Délai	3 mois				1 an			
	AE	AI	PE	PI	AE	AI	PE	PI
Lyse (% patient)	70	96	67	52	41	89	15	33
Formation osseuse (% patient)	22	4	15	37	37	4	67	52

Tableau 6 : évolution de la quantité osseuse des butées par quadrant

Avec AE : antéro-externe ; AI : antéro-interne; PE: postéro-externe ; PI : postéro-interne

La formation osseuse dans les quadrants postérieurs se faisait également en hauteur avec une augmentation du nombre de coupe où la butée est visible +10,5% (-28,94% - +65,26% ; ± 20%) ; en revanche la lyse sur les quadrants antérieurs est dans 100% des cas majoritairement sur la moitié supérieure de la butée. (Figure 12a)

Dans le quadrant postéro-interne la formation osseuse avait lieu au niveau de la zone de consolidation butée/glène avec une progression en interne sur la face antérieure de la scapula. (Figure 12b)

Dans le quadrant postéro-externe l'évolution dépendait du positionnement de la butée sur le plan axial. Dans les cas de butées débordantes on observait une lyse osseuse de la partie débordante dans l'interligne gléno-huméral. Dans les cas des butées affleurantes on observait une formation osseuse pour venir combler l'espace libre entre la butée et la glène.

Dans les 2 cas cette évolution morphologique semblait reformer une néoglène en arc de cercle. (Figures 12c et 13)

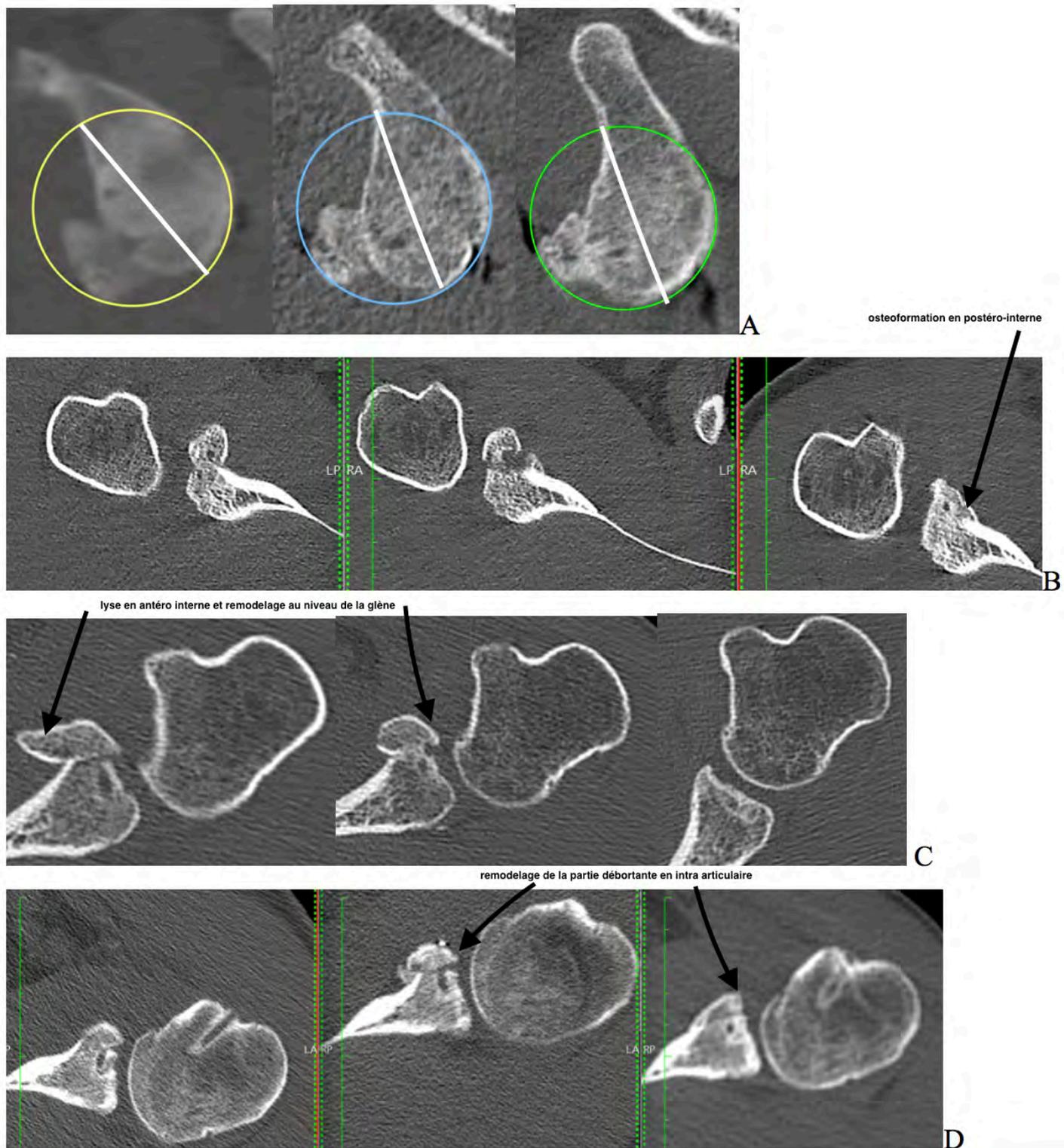


Figure 12 : évolution morphologique observée jusqu'à 1 an de recul évolution J15-M3-M12 ; (A) lyse au niveau de la partie antéro supérieure de la butée avec diamètre néoglène constant ; (B) ostéof ormation au niveau du quadrant postéro interne à la jonction butée col de la glène ; (C) remodelage d'une butée débordante pour reformer une glène concave et lyse de la partie antéro interne ; (D) remodelage d'une butée débordante pour reformer une glène concave ;

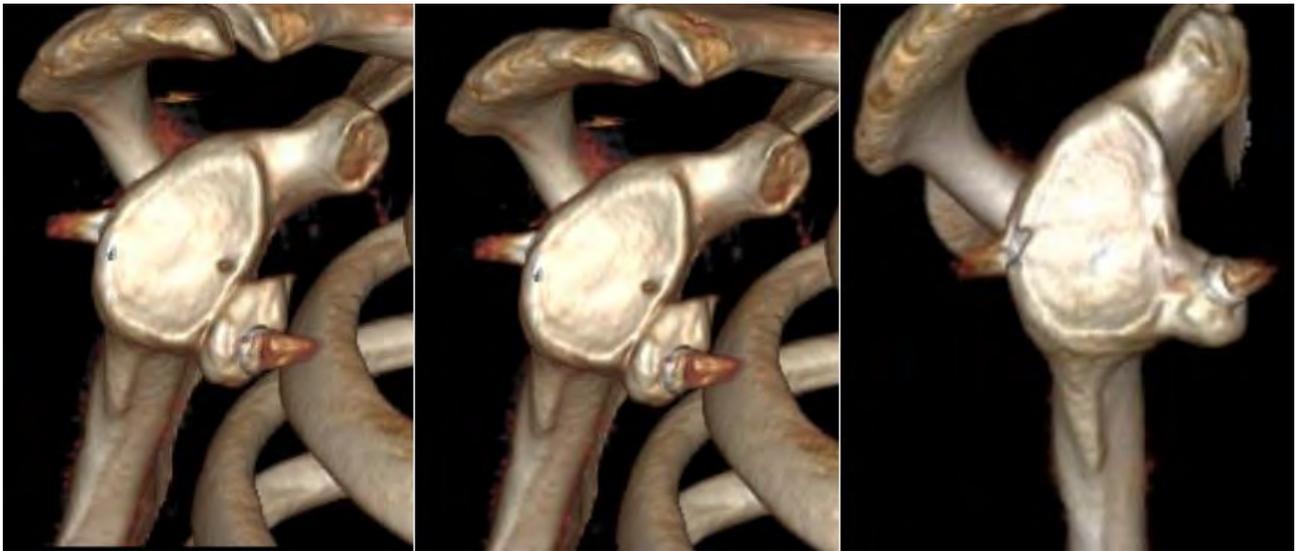


Figure 13 : évolution à J15, M3 et 12M en vue 3D d'un remodelage d'une butée. On observe la lyse de toute la partie antéro supérieure et un remodelage à la jonction glène butée.

Le positionnement de la butée et la consolidation à M3 n'influençaient pas statistiquement le taux de lyse osseuse dans un quadrant particulier à 3 Mois et à 1 an post opératoire en analyse multivariée. (Tableaux 7 et 8)

	Antéro-externe	Antéro-inférieur	Postéro-externe	Postéro-inférieur
	<i>OR (95IC) ; pvalue</i>	<i>OR (95IC) ; pvalue</i>	<i>OR (95IC) ; pvalue</i>	<i>OR (95IC) ; pvalue</i>
Consolidation à 3 mois	0.57 (0.02-6.0); p=0.53	Na	0.55 (0.02-7); p=0.65	0.36 (0.04-2.2); p=0.29
Positionnement axial				
✓ Med	<i>REF</i>	<i>REF</i>	<i>REF</i>	<i>REF</i>
✓ Flush	4.13 (0.42-94.7); p=0.26	Na	15.54 (1.04-458); p=0.06	0.42 (0.02-4.3); p=0.50
✓ Deb	13.57 (0.79-61); p=0.10	Na	4.42 (0.25-141); p=0.32	1.34 (0.04-45.7); p=0.86

Na, Not applicable

Tableau 7 : facteurs de risque de lyse par quadrant à 3 mois

	Antéro-externe	Antéro-inférieur	Postéro-externe	Postéro-inférieur
	<i>OR (95IC) ; p-value</i>	<i>OR (95IC) ; p-value</i>	<i>OR (95IC) ; p-value</i>	<i>OR (95IC) ; p-value</i>
Consolidation à 3 mois	0.81 (0.13-5.3); p=0.82	Na	8.27 (0.9-17.67); p=0.07	0.41 (0.03-4.8); p=0.47
Positionnement axial				
✓ Med	<i>REF</i>	<i>REF</i>	<i>REF</i>	<i>REF</i>
✓ Flush	0.33 (0.03-3.5); p=0.34	Na	2.79 (0.24-68.51); p=0.44	1.28 (0.12-13.9); p=0.83
✓ Deb	0.47 (0.03-6.8); p=0.58	Na	0.87 (0.02-31.67); p=0.93	0.64 (0.04-10.1); p=0.74

Na, Not applicable

Tableau 8 : facteurs de risque de lyse par quadrant à 1 an

4. Discussion

Dans notre série, la lyse osseuse du greffon coracoïdien post butée de Latarjet arthroscopique fixée par endobouton survenait dans 70% des cas à 1 an de recul. Le taux de lyse à 1 an post opératoire atteignait 17% du Volume initial. La lyse était significativement influencée par la consolidation à 3 mois.

La lyse de la butée a été rapporté à de nombreuses reprises et d'importance variable quel que soit la technique de butée de Latarjet.

Zhu [59-60] rapportait une lyse des butées de Latarjet en chirurgie ouverte dans 90,5% des cas à 1 an et dans 83% post Latarjet arthroscopique fixée par vis. Di Giacomo [13] rapportait dans sa série de butées de Latarjet en chirurgie ouverte une lyse 59,5% du volume de la butée à 18 mois post opératoire. Haeni [25] dans sa série de butées de Latarjet arthroscopique fixée par vis décrit une lyse de 23,22% à 6 mois post opératoire. Quand à Xu [56] qui réalisait des butées semi arthroscopiques fixées par endobouton, il retrouvait une lyse de 12,7% à 6 mois et de 11,4% à 1 an. Notre série est donc conforme avec les données de la littérature existantes pour les variantes chirurgicales car il n'existe aucune quantification de la lyse post

butée de Latarjet all arthroscopique fixée par endobouton. Il semblerait que la chirurgie arthroscopique entraîne une lyse osseuse moins importante [37].

Plusieurs hypothèses ont été évoquées pour expliquer cette lyse plus ou moins importante. Di Giacomo [19] a montré qu'une augmentation de la mise en compression de la butée en la fixant grâce à une mini-plaque majorait la lyse. Ainsi la fixation plus souple de l'endobouton pourrait expliquer les taux plus faibles que nous avons trouvés et se rapprochant de ceux de Xu et al. [56].

Le taux de lyse était significativement majoré pour les butées qui étaient déjà consolidées à 3 mois comparées aux butées ayant consolidées après 3 mois post opératoire. Aucune données ne sont disponibles dans la littérature sur ce point.

Ce résultat surprenant pourrait être expliqué par la loi de Wolff. Les butées ayant consolidées rapidement vont se lyser dans les zones non mises en contraintes alors que pour les butées non consolidées la micro-mobilité osseuse va entraîner une stimulation osseuse plus prolongée dans le temps entraînant une lyse moindre.

Di Giacomo trouvait que la lyse était significativement associée à l'absence de perte de substance glénoïdienne [14]. Nous n'avons pas retrouvé ce résultat dans notre série. Ceci peut être expliqué par le Volume des butées arthroscopique qui est plus petit que celui des butées conventionnelles.

En effet, lors d'une chirurgie conventionnelle chez les patients sans perte osseuse une partie plus importante de la butée sera mise en contact avec de l'os non avivé et d'après la loi de Wolff tout os non en contrainte aura tendance à se lyser d'où une lyse d'un plus grand volume. De plus dans notre technique chirurgicale l'avivement à la râpe motorisée pour aplanir la partie antérieure de la glène jusqu'à l'os spongieux entraîne une perte de substance per opératoire [8].

Balestro [4] retrouvait que 75% des patients avec une récurrence d'instabilité avaient une ostéolyse sévère et Dumont [16] notait 12,5% de reprise chirurgicale pour retirer des vis devenues proéminentes après une ostéolyse importante. Nous n'avons pas noté ces complications dans notre série. Ceci est expliqué par le fait que l'endobouton étant très fin et relié à un fil, en cas de lyse majeure, il se mobilise contrairement à une vis qui reste proéminente et peut venir en conflit avec le sous scapulaire.

La lyse était significativement plus importante dans les quadrants antérieurs et notamment en antéro-supérieur. Ces résultats sont consistants avec ceux de la littérature [13, 33] et expliqués biologiquement et mécaniquement. Biologiquement l'apport vasculaire extra osseux de la coracoïde est triple (une branche de l'artère supra scapulaire, une branche de l'artère throaco-acromiale et une branche de l'artère axillaire) [26]. Lors d'une intervention de Latarjet aux moins 2 des 3 artères sont sacrifiées (branche de l'artère thoraco-acromiale et une branche de l'artère axillaire) pour permettre la mobilisation de la coracoïde. Il est également discuté d'un apport via le tendon conjoint pour la partie antéro-inférieure. Néanmoins Hamel et al. [26] ne retrouvaient pas de vascularisation de l'apex par les vaisseaux du tendon conjoint mais par la même vascularisation coracoïdienne. Cette devascularisation quasi complète de la partie antéro supérieure de la coracoïde peut ainsi être un facteur de lyse. Mécaniquement, la partie inféro-latérale de la butée est la plus stimulée notamment dans les mouvements d'abduction rotation externe alors que la partie antéro-supérieure est celle avec le moins de charge. Ainsi selon la loi de Wolf elle est plus soumise à une lyse importante.

Il a été observé un remodelage de la butée surtout sur le versant latéral. Boileau [9] et Xu et al. [56] ont déjà décrit ce phénomène où les butées débordantes en post opératoire immédiat se remodelaient pour au final devenir affleurante, permettant ainsi la restauration d'une glène concave. Ce remodelage est permis par le caractère souple de l'endobouton.

Malgré une lyse fréquente il n'y a pas dans notre série de récurrence d'instabilité, ceci montre bien que la réussite de cette intervention n'est pas uniquement basée sur l'effet osseux mais également sur l'effet musculo-ligamentaire décrit par Walch [54]. Dines a montré que lors d'un simple transfert de coracoïde sans tendon conjoint la translation antérieure de la tête humérale était la même que lors d'une lésion complète de la capsule antérieure alors que post intervention de Latarjet la translation antérieure était inférieure à celle d'une épaule normale dans les mouvements d'armée [15].

Cette étude présente quelques limites. L'effectif de petite taille ne permet pas une analyse statistique puissante et pourrait avoir un impact sur l'identification des facteurs de risque de lyse. Le nombre théorique de patient à inclure pour avoir une bonne puissance pour la recherche de l'ensemble des facteurs potentiellement confondant était de 113. En effet sur

120 butées respectant les critères d'inclusions, $\frac{2}{3}$ des patients ne se sont jamais représentés à la consultation de contrôle à 1 an post opératoire malgré plusieurs rappels. Ceci s'explique par une population jeune active ayant récupéré leurs fonctions antérieures ne voyant plus l'intérêt de consulter. Nous n'avons pas rapporté les résultats cliniques, car le but de cette étude était uniquement une analyse scannographique.

Néanmoins, Cette étude est la première étude qui étudie la lyse osseuse post butée de Latarjet arthroscopique fixée par endobouton. L'analyse étant uniquement scannographique et non radiographique cela a permis une étude standardisée, précise avec des critères de qualité et reproductibles.

5. Conclusion

La butée de Latarjet arthroscopique se lyse progressivement jusqu'à 6 mois post opératoire puis augmente à nouveau en volume. La lyse se fait surtout sur la partie antéro-supérieure de la butée et le remodelage permet d'obtenir une néoglène circulaire. La lyse de la butée est significativement plus importante pour les butées consolidées à 3 mois. Néanmoins cette lyse osseuse n'entraîne aucune conséquence en terme de récurrence d'instabilité ni de reprise chirurgicale.

IV.EVALUATION SCANNOGRAPHIQUE DES ANCRES DE REINSERTION DE BANKART

1. Introduction

La réinsertion capsulo-labrale est un des 3 rôles clés de l'efficacité de la butée [54]. Dans notre technique chirurgicale [8] nous effectuons de manière systématique une réinsertion labrale en fin d'intervention.

Cette dernière peut s'effectuer à l'aide de divers types d'ancres proposées par l'industrie. En effet il existe des ancres métalliques non résorbables, des ancres résorbables en matériaux bio composites ou des ancres dites « all suture » composées uniquement de fils.

Actuellement les 2 types d'ancres les plus fréquemment utilisées sont les résorbables ou les all sutures. Peu de données existent sur l'éventuelle influence des ancres sur la lyse osseuse glénoïdienne [40].

Ainsi, l'objectif de cette étude était d'évaluer l'effet des différents types d'ancres utilisés sur la lyse glénoïdienne. Notre hypothèse était que le type d'ancre n'influçait pas la lyse glénoïdienne.

2. Matériel et Méthodes

Le comité d'éthique du CHU de Toulouse approuva cette étude (IRB 01-526) et les patients donnèrent leur accord pour l'exploitation de leurs données cliniques et radiologiques.

Nous avons réalisé une étude bicentrique, rétrospective avec collecte des données de manière prospective. L'étude fut menée de juillet 2015 à juin 2017 à Marcq en Baroeul et d'avril 2015 à juin 2019 à Toulouse. L'intervention était réalisé par 2 chirurgiens spécialisés dans la chirurgie de l'épaule (Pr N. Bonneville et Dr C.E. Thelu)

Les critères d'inclusion étaient :

- patients avec une instabilité antérieure d'épaule et un score ISIS > 3 points [5]
- patients traités par une butée de Latarjet arthroscopie fixée par endobouton [8]
- patients avec des scanners de contrôle à 15 jours, 3 mois et 12 mois post opératoire

Les patients ayant un antécédent de chirurgie sur l'épaule opérée ainsi que les 20 premiers cas de chaque chirurgien ont été exclus dans le cadre de la courbe d'apprentissage [3, 11]. (Figure 14)

152 butées ont été réalisées entre le 01/04/2015 et le 29/06/2019.

1 patient a été exclu car il présentait un antécédent de chirurgie de Bankart sur l'épaule opérée. Nous avons également exclus les 20 premières butées de chaque chirurgien.

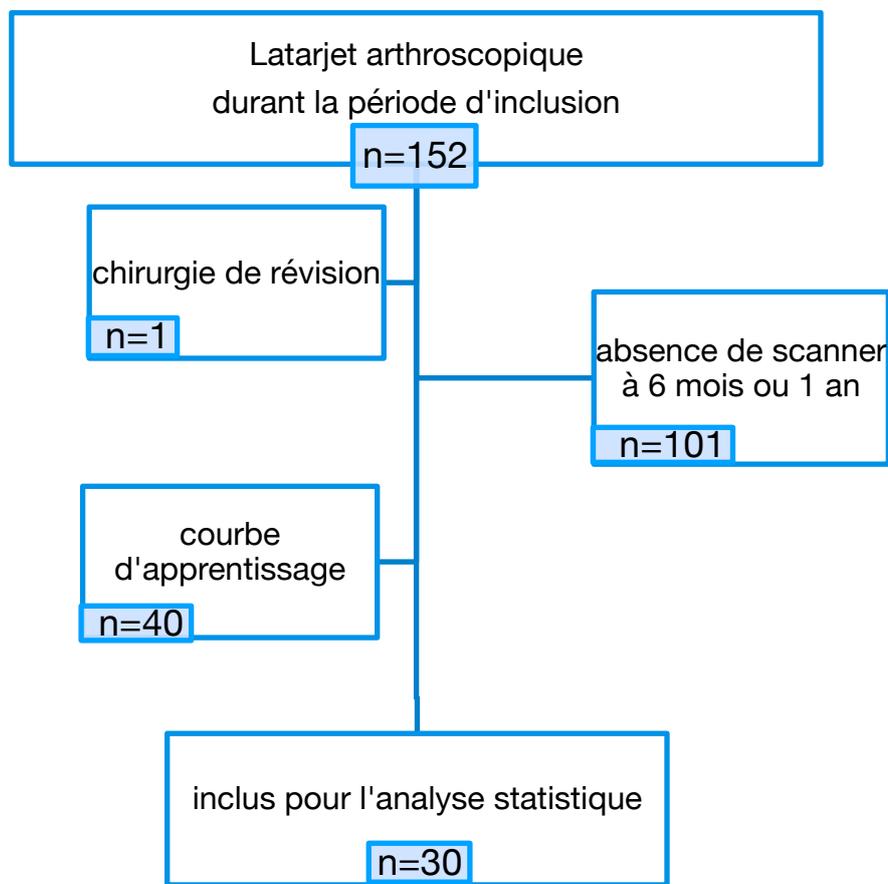


Figure 14 : diagramme de flux 3

101 patients ont été exclus par absence de scanner au-delà de 3 mois postopératoire. Ainsi 30 patients remplissaient les critères d'inclusion/exclusion et ont été inclus dans l'analyse statistique.

3 types d'ancres différentes ont été utilisés durant l'étude :

- Gryphon PROKNOT™ 3mm suture anchor Depuy Mitek© : une ancre résorbable composite en PLGA/TCP (poly-lactic-co-glycolic acid and tricalcium phosphate) ; méchage à 2,4 mm de diamètre ; perte osseuse sur le trajet du méchage de 135mm³
- Y knot flex 1,8 mm suture anchor Conmed© : une ancre all suture ; Méchage à 1,3 mm de diamètre ; perte osseuse sur le trajet du méchage 40mm³
- SutureFix ultra 1,7mm suture anchor Smith & Nephew© : une ancre all suture enduite de silicone; Méchage à 1,7 mm de diamètre ; perte osseuse sur le trajet du méchage 45mm³

Nous avons créé 2 groupes en fonction du type d'ancre.

Le groupe 1 regroupait les patients avec ancres all suture (suture Fix ou Y knot flex)et le groupe 2 les patients avec ancres résorbables (gryphon proknot).

Le diamètre du point d'entrée de l'ancre de réinsertion labrale au niveau du cartilage glénoïdien était calculé sur les coupes axiales à J15, M3 et M12.

L'évolution du comblement osseux au niveau de l'ancre au dernier recul était catégorisé en 3 groupes : majoration de la perte de substance ; comblement partiel ou comblement total.

(Figure 15)

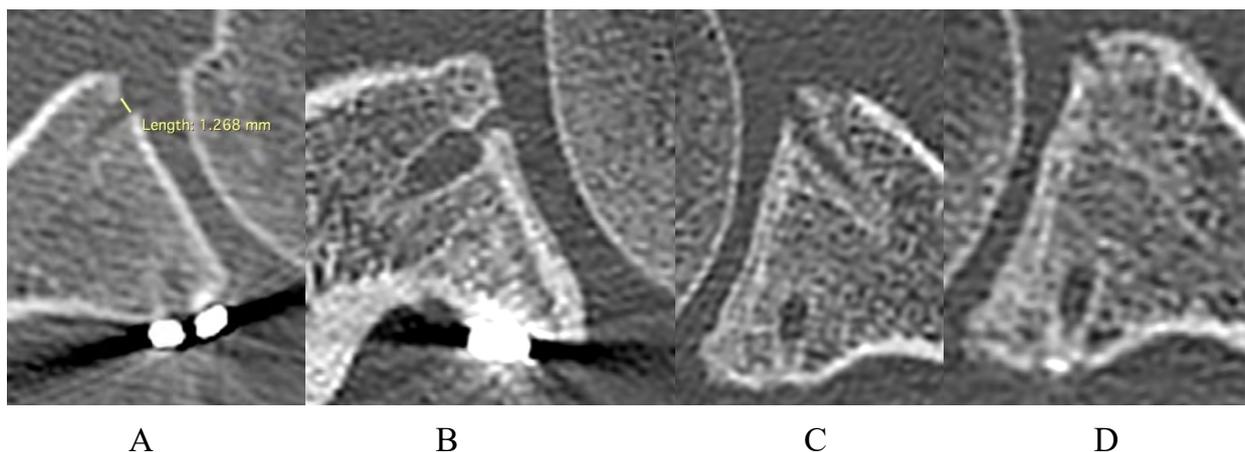


Figure 15 : analyse des ancres : A) mesure du diamètre du point d'entrée ; B) majoration de la lyse autour de l'ancre ; C) comblement partiel ; D) comblement total.

3. Résultats

Population étudiée

La population incluse dans l'analyse statistique comptait 30 patients repartis en 2 groupes de 15.

L'âge moyen était de 22 ans (16 à 30 ans) dans le groupe 1 et de 25 ans dans le groupe 2 (16 à 43 ans)

Le Sex-Ratio était de 2.75 hommes pour 1 femme dans le groupe 1 et de 6.5 hommes pour 1 femme dans le groupe 2.

Nos 2 groupes de 15 étaient comparables au niveau des données démographiques (tableau 9)

	Groupe 1 all suture. n=15	Groupe 2 Résorbable. n=15	Valeur de p en analyse univariée
sexe			p=0,65134
homme	11 (73,3%)	13 (86,7%)	
femme	3 (20%)	8 (53,33%)	
Age	22,3 ± 4.61 (16-30)	25,07 ± 6.86 (16-43)	p=0.43

Tableau 9 : données démographiques des 2 groupes

Analyse des ancrs de réinsertion labrale

Le diamètre moyen du point d'entrée à J15 dans le groupe 1 était de 1,45 mm (0,8-2) et de 2,74 mm (2,4-3) pour le groupe 2. La différence de diamètre était significative avec p=0.

Le diamètre moyen du point d'entrée à M3 dans le groupe 1 était de 1,69 mm (1-2,2) et de 2,85 mm (1,9-3,6) pour le groupe 2. La différence de diamètre était significative avec p=0.

Le diamètre moyen du point d'entrée à M12 dans le groupe 1 était de 1,54 mm (0,9-2) et de 2,18 mm (1,2-3,9) pour le groupe 2. La différence de diamètre était significative avec p=0.027.

L'évolution du diamètre moyen du point d'entrée entre le post opératoire immédiat et M6 était de +0,09 mm (-0,5 - +0,8) pour le groupe 1 et de -0,56 mm (-1,6 - + 0,9) pour le groupe 2. Cette évolution était significativement différente avec $p = 0,0079$.

Les résultats de l'évolution du comblement osseux au niveau de l'ancre à M12 sont marqués par une majoration de la perte de substance osseuse chez 80% des patients du groupe ancre all suture et par un comblement au moins partiel chez 86,66% des patients du groupe ancre résorbable (tableau 10). Il y avait une différence significative avec $p = 0,00037$.

	Groupe 1 all suture. n=15	Groupe2 résorbable n=15	Valeur de p en analyse univariée
Évolution comblement			$p=0,00037$
Majoration perte de substance	12 (80%)	2 (13,33%)	
Comblement partiel	3 (20%)	8 (53,33%)	
Comblement total	0 (0%)	5 (33,33%)	

Tableau 10 : évolution du comblement osseux au niveau de l'ancre à 12 mois post opératoire.

Il n'y a pas eu de récurrence d'instabilité, ni de diagnostic d'arrachement d'une ancre posé pour aucun patient quel que soit le groupe.

4. Discussion

Nous avons trouvé qu'à 12 mois de recul le comblement osseux du point d'entrée et de la loge de l'ancre était plus important avec les ancrés résorbables comparativement aux ancrés all suture.

Lee [40] décrivait également à 1 an de recul une augmentation du diamètre du tunnel pour les ancrés all sutures significativement plus élevée que celui des ancrés résorbables (+157 %

vs +27%). Ruiz Iban [48] dans son étude analysait les ancrures sutureFix que nous retrouvons dans notre étude. A 15 mois post opératoire il retrouvait seulement 11% de comblement 58% de comblement partiel et 30% de majoration de la lyse.

Un des atouts théoriques des ancrures all suture, prôné par les laboratoires, est le plus faible diamètre de méchage permettant d'une part une moindre perte osseuse lors du méchage (40-45mm³ vs 135mm³), et la possibilité de positionner plus d'ancres pour mieux réinsérer le labrum.

Néanmoins la multiplication des ancrures est à plus haut risque de fracture de glène. De plus dans son étude Lee [40] retrouvait que les trajets de méchage des ancrures all suture 1.8mm devenaient plus importants que les trajets de méchages des ancrures biorésorbables 3mm à 1 an de recul (4.64mm vs 3.81mm p<0.05). Dans notre série le trajet des all suture augmentait de diamètre alors que celui des résorbables diminuait. Ceci vient donc remettre en cause cet argument.

L'augmentation du diamètre du trajet de méchage et autour de l'ancre peut être expliquée par les propriétés du matériel. Les ancrures all sutures sont composées de polyéthylène de ultra haut poids moléculaire recouvert de silicone. Ces matériaux sont non dégradables *in vivo* [6]. Pfeiffer [45] dans son étude histologique à 8 semaines post implantation retrouvait pour les ancrures all suture une réaction de type anti corps étranger avec la formation de cavités kystiques avec une condensation osseuse péri-kystique pouvant atteindre 3 fois le diamètre de méchage. En revanche pour les ancrures biorésorbables il retrouvait que les ancrures demeuraient en contact avec des trabécules d'os lamellaire.

Une autre explication peut être l'application de micromouvements répétés dès 1 mois post opératoire lors du retrait de l'immobilisation post opératoire qui par l'application de contraintes sur le labrum entraîne des mouvements de l'ancre et donc une augmentation du diamètre.

Concernant les ancrures bio résorbables en PLGA/TCP (poly-lactic-co-glycolic acid and tricalcium phosphate) Barber [6] a montré que le processus de dégradation de l'ancre passe par une phase temporaire de majoration de la perte osseuse puis le matériel ostéoconducteur se résorbe et est remplacé par de l'os. Néanmoins ce processus est bien plus long qu'un

temps de consolidation classique car à 3 ans de recul il ne retrouvait que 50% de comblement total et 28% de non comblement.

Cette étude présente quelques limites. L'effectif est de petite taille, notre étude n'était pas prospective randomisée car l'utilisation des 3 types d'ancres se sont fait sur des sites géographiques et des périodes de temps différents en fonction des marchés en cours dans les structures de soins. De plus au vue de la littérature notre délai de dernier recul de 12 mois semble trop précoce pour pouvoir analyser ce phénomène et tirer des conclusions définitives. Néanmoins la littérature manque d'étude comparative avec un effectif important pour confirmer ces résultats entre ces 2 types d'ancres. Le problème étant la difficulté de suivre un nombre important de patients à un recul aussi long qui en pratique clinique courante ne nécessiterait plus d'imagerie à 3 voire 4 ans post chirurgie. Pour finir l'augmentation du diamètre du tunnel ne semble pas avoir de retentissement clinique.

5. Conclusion

A 12 mois post opératoire, les ancres de réinsertion de Bankart bio résorbables donnent de meilleurs résultats en termes de comblement osseux et de diminution du diamètre du point d'entrée comparativement aux ancres all sutures. Ces résultats seront à confirmer avec un recul et une série de patients plus importants.

V. INFLUENCE DE LA BUTEE SUR LA TRANSLATION HUMERALE POSTERIEURE

1. Introduction

Lors des mouvements de l'articulation gléno-humérale dans les 3 degrés de mobilité de l'épaule, la tête humérale réalise des mouvements de translation à la fois antéro-postérieure et supéro-inférieure vis à vis de la glène [22, 23, 28]. En position de repos et rotation neutre la tête humérale d'une épaule saine est centrée par rapport au plan de la scapula.

Le principe de la butée de Latarjet est de réaliser un triple verrouillage antérieur [54], se pose donc la question de l'effet de cette intervention sur la translation postérieure statique de la tête humérale.

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'effet de la butée sur la translation postérieure statique de la tête humérale. L'hypothèse était que cette intervention augmentait cette translation postérieure.

2. Matériel et Méthodes

Le comité d'éthique du CHU de Toulouse approuva cette étude (IRB 01-526) et les patients donnèrent leur accord pour l'exploitation de leurs données cliniques et radiologiques.

Nous avons réalisé une étude bicentrique, rétrospective avec collecte des données de manière prospective. L'étude fut menée de juillet 2015 à décembre 2017 à Marcq en Baroeul et d'avril 2015 à juin 2019 à Toulouse. L'intervention était réalisée par 2 chirurgiens spécialisés dans la chirurgie de l'épaule (Pr N. Bonneville et Dr C.E. Thelu)

Les critères d'inclusion étaient :

- patients avec une instabilité antérieure d'épaule et un score ISIS > 3 points [5]
- patients traités par une butée de Latarjet arthroscopie fixée par endobouton [8]
- patients avec des scanners en préopératoire, à 15 jours, 3 mois et 6 mois post opératoire

Les critères d'exclusion étaient :

- un scanner non conforme au protocole du logiciel Blueprint©
- un antécédent de chirurgie sur l'épaule opérée
- les 20 premiers cas de chaque chirurgien dans le cadre de la courbe d'apprentissage [3-11]. (Figure 16)

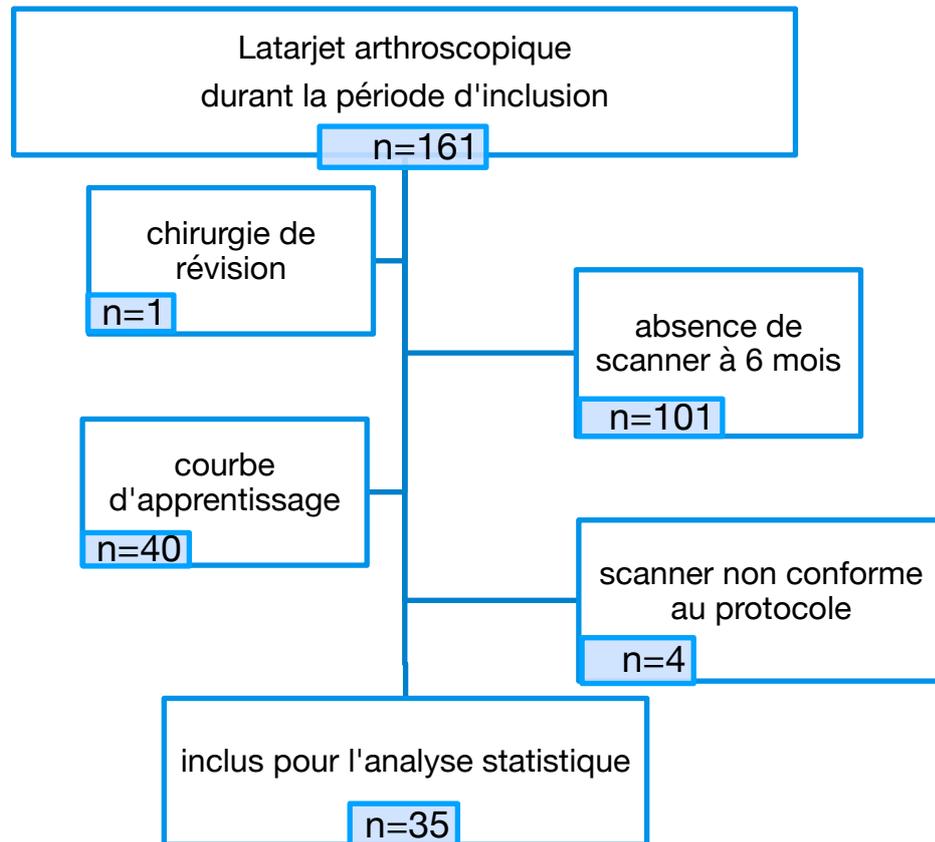


Figure 16 : diagramme de flux 4

Collecte des données et analyse radiologique

Chaque scanner était chargé dans le logiciel BLUEPRINT 3D PLANNING SOFTWARE TM (Wright Medical Technology, Inc. Memphis, TN, USA).

Les scanner devaient respecter le protocole suivant : scanner infra-millimétrique en coupes axiale incluant le bord médial de la scapula dans son champ et ayant au minimum pour limites supérieure et inférieure respectivement l'articulation acromio-claviculaire et 5 mm en dessous de la pointe de la scapula.

Le logiciel permettait la reconstruction automatique en 3 dimensions de la scapula et de l'humérus proximal. La translation postérieure était mesurée automatiquement en prenant en compte la position du centre de la portion cartilagineuse de la tête humérale par rapport au plan de la scapula.

Le résultat rendu en pourcentage correspond à la part de tête humérale en arrière de ce plan scapulaire. Ainsi une tête humérale parfaitement alignée dans le plan de la scapula correspond à une translation postérieure de 50%. (Figure 17)

La fiabilité et la reproductibilité du logiciel a déjà été démontrée et il est utilisé en pratique courante en chirurgie de l'épaule [42].

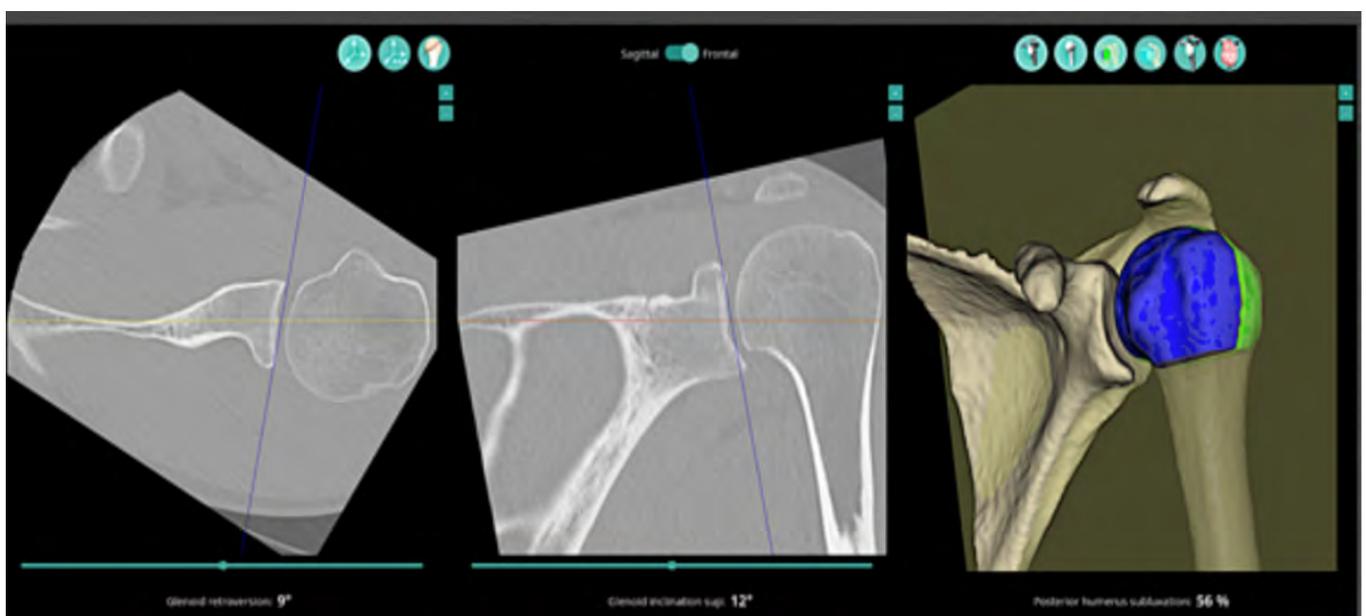


Figure 17 : calcul automatisé de la translation humérale postérieure de la tête humérale par rapport à l'axe de la scapula. Logiciel Blueprint TM ©.

Nous avons collecté pour chaque patient la valeur de la translation postérieure de la tête humérale en préopératoire, à 15 jours, 3 mois et 6 mois post-opératoire.

Nous avons également collecté des données démographiques (âge, sexe, hyperlaxité) et chirurgicales (positions sagittale et axiale de la butée).

Analyse Statistique

Nous utilisons des statistiques descriptives pour résumer les variables enregistrées : moyennes avec déviations standards pour les variables continues et fréquences avec des proportions pour les variables catégorielles.

Le test T de Student (test paramétrique) ou le test de la somme des rangs de Wilcoxon (test non paramétrique) ont été utilisés pour tester en univarié les différences inter groupe des variables continues.

Le test du Chi 2 de Pearson (test paramétrique) ou le test exact de Fisher (test non paramétrique) ont été utilisés pour tester en univarié les différences inter groupes des variables catégorielles.

Un modèle de régression multivariable linéaire a été utilisé pour déterminer l'effet individuel des variables susmentionnées sur la translation postérieure de la tête humérale (représenté par un β coefficient) [27]. Les valeurs $p < 0,05$ ont été considérées statistiquement significatives. Les analyses statistiques ont été réalisées avec R (version 3.3.2, R Core Team 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria).

3. Résultats

Population étudiée

La population incluse dans l'analyse statistique comptait 35 patients.

L'âge moyen était de 25 ans (16 à 43 ans) avec un Sex-Ratio de 4 hommes pour 1 femme; 10 patients (28,6%) étaient hyperlaxes.

91% des butées étaient sous équatoriales (32/35) ; 63% étaient tangentielles (22/35).

Translation humérale postérieure

En pré opératoire la translation postérieure de tête humérale était de 52,31% (44% - 61% ; $\pm 4,6\%$), à 15 jours post opératoire de 56,50% (43% - 77% ; $\pm 9,28\%$), à 3 mois de 55,29% (42% - 69% ; $\pm 6,96\%$) et à 1 an de 56,8% (32% - 70% ; $\pm 8,23\%$) .

La variation de translation postérieure de la tête humérale entre le préopératoire et J 15 post opératoire était de 0,6% (-9% - 18% ; $\pm 5,09\%$). La variation entre le pré opératoire et 6 mois post opératoire était de 0,94% (-20% - 13% ; $\pm 6,84\%$) et entre J 15 et M6 post opératoire de 0,34% (-18% - 16% ; $\pm 8,87\%$).

En analyse univariée, il n’y avait pas de différence significative dans les valeurs moyennes de translation humérale postérieure en pré opératoire, J15, M3 et M6 post opératoire.

(Tableau 10)

	Valeur de Δ	CI Δ 95%	Valeur de p en analyse univariée
Préopératoire ; J15 post opératoire	0,6	-1,23 - 2,43	p=0,978
Préopératoire ; M3 post opératoire	-0,57	-2,05 - 0,91	p=0,296
Préopératoire ; M6 post opératoire	0,94	-1,32 - 3,21	p=0,288
J15 post opératoire; M3 post opératoire	-1,17	-3,22 - 0,88	p=0,280
J15 post opératoire; M6 post opératoire	0,34	-2,60 - 3,28	p=0,844

Tableau 11 : comparaison des valeurs moyennes de translation postérieure de la tête humérale

L’âge, le sexe, l’hyperlaxité, le positionnement sagittal et axial n’influençaient pas statistiquement la variation de translation postérieure de la tête humérale en analyse univariée et en analyse multivariée par régression linéaire. (Tableau 11)

Néanmoins le positionnement équatorial de la butée semblait augmenter la translation humérale postérieure avec un β coefficient de 11,18 (-1 – 23.4). Ce résultat n’était pas significatif par manque de puissance p=0,07.

	β coefficient (95% IC)	Valeur de p en analyse multivariée
Age	-0.01 (-0.5 - 0.5)	p=0,97
Sexe	-1.75 (-9.7 - 6.6)	p=0,70
Hyperlaxité	-2.18 (-9.7 - 5.3)	p=0,55
Position sagittale		
• Sous équatoriale	REF	
• Équatoriale	11.18 (-1 - 23.4)	p=0,07
Position axiale		
• Débordante	1.97 (-5.9 - 9.8)	p=0,61
• Tangentielle	REF	
• Médialisée	1.22 (-10.8 - 13.2)	p=0,84

Tableau 12 : Corrélation entre la variation de translation humérale postérieure entre J15/M6 et nos variables

4. Discussion

Dans notre série, l'intervention de Latarjet ne modifie pas la translation postérieure statique de la tête humérale.

Il n'y a pas d'étude retrouvée dans la littérature étudiant in vivo la modification de la position de la tête humérale par rapport au plan de la scapula post butée de Latarjet.

Plusieurs études biomécaniques sur cadavres ont en revanche étudiées la translation de la tête humérale à la fois sur épaule native, instable et post butée.

Sur épaule native, Graichen [26, 27] a montré que l'abduction entraîne une translation postérieure de la tête de 1,2 à 2,3 mm dès 30°. En revanche l'antépulsion active entraîne une translation antérieure de 1 à 2 mm. Les mouvements isolés de rotation interne ou externe ont

un faible effet sur la translation humérale de l'ordre de 2 mm en postérieure lors de la rotation externe et de 2 mm en antérieur lors de la rotation externe [28]. La position d'armée du bras (abduction à 90° et Rotation Externe à 90°) entraîne quant à elle une translation de 4,7 mm en antérieure [41].

Ces mouvements de translation physiologiques de faible amplitude sont dus à la capsule articulaire. En effet il a été montré que la translation était négligeable sur les épaules avec une lésion capsulaire [28]. L'importance de la capsule est notée par Massimini [42] qui montra que la portion antérieure du ligament gléno-huméral inférieur s'étirait de 74% de sa longueur initiale lors des mouvements d'armée du bras pour retenir la tête humérale qui se translate en avant et en inférieur.

Sur épaule instable, les translations à la fois antérieure et postérieure sont augmentées pour une contrainte donnée de même force [15] et pour un même mouvement +1 à 3 mm de translation antérieure pour une RE à 90° [6, 34]. Von Eisenhart-Rothe [17] retrouvait ces valeurs uniquement sur les patients avec une instabilité traumatique alors que dans les instabilités atraumatiques il trouvait une translation postérieure en passif mais antérieure en actif suggérant un dérèglement du système neuromusculaire du contrôle de la stabilité.

Après intervention de Latarjet, la butée limite de manière plus importante les translations antérieure et inférieure que les translations postérieure et supérieure lorsqu'on applique une force antéro-postérieure [15]. En position neutre, la translation postérieure est augmentée d'au maximum 1 mm selon les études ce qui est non significatif et superposable à la variation de 4,19% trouvée dans notre série. En effet, en se basant sur un diamètre moyen de 3cm de la tête humérale 4,19% correspond à 1,25mm. Lors des mouvements de rotation externe, les auteurs [7, 34, 35] retrouvent une majoration de la translation humérale postérieure allant jusqu'à 6,4mm en rotation externe maximale par rapport à une épaule saine. Néanmoins aucune des études ne donnaient de résultats significatifs.

Un élément important est à nouveau le rôle joué par le tendon conjoint. En effet Giles [20] trouvait dans sa série qu'une butée de Latarjet diminuait significativement la translation antérieure en abduction et en armée comparé à une butée osseuse seule sans tendon conjoint. Barrett et Kephart [7, 34] montrent également qu'un transfert seul de tendon conjoint sans bloc osseux donne des résultats similaires en terme de modification de translation postérieure de la tête humérale. Le bloc osseux permet surtout une plus grande résistance pour des valeurs de mise en charge plus importantes.

Dans notre série la translation humérale postérieure tendait à être plus importante lorsque les butées étaient en position équatoriale. Les résultats étaient non significatifs étant donné le faible effectif de butées équatoriales. Néanmoins ce résultat pourrait être expliqué mécaniquement. En positionnant la butée plus haut sur la face antérieure de la glène, une partie plus importante du supra scapulaire est « sanglé » par le tendon conjoint. En bridant une plus grande part du muscle la résultante des contraintes actives serait au bénéfice des muscles issus de la face postérieure de la scapula entraînant une translation humérale postérieure plus importante.

De plus, l'hypothèse qu'une butée débordante pousse la tête humérale en arrière pourrait être formulée. Nous n'avons pas retrouvé ceci dans notre travail. Néanmoins, le débord n'était que de quelques millimètres dans notre série ce qui est insuffisant pour avoir un retentissement sur la tête.

Cette étude présente quelques limites. L'effectif de petite taille ne permet pas une analyse statistique puissante et pourrait avoir un impact sur l'identification des facteurs modifiant la translation statique postérieure de la tête humérale. Également, les scanners de contrôle à 3 mois et 6 mois étaient réalisés pour certains patients en rotation neutre alors que les scanners post opératoires étaient tous en rotation interne étant donné l'immobilisation par attelle coude au corps. Néanmoins nous avons montré que les rotations isolées modifiaient de manière négligeable la translation antéro-postérieure de la tête [28]. Enfin nous n'avons étudié que la translation statique au repos n'ayant pas pu faire d'imagerie dynamique.

Néanmoins, Cette étude est la première étude qui étudie la translation de la tête humérale post butée de Latarjet in vivo. De plus, l'analyse étant automatisée et calculée par un logiciel validé et utilisé en pratique courante [43], cela permet d'avoir des résultats fiables et obtenus rapidement.

Une étude complémentaire idéalement par IRM dynamique versus patients sains serait requise pour évaluer avec plus grande précision le rôle de la butée sur la translation de la tête humérale lors des différents mouvements.

5. Conclusion

Ce travail infirme notre hypothèse initiale. La butée de Latarjet ne modifie pas la translation postérieure statique de la tête humérale par rapport à sa position statique pré opératoire.

Le maintien de cette position est due à la conjonction du bloc osseux, de l'effet sangle du tendon conjoint et également à moindre degré à la capsule articulaire. La position équatoriale semblerait quant à elle augmentait la translation postérieure statique de la tête humérale mais nécessite des investigations complémentaires pour l'affirmer.

VI. CONCLUSION

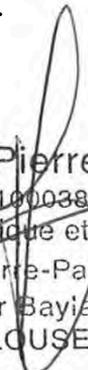
Les techniques de butée coracoïdienne en chirurgie ouverte de type Latarjet et Bristow demeurent encore actuellement les 2 techniques de référence dans le traitement de l'instabilité gléno-humérale antérieure du fait d'un recul important et des bons résultats cliniques obtenus. Néanmoins le taux de complication n'est pas négligeable et ces techniques ne permettent pas la prise en charge de toutes les lésions associées.

Les techniques arthroscopiques développées depuis plus de 10 ans se veulent moins invasives et permettent un bilan gléno-huméral complet avec une prise en charge plus complète des lésions associées à l'instabilité antérieure de l'épaule.

La difficulté opératoire, limitant cette intervention aux chirurgiens expérimentés en chirurgie arthroscopique de l'épaule ne permet pas d'avoir des études à large effectif avec un recul important. La technique promue par Pascal Boileau que nous avons utilisée dans ce travail permet d'éviter les complications liées aux vis mais une fois encore des données à grande échelle manquent.

Nous avons montré dans ce travail que la technique de Latarjet arthroscopique avec fixation par un endobouton entraîne un taux de consolidation similaire aux butées conventionnelles à 1 an. Les facteurs de risque de retard de consolidation ont été identifiés. La lyse osseuse du greffon a lieu dans les six premiers mois post opératoire, puis du fait du mode de fixation souple par endobouton nous assistons à un remodelage important aboutissant à une néoglène quasi anatomique. Pour finir cette intervention ne modifie la position native statique de la tête humérale.

Ces résultats scannographiques semblent encourageants, néanmoins nous pensons qu'il faut poursuivre l'évaluation à la fois clinique et radiologique en comparant cette technique à la technique conventionnelle de référence avec un recul suffisant pour prouver le bénéfice ou non de l'arthroscopie.


Professeur Pierre MANSAT
RPPS : 10003859054
Chirurgie Orthopédique et Traumatologique
Hôpital Pierre-Paul Riquet
Place du Docteur Baylac - TSA 40031
31059 TOULOUSE CEDEX 9

Vu permis d'imprimer
Le Doyen de la Faculté
de Médecine Toulouse - Pierre



Didier CARRIÉ

VII. BIBLIOGRAPHIE

1. Abdul-Rassoul H, Galvin JW, Curry EJ, Simon J, Li X. Return to Sport After Surgical Treatment for Anterior Shoulder Instability: A Systematic Review. *Am J Sports Med.* 2019 May;47(6):1507–1515. doi:10.1177/0363546518780934
2. Athwal GS, Meislin R, Getz C, Weinstein D, Favorito P. Short-term Complications of the Arthroscopic Latarjet Procedure: A North American Experience. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* 2016 Oct;32(10):1965–1970. doi:10.1016/j.arthro.2016.02.022
3. Azoulay V. Latarjet arthroscopique : étude radio clinique, analyse biomécanique et courbe d'apprentissage. 2018;
4. Balestro J-C, Young A, Maccioni C, Walch G. Graft osteolysis and recurrent instability after the Latarjet procedure performed with bio absorbable screw fixation. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery.* 2015 May;24(5):711–718. doi:10.1016/j.jse.2014.07.014
5. Balg F, Boileau P. The instability severity index score: a simple pre-operative score to select patients for arthroscopic or open shoulder stabilization. *the journal of bone and joint surgery. British volume.* 2007 nov;89-b(11):1470–1477. doi:10.1302/0301-620x.89b11.18962
6. Barber FA, Dockery WD, Cowden CH. The Degradation Outcome of Biocomposite Suture Anchors Made From Poly L-Lactide-Co-Glycolide and β -Tricalcium Phosphate. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* 2013 Nov;29(11):1834–1839. doi:10.1016/j.arthro.2013.08.004
7. Barrett Payne W, Kleiner MT, McGarry MH, Tibone JE, Lee TQ. Biomechanical comparison of the Latarjet procedure with and without a coracoid bone block. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016 Feb;24(2):513–520. doi:10.1007/s00167-015-3885-0
8. Boileau P, Gendre P, Baba M, Thélu C-É, Baring T, Gonzalez J-F, et al. A guided surgical approach and novel fixation method for arthroscopic Latarjet. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery.* 2016 Jan;25(1):78–89. doi:10.1016/j.jse.2015.06.001
9. Boileau P, Saliken D, Gendre P, Seeto BL, d'Ollonne T, Gonzalez J-F, et al. Arthroscopic Latarjet: Suture-Button Fixation Is a Safe and Reliable Alternative to Screw Fixation. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* 2019 Apr;35(4):1050–1061. doi:10.1016/j.arthro.2018.11.012
10. Boileau P, Thélu C-É, Mercier N, Ohl X, Houghton-Clemmey R, Carles M, et al. Arthroscopic Bristow-Latarjet Combined With Bankart Repair Restores Shoulder Stability in Patients With Glenoid Bone Loss. *Clin Orthop Relat Res.* 2014 Aug;472(8):2413–2424. doi:10.1007/s11999-014-3691-x
11. Bonneville N, Thélu CE, Bouju Y, Vogels J, Agout C, Duriez P, et al. Arthroscopic Latarjet procedure with double-button fixation: short-term complications and learning

curve analysis. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2018 Jun;27(6):e189–e195. doi:10.1016/j.jse.2017.12.007

12. Butt U, Charalambous CP. Complications associated with open coracoid transfer procedures for shoulder instability. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2012 Aug;21(8):1110–1119. doi:10.1016/j.jse.2012.02.008
13. Di Giacomo G, Costantini A, de Gasperis N, De Vita A, Lin BKH, Francone M, et al. Coracoid graft osteolysis after the Latarjet procedure for anteroinferior shoulder instability: a computed tomography scan study of twenty-six patients. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2011 Sep;20(6):989–995. doi:10.1016/j.jse.2010.11.016
14. Di Giacomo G, de Gasperis N, Costantini A, De Vita A, Beccaglia MAR, Pouliart N. Does the presence of glenoid bone loss influence coracoid bone graft osteolysis after the Latarjet procedure? A computed tomography scan study in 2 groups of patients with and without glenoid bone loss. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2014 Apr;23(4):514–518. doi:10.1016/j.jse.2013.10.005
15. Dines JS, Dodson CC, McGarry MH, Oh JH, Altchek DW, Lee TQ. Contribution of osseous and muscular stabilizing effects with the Latarjet procedure for anterior instability without glenoid bone loss. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2013 Dec;22(12):1689–1694. doi:10.1016/j.jse.2013.02.014
16. Dumont GD, Fogerty S, Rosso C, Lafosse L. The Arthroscopic Latarjet Procedure for Anterior Shoulder Instability: 5-Year Minimum Follow-up. *Am J Sports Med*. 2014 Nov;42(11):2560–2566. doi:10.1177/0363546514544682
17. von Eisenhart-Rothe RMO, Jäger A, Englmeier K-H, Vogl TJ, Graichen H. Relevance of Arm Position and Muscle Activity on Three-Dimensional Glenohumeral Translation in Patients with Traumatic and Atraumatic Shoulder Instability <sup/>. *Am J Sports Med*. 2002 Jul;30(4):514–522. doi:10.1177/03635465020300041101
18. Gendre P, Thélu C-E, d'Ollonne T, Trojani C, Gonzalez J-F, Boileau P. Coracoid bone block fixation with cortical buttons: An alternative to screw fixation? *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2016 Dec;102(8):983–987. doi:10.1016/j.otsr.2016.06.016
19. Giacomo G, de Gasperis N, De Vita A, Francone M, Lin BernardKH, Mastantuono M, et al. Coracoid bone graft osteolysis after Latarjet procedure: A comparison study between two screws standard technique vs mini-plate fixation. *Int J Shoulder Surg*. 2013;7(1):1. doi:10.4103/0973-6042.109877
20. Giles JW, Boons HW, Elkinson I, Faber KJ, Ferreira LM, Johnson JA, et al. Does the dynamic sling effect of the Latarjet procedure improve shoulder stability? A biomechanical evaluation. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2013 Jun;22(6):821–827. doi:10.1016/j.jse.2012.08.002
21. Girard M. butée coracoïdienne de Latarjet. technique arthroscopique avec endobouton vs. technique ciel ouvert avec vis. Analyse comparative prospective des résultats cliniques et scanner. 2020;

22. Graichen H, Hinterwimmer S, Eisenhart-Rothe R von, Vogl T, Englmeier K-H, Eckstein F. Effect of abducting and adducting muscle activity on glenohumeral translation, scapular kinematics and subacromial space width in vivo. *Journal of Biomechanics*. 2005 Apr;38(4):755–760. doi:10.1016/j.jbiomech.2004.05.020
23. Graichen H, Stammberger T, Bonel H, Karl-Hans Englmeier, Reiser M, Eckstein F. Glenohumeral translation during active and passive elevation of the shoulder — a 3D open-MRI study. *Journal of Biomechanics*. 2000 May;33(5):609–613. doi:10.1016/S0021-9290(99)00209-2
24. Griesser MJ, Harris JD, McCoy BW, Hussain WM, Jones MH, Bishop JY, et al. Complications and re-operations after Bristow-Latarjet shoulder stabilization: a systematic review. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2013 Feb;22(2):286–292. doi:10.1016/j.jse.2012.09.009
25. Haeni DL, Opsomer G, Sood A, Munji J, Sanchez M, Villain B, et al. Three-dimensional volume measurement of coracoid graft osteolysis after arthroscopic Latarjet procedure. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2017 Mar;26(3):484–489. doi:10.1016/j.jse.2016.08.007
26. Hamel A, Hamel O, Ploteau S, Robert R, Rogez J-M, Malinge M. The arterial supply of the coracoid process. *Surg Radiol Anat*. 2012 Sep;34(7):599–607. doi:10.1007/s00276-012-0952-9
27. Harell F. Regression modeling strategies: with applications two linear models, logistic regression, and survival analysis. New York City,: 2013. p. 103–126.
28. Harryman DT, Sidles JA, Clark JM, McQuade KJ, Gibb TD, Matsen FA. Translation of the humeral head on the glenoid with passive glenohumeral motion.: *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 1990 Oct;72(9):1334–1343. doi:10.2106/00004623-199072090-00009
29. Hendawi T, Milchtem C, Ostrander R. Bankart Repair Using Modern Arthroscopic Technique. *Arthroscopy Techniques*. 2017 Jun;6(3):e863–e870. doi:10.1016/j.eats.2017.02.019
- 30 van Houten AH, Heesterbeek PJC, van Heerwaarden RJ, van Tienen TG, Wymenga AB. Medial Open Wedge High Tibial Osteotomy: Can Delayed or Nonunion Be Predicted? *Clin Orthop Relat Res*. 2014 Apr;472(4):1217–1223. doi:10.1007/s11999-013-3383-y
31. Hovelius L, Sandström B, Olofsson A, Svensson O, Rahme H. The effect of capsular repair, bone block healing, and position on the results of the Bristow-Latarjet procedure (study III): long-term follow-up in 319 shoulders. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2012 May;21(5):647–660. doi:10.1016/j.jse.2011.03.020
32. Kazum E, Chechik O, Pritsch T, Mozes G, Morag G, Dolkart O, et al. Biomechanical evaluation of suture buttons versus cortical screws in the Latarjet–Bristow procedure: a fresh-frozen cadavers study. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2019 Dec;139(12):1779–1783. doi:10.1007/s00402-019-03269-6

33. Kee YM, Kim JY, Kim HJ, Sinha S, Rhee Y-G. Fate of coracoid grafts after the Latarjet procedure: will be analogous to the original glenoid by remodeling. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018 Mar;26(3):926–932. doi:10.1007/s00167-017-4808-z
34. Kephart CJ, Abdulian MH, McGarry MH, Tibone JE, Lee TQ. Biomechanical analysis of the modified Bristow procedure for anterior shoulder instability: is the bone block necessary? *Journal of Shoulder and Elbow Surgery.* 2014 Dec;23(12):1792–1799. doi:10.1016/j.jse.2014.03.003
35. Kleiner MT, Payne WB, McGarry MH, Tibone JE, Lee TQ. Biomechanical Comparison of the Latarjet Procedure with and without Capsular Repair. *Clin Orthop Surg.* 2016;8(1):84. doi:10.4055/cios.2016.8.1.84
36. Kordasiewicz B, Małachowski K, Kiciński M, Chaberek S, Boszczyk A, Marczak D, et al. Intraoperative graft-related complications are a risk factor for recurrence in arthroscopic Latarjet stabilization. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019 Oct;27(10):3230–3239. doi:10.1007/s00167-019-05400-x
37. Kordasiewicz B, Małachowski K, Kicinski M, Chaberek S, Pomianowski S. Comparative study of open and arthroscopic coracoid transfer for shoulder anterior instability (Latarjet)—clinical results at short term follow-up. *International Orthopaedics (SICOT).* 2017 May;41(5):1023–1033. doi:10.1007/s00264-016-3372-3
38. Lafosse L, Boyle S, Gutierrez-Aramberri M, Shah A, Meller R. Arthroscopic Latarjet Procedure. *Orthopedic Clinics of North America.* 2010 Jul;41(3):393–405. doi:10.1016/j.ocl.2010.02.004
39. Latarjet M. [Treatment of recurrent dislocation of the shoulder]. *Lyon Chir.* 1954 Dec;49(8):994–997.
40. Lee J-H, Park I, Hyun H-S, Kim S-W, Shin S-J. Comparison of Clinical Outcomes and Computed Tomography Analysis for Tunnel Diameter After Arthroscopic Bankart Repair With the All-Suture Anchor and the Biodegradable Suture Anchor. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* 2019 May;35(5):1351–1358. doi:10.1016/j.arthro.2018.12.011
41. Martin CT, Gao Y, Pugely AJ, Wolf BR. 30-day morbidity and mortality after elective shoulder arthroscopy: a review of 9410 cases. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery.* 2013 Dec;22(12):1667-1675.e1. doi:10.1016/j.jse.2013.06.022
42. Massimini DF, Boyer PJ, Papannagari R, Gill TJ, Warner JP, Li G. In-vivo glenohumeral translation and ligament elongation during abduction and abduction with internal and external rotation. *J Orthop Surg Res.* 2012;7(1):29. doi:10.1186/1749-799X-7-29
43. Moineau G, Levigne C, Boileau P, Young A, Walch G. Three-dimensional measurement method of arthritic glenoid cavity morphology: Feasibility and reproducibility. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research.* 2012 Oct;98(6):S139–S145. doi:10.1016/j.otsr.2012.06.007
44. Moroder P, Hirzinger C, Lederer S, Matis N, Hitzl W, Tauber M, et al. Restoration of Anterior Glenoid Bone Defects in Posttraumatic Recurrent Anterior Shoulder Instability

Using the J-Bone Graft Shows Anatomic Graft Remodeling. *Am J Sports Med.* 2012 Jul;40(7):1544–1550. doi:10.1177/0363546512446681

45. Pfeiffer FM, Smith MJ, Cook JL, Kuroki K. The histologic and biomechanical response of two commercially available small glenoid anchors for use in labral repairs. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery.* 2014 Aug;23(8):1156–1161. doi:10.1016/j.jse.2013.12.036
46. Provencher MT, Aman ZS, LaPrade CM, Bernhardson AS, Moatshe G, Storaci HW, et al. Biomechanical Comparison of Screw Fixation Versus a Cortical Button and Self-tensioning Suture for the Latarjet Procedure. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine.* 2018 Jun;6(6):232596711877784. doi:10.1177/2325967118777842
47. Rosset A, Spadola L, Ratib O. OsiriX: An Open-Source Software for Navigating in Multidimensional DICOM Images. *J Digit Imaging.* 2004 Sep;17(3):205–216. doi:10.1007/s10278-004-1014-6
48. Ruiz Ibán MA, Vega Rodriguez R, Díaz Heredia J, Pérez Expósito R, Zarcos Paredes I, Ruiz Díaz R. Arthroscopic Bankart repair with all-suture anchors does not cause important glenoid bone osteolysis: a volumetric CT study of 143 anchors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc [Internet].* 2020 Aug 4 [cited 2020 Aug 13]; Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00167-020-06192-1> doi:10.1007/s00167-020-06192-1
49. Samim M, Small KM, Higgins LD. Coracoid graft union: a quantitative assessment by computed tomography in primary and revision Latarjet procedure. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery.* 2018 Aug;27(8):1475–1482. doi:10.1016/j.jse.2018.01.008
50. Scolaro JA, Schenker ML, Yannascoli S, Baldwin K, Mehta S, Ahn J. Cigarette Smoking Increases Complications Following Fracture: A Systematic Review. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume.* 2014 Apr;96(8):674–681. doi:10.2106/JBJS.M.00081
51. Shah AA, Butler RB, Romanowski J, Goel D, Karadagli D, Warner JJ. Short-Term Complications of the Latarjet Procedure: The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume. 2012 Mar;94(6):495–501. doi:10.2106/JBJS.J.01830
52. Shrout PE, Fleiss JL. Intraclass correlations: Uses in assessing rater reliability. *Psychological Bulletin.* 1979;86(2):420–428. doi:10.1037/0033-2909.86.2.420
53. Taverna E, Garavaglia G, Perfetti C, Ufenast H, Sconfienza LM, Guarrella V. An arthroscopic bone block procedure is effective in restoring stability, allowing return to sports in cases of glenohumeral instability with glenoid bone deficiency. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018 Dec;26(12):3780–3787. doi:10.1007/s00167-018-4921-7
54. Walch G. Latarjet-Bristow procedure for recurrent anterior instability. In: *Tech Shoulder Elbow Surg.* 2000.
55. Willemot L, De Boey S, Van Tongel A, Declercq G, De Wilde L, Verborgt O. Analysis of failures after the Bristow-Latarjet procedure for recurrent shoulder instability. *International Orthopaedics (SICOT).* 2019 Aug;43(8):1899–1907. doi:10.1007/s00264-018-4105-6

56. Xu J, Liu H, Lu W, Deng Z, Zhu W, Peng L, et al. Modified Arthroscopic Latarjet Procedure: Suture-Button Fixation Achieves Excellent Remodeling at 3-Year Follow-up. *Am J Sports Med.* 2020 Jan;48(1):39–47. doi:10.1177/0363546519887959
57. Xu J, Liu H, Lu W, Zhu W, Peng L, Ouyang K, et al. Clinical outcomes and radiologic assessment of a modified suture button arthroscopic Latarjet procedure. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019 Dec;20(1):173. doi:10.1186/s12891-019-2544-x
58. Young AA, Maia R, Berhouet J, Walch G. Open Latarjet procedure for management of bone loss in anterior instability of the glenohumeral joint. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery.* 2011 Mar;20(2):S61–S69. doi:10.1016/j.jse.2010.07.022
59. Zhu Y, Jiang C, Song G. Arthroscopic Versus Open Latarjet in the Treatment of Recurrent Anterior Shoulder Dislocation With Marked Glenoid Bone Loss: A Prospective Comparative Study. *Am J Sports Med.* 2017 Jun;45(7):1645–1653. doi:10.1177/0363546517693845
60. Zhu Y-M, Jiang C-Y, Lu Y, Li F-L, Wu G. Coracoid bone graft resorption after Latarjet procedure is underestimated: a new classification system and a clinical review with computed tomography evaluation. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery.* 2015 Nov;24(11):1782–1788. doi:10.1016/j.jse.2015.05.039

VIII. ANNEXES

Age de la chirurgie	< 20 ans	2 points
	> 20 ans	0 point
Niveau de sport	Compétition	2 points
	Loisir ou 0	0 point
Type de sport	Contact, armé-contré	1 point
	Autre	0 point
Laxité de l'épaule	Hyperlaxité	1 point
	Normale	0 point
Lésion de la tête humérale	Visible RE	2 points
	Non visible RE	0 point
Lésion glénoïdienne	Visible	2 points
	Non visible	0 point

Annexe 1. Score ISIS

Annexe 2. Article in Press

Arthroscopic double button Latarjet : two-thirds of bone block healed at 90 days publié dans le KSSTA (Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy),2020



Arthroscopic double-button Latarjet: two-thirds of bone block healed at 90 days

Yoann Dalmas¹ · Charles Edouard Thélu² · Pierre Laumonerie¹ · Mathieu Girard¹ · Marie Faruch³ · Nicolas Bonnevalle^{1,4}

Received: 14 May 2019 / Accepted: 12 December 2019
© European Society of Sports Traumatology, Knee Surgery, Arthroscopy (ESSKA) 2020

Abstract

Purpose The aim of this study was to evaluate the union rate and risk factors for delayed union in the early postoperative period after an arthroscopic Latarjet with double-button fixation.

Method In a retrospective study, postoperative CT scans at 3 months were analysed following an arthroscopic Latarjet with double-button fixation used to treat anterior shoulder instability. Healing of the bone block, its position in the sagittal and coronal planes, and the contact area graft/scapula were analysed.

Results Ninety-eight CT scans (98 patients) were included. The rate of healing at 3 months was 63/98 (64%) and four grafts clearly migrated. The position was perfectly flush to the glenoid rim in 67% and under the equator in 96%. The mean contact graft/scapula area was 135 mm² (4–420). In multivariate analysis, the risk of non-union at 3 months was associated with tobacco consumption ($p=0.001$, aOR = 12.17 95% CI [2.62–56.49]), absence of preoperative glenoid bone defect ($p=0.003$, aOR = 8.06 95% CI [2.06–31.56]), and a contact area graft/scapula less than 120 mm² ($p=0.010$, aOR = 5.25 95% CI [1.50–18.40]). Among 31 non-united grafts, 93% definitively healed on CT scan at 1 year, leaving an overall rate of 93% of united grafts at last follow-up.

Conclusions The rate of union at 3 months after an arthroscopic Latarjet with double-button fixation was 64%, reaching 93% at 1 year. This procedure should be carefully indicated in case of tobacco use or instability without glenoid bone defect, especially when the shoulder is exposed to high-energy trauma in the early phase after surgery.

Keywords Latarjet · Arthroscopic · Non-union · Shoulder instability · Bone block · Double button · CT scan · Risk factors · Tobacco

Introduction

The use of the Latarjet procedure to treat anterior shoulder instability is based on the transfer of the coracoid process and the conjoint tendon onto the anterior inferior part of

the glenoid neck [17]. In cases involving young and especially competitive athletes, returning to sport with a stable shoulder after a minimal time away is the goal of successful treatment [1]. While the coracoid acts as a bone graft, it is expected to fuse to the scapula to secure the sling effect of the conjoint tendon and treat the glenoid bone defect if present [17].

Lafosse et al. [16] proposed an arthroscopic technique that reproduces a double fixation with metal screws, promoted by Walch for open surgery [28]. However, some concerns related to screws (position, length, impingement with soft tissue, and placement) were reported [2, 15]. Therefore, suture button fixation provided an alternative to screws and was used through a guided and innovative arthroscopic approach [4–6, 10, 20]. Because this device does not offer the same stiffness of fixation, it has been criticised regarding the risk of a potential increased rate

✉ Nicolas Bonnevalle
nicolashonnevalle@yahoo.fr

¹ Département d'Orthopédie Traumatologie du CHU de Toulouse, Hôpital Riquet, Place Baylac, 31052 Toulouse, France

² Clinique du Sport et de Chirurgie Orthopédique, 199 Rue de la Rianderie, 59700 Marcq-en-Barœul, France

³ Département de Radiologie du CHU de Toulouse, Hôpital Riquet, Place Baylac, 31052 Toulouse, France

⁴ Laboratoire de Biomécanique, IMFT-UMR-CNRS 5502, Hôpital Riquet, Place Baylac, 31052 Toulouse, France

of delayed union or even non-union of the bone block [14, 30].

Thus, the purpose of the current study was to evaluate the union rate and risk factors for delayed union in the early postoperative period after an arthroscopic Latarjet procedure with double-button fixation.

The union rate of the bone block at very early postoperative time was not affected using a button fixation which was the hypothesis.

Materials and methods

The Ethics Committee of University Hospital of Toulouse, France approved this study (IRB 01-526) and patients gave their consent for the exploitation of their radiological and clinical data.

This was a retrospective study of data collected prospectively from 2015 to 2017 in two different centres. Inclusion criteria were (1) patients with anterior shoulder instability and ISIS > 3 points [3], (2) patients treated with arthroscopic Latarjet procedure with double-button fixation, and (3) patients radiographically evaluated with a CT scan at 2 weeks and 3 months. Patients previously operated on the affected shoulder, and the first 20 cases from each centre as part of the learning curve of the procedure were excluded (Fig. 1).

Ninety-eight patients (98 CT scans) fulfilled the inclusion/exclusion criteria and were available for statistical analysis.

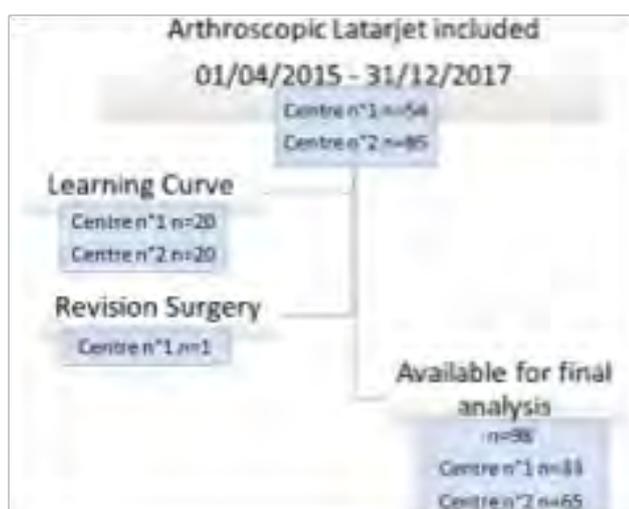


Fig. 1 Flowchart including the involvement of the two centres (n°1 and n°2)

Surgical technique

The two surgeons who participated to this study were specialised in shoulder surgery (CET, NB) and performed an arthroscopic double-button fixation Latarjet (Smith & Nephew Inc., Andover, MA, USA) as described by Boileau et al. [5]. The procedure involved five arthroscopic portals allowing coracoid preparation (release, flattening, and osteotomy), transfer through a subscapularis split and fixation with double-button placed with specific guides on abraded glenoid neck. A Bankart repair with suture anchor completed the procedure.

Postoperatively, patients followed the same rehabilitation programme with the protection of the shoulder for the first 4 weeks in a sling. Self pendulum exercises and passive mobilisation were initiated in the second week 5 times a day and active range of motion recovery from the fourth week under the supervision of a physiotherapist, protecting external rotation up to the sixth week. Return to sports which did not involve the shoulder was allowed after 6 weeks. Sports at risk for the shoulder were not allowed before the third months according to the clinical exam.

Data collection and radiographic assessment

Two independent observers used the Imaging Osirix Software (Osirix Lite, Version 7.0.1; Pixmeo, Geneva, Switzerland) with a specific standardised protocol and assessed the images twice [21].

A CT scan at 2 weeks was dedicated to the analysis of the position of the bone graft and the contact area between the bone block and the scapula as described hereafter. In the axial plane, the bone block overhang was measured according to the technique of the tangent line to the subchondral bone of the glenoid at the level of the lower quadrant of the glenoid cavity. The bone block was considered medial or lateral if its most lateral aspect was 2 mm medial or 2 mm lateral, respectively, to the tangent line. In between, it was considered flush (Fig. 2).

In the sagittal plane, the position was classified according to the position at least 50% of its length from the tip to the base of the bone block. Thus, related to the equator (mid-glenoid line), the three levels were subequatorial, equatorial, or superior to the equator (Fig. 3).

The contact area between the bone block and the scapula was measured in the axial plane. A bone contact was considered to be "true" when less than 1 mm separated each bone structures. The approximate area was based on the addition of successive "trapezium area" between each slice of CT scan. The calculation of the ratio resulted from the area in contact with the scapula/total bone block area (Fig. 4).



Fig. 2 Method to analyse the position of the bone block in axial plane: the tangent line is drawn to identify the subchondral bone at the lower one-fourth of the glenoid cavity

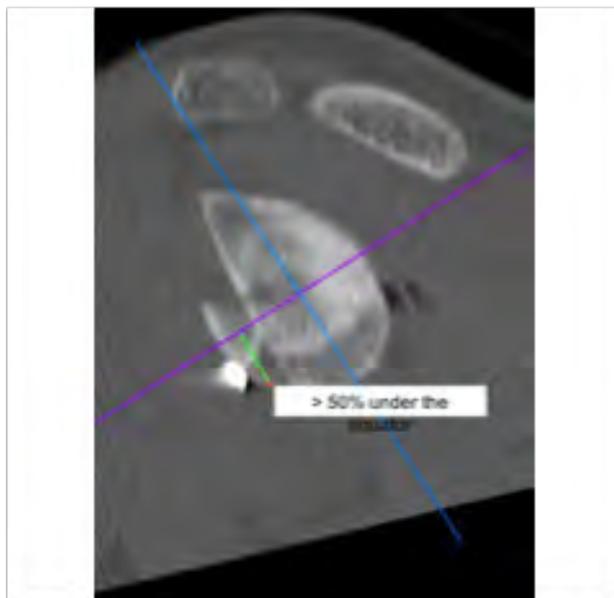


Fig. 3 Method to analyse the position of the bone block in sagittal plane related to the mid-glenoid line

The CT scan at 3 months aimed to classify if the bone block had healed or not. Fusion was defined as trabeculation or ossified density crossing the glenoid/bone block space. Migration of the bone block was considered when it was

spaced more than 5 mm out of the scapula neck. In the event of non-union at this point, a CT scan was scheduled and analysed at 1 year.

Statistical analysis

Descriptive statistics (mean with standard deviation for continuous variables and frequencies with proportions for categorical data) were used to summarise recorded variables. Student's *t* test (parametric test) or Wilcoxon Rank-Sum test (non-parametric test), and Pearson's Chi-squared test (parametric test) or Fisher's exact test (non-parametric test) were used to test univariate differences across groups (united versus non-united bone graft) in continuous and categorical variables, respectively.

Interobserver reliability and intraobserver reliability of radiographic measurements were assessed using the intraclass correlation coefficient (ICC) two-way mixed model [25]. The values of the ICC less than 0.4 were considered as poor; 0.40 to 0.59 as fair; 0.60 to 0.74 as good, and 0.75 to 1.00 as excellent [9].

To determine the individual effects of patient variables on the onset of bone union at midterm, multivariable logistic regression models were built adjusting for the surgical and demographic variables. Subsequently, logistic regression was performed to examine the relationship between the selected baseline characteristics (gender, age, bone block position in the frontal and sagittal planes, tobacco consumption, glenoid bone loss, and overall and relative graft/scapula contact area) and the presence of non-united graft; with risk estimates reported as adjusted odds ratios (aOR) [12]. All variables were screened for entry into the final model using a cutoff value of $p < 0.20$ in univariate analysis. The Akaike Information Criterion (AIC) [10] was subsequently used to examine relative model fit for all possible models built using the main effects of variables identified in the first stage. The model with the minimum AIC was selected as the best model. p values less than 0.05 were considered statistically significant. Statistical analysis was conducted using R (version 3.3.2, R Core Team 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria).

Results

Study population

The average age was 26 years (range, 14–57) with a sex ratio of 4 males/1 female; 14 patients (14.3%) were tobacco consumers preoperatively. The dominant side was involved in 62 cases (63%). Eighty-nine percent of the population participated in sports. The average ISIS was 4.6

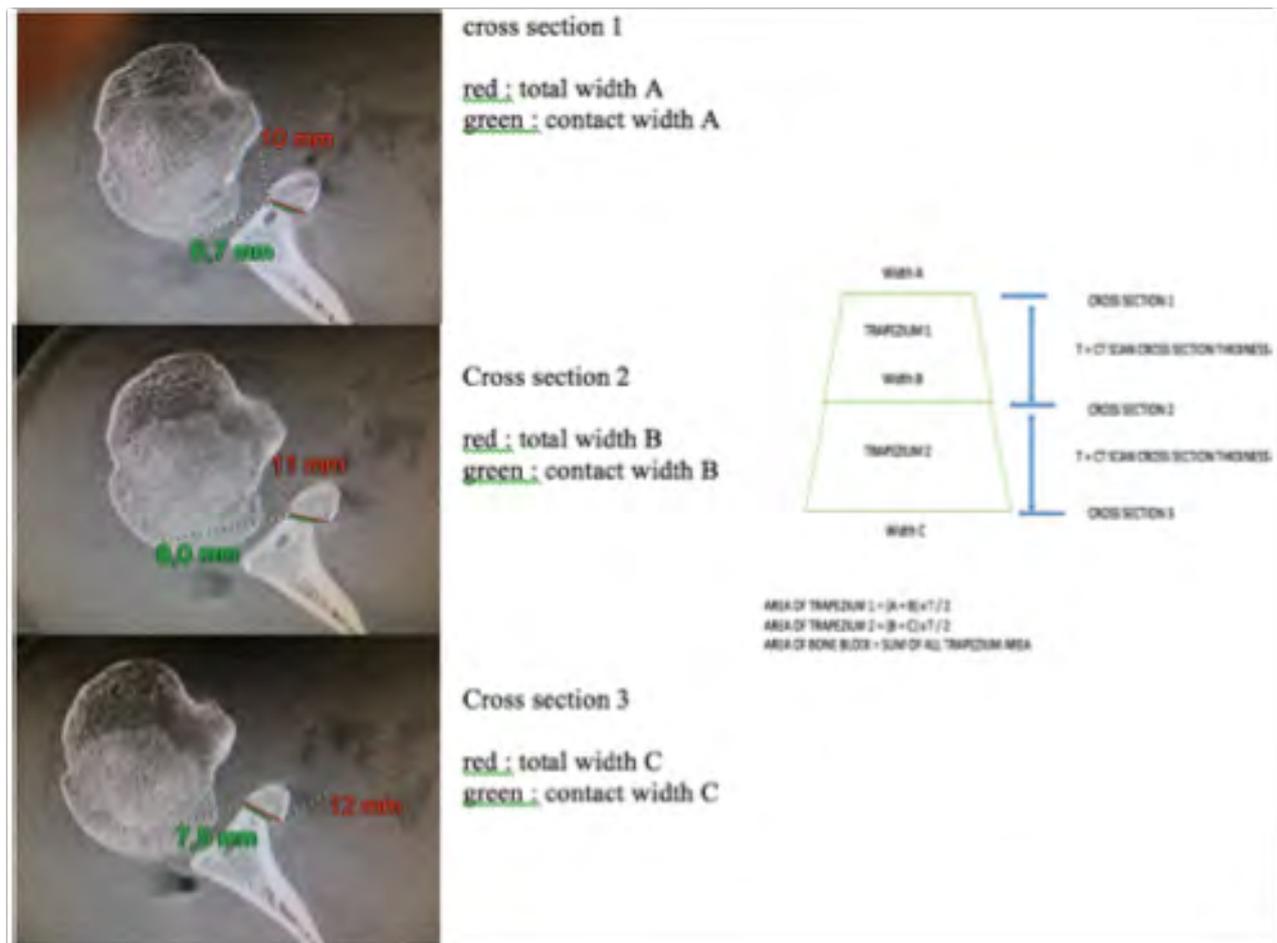


Fig. 4 Method of successive “trapeziums” area between each slice of CT scan to calculate contact area. In axial plane, the length of the contact between the bone block and the scapula (a) was considered as

points (range, 3–8) [3]; there was glenoid bone loss in 82 cases (84%) and a Hill–Sachs lesion in 92 (94%).

Bone block position analysis and contact area (2 weeks CT-scan)

The bone block was perfectly flush to the subchondral bone in 66 cases (68%), medial in 14 (14%), and lateral in 18 (18%). In the lateral position, the average overhang was 3.7 mm (2.3–5.2). The position in sagittal plane was subequatorial in 94 (96%) and equatorial in 4 (4%).

The mean contact area between the graft and the scapula was 135 mm² (range, 4–420) and 37 (38%) had contact area under 120 mm². The mean ratio was 0.63 (range, 0.20–0.97). Intra and interobserver reliability was excellent (Table 1).

one the side of a trapezium. The other side was the length of the contact in the next slice (b). The estimated area result of the following formula $[(A+B) \times h] / 2$

Table 1 Intraobserver and interobserver reliability for bone block position analysis

Measurements	Intraclass correlation (ICC)
Contact area	
Intraobserver reliability	1.00 (0.99–1)
Interobserver reliability	0.99 (0.99–1)
Total area	
Intraobserver reliability	0.80 (0.52–0.92)
Interobserver reliability	0.86 (0.71–0.94)

Bone block healing

At 90 days, 63 (64%) bone blocks were united. In four cases, coracoid transfer was clearly migrated. Among the 31 non-united grafts, 17 were explored with a CT scan at 1 year, whereas 14 were followed clinically and with radiographs.

Fifteen (92%) healed during the follow-up period, leaving an overall rate of 78 (93%) united grafts at 1 year.

Risk factors of non-union at 90 days

Gender, age, and position of the graft (in axial and sagittal plane) did not influence the rate of non-union, statistically (Table 2).

In univariate and multivariate analyses, non-union at 3 months was significantly correlated with tobacco consumption ($p=0.001$, aOR = 12.17 95% CI [2.62–56.49]), absence of preoperative glenoid bone defect ($p=0.003$, aOR = 8.06 95% CI [2.06–31.56]), and an overall graft/scapula contact area less than 120 mm² ($p=0.010$, aOR = 5.25 95% CI [1.50–18.40]).

Discussion

The 90-day union rate of arthroscopic Latarjet with double-button fixation was 64%, which was the most important finding of our study. Union was significantly influenced by tobacco use, absence of glenoid bone loss, and a low contact area with a threefold at 120 mm².

Tobacco was reported to be a major risk factor of non-union or delayed union after a fracture, regardless of its location [23, 27]. It is also associated with a higher rate of complications after shoulder surgery [18]. Gendre et al. [10] previously reported the same results at 6 months. The estimated effect of smoking history in our multivariate model was substantial, representing nearly a 12-fold increase in risk of non-union at 3 months. Surgeons should be encouraged

to offer smoking cessation help or to report the procedure in some situations.

The absence of glenoid bone loss was the second identified factor. Several studies argue that, according to Wolff's law, bone incorporation and remodelling depend on the contact pressure and shear forces applied on the graft. Therefore, when there is no glenoid bone loss, the lack of stimuli in certain areas of the graft would not help bone incorporation and leads to osteolysis [8, 19].

The last factor was a low contact area between the bone block transferred and the host surface of the scapula. An area of less than 120 mm² represented fivefold increase risk of non-union at 3 months. This area is extremely small and is comparable to the diameter of the round button used. Consequently, there is no advantage in oversizing the graft, so that button fixation does not compromise the amount of bone with a very small (2.8 mm) hole to pass the sutures trough. Moreover, there was no association between contact ratio and non-union at 3 months, meaning that a large graft with a small contact is not better than a small one, provided that a minimum 120 mm² is applied. Technically, bone preparation of the glenoid and coracoid is a critical point during this procedure and a mismatch in between would decrease the contact area. A motorised rasp is provided to obtain a cancellous bone surface on both sides, as flat as possible, to optimise the area [5].

Because the coracoid acts as a bone graft, it is expected to fuse to the scapula in the event of Latarjet surgery, to treat the glenoid bone defect and secure the sling effect of the conjoint tendon [17]. Therefore, a non-union could explain recurrent instability requiring a revision and significantly lower objective clinical scores at long-term

Table 2 Risk factors of non-union at 3 months

Factor	n = 98	Union n = 63	Non union n = 35	p value (univariate analysis)
Tobacco consumption	14	3 (5%)	11 (31%)	< 0.001
Gender (male/female)	81/17	52/11	29/6	(ns)
Mean age (year)	26 (14; 57)	26 (14–53)	28 (17–57)	(ns)
No glenoid bone defect	15	5 (8%)	10 (28%)	0.006
Axial position				
Medial	14	11 (18%)	3 (8%)	(ns)
Flush	66	42 (67%)	24 (68%)	
Lateral	18	10 (15%)	8 (24%)	
Sagittal position				
Equatorial	4	3 (5%)	1 (3%)	(ns)
Subequatorial	94	60 (95%)	34 (97%)	
Mean contact area (mm ²)	135 (4–420; ± 63)	144 (4–420; ± 69)	119 (28–251; ± 46)	(ns)
Mean area ratio	0.63 (0.2–0.97; ± 0.17)	0.63 (0.2–0.97; ± 0.18)	0.63 (0.3–0.94; ± 0.17)	(ns)
Contact area (< 120 mm ²)	37	19 (30%)	18 (51%)	0.037

follow-up [13, 29]. The rate of non-union is reported in 1 to 10% of cases in the current literature [7, 11]. However, this rate, which is mostly based on radiograph analysis, is probably underestimated and CT-scan methods have been shown to be more accurate [22]. This rate could reach more than 30% at 6 months postoperatively [22, 24]. Aside from the question of non-union, the time of healing is not well known and, even though this point was not raised in our study, an increase in healing rate from 64 to 93% at 1 year follow-up shows that the healing process is still active beyond 90 days.

In cases of demanding patients, resuming sport activity is really a part of the success of the procedure [1, 26]. To our knowledge, there are no clear criteria allowing patients to expose the shoulder to risky situations. Historically, the timeframe of 90 days postoperatively was recommended after clinical and radiological evaluation on plain radiographs [31]. However, Abdul-Rassoul et al. [1] reported that the real time needed for athletes to return to sport after a Latarjet procedure, whether arthroscopically or openly performed, was more than 5 months in the literature. Thus, this postoperative period would be positive to let the fusion improve.

This study has some limitations. The small sample size does not allow a strong statistical analysis and would thus have an impact on the identification of other risk factors of non-union. Clinical outcomes were not reported, because the aim of the present study was to explore bone fusion at short-term follow-up. However, this is the first study which assesses the union rate after a newly described arthroscopic Latarjet using CT scans, based on the innovative double-button fixation. To our knowledge, no other study has evaluated this parameter after an open-screw Latarjet. Moreover, the first 20 patients were excluded in each centre to avoid the impact of a learning curve period and, especially, to minimise the possible effect of an improvement in bony preparation to match the glenoid neck and coracoid process.

Conclusions

The rate of union at 3 months after an arthroscopic Latarjet with double-button fixation was 64%, reaching 93% at 1 year. This procedure should be carefully indicated in cases of tobacco use or instability without glenoid bone defect, especially when the shoulder is exposed to high-energy trauma in the early phase after surgery. An optimal bone contact area between the coracoid and the scapula is required to improve the stability and healing rate during this postoperative period.

Funding No external funding was used.

Compliance with ethical standards

Conflict of interest Yoann Dalmas, Pierre Laumonerie, Marie Farach and Mathieu Girard have no conflict of interest. Charles Edouard Thélu and Nicolas Bonneville are consultant for Smith & Nephew.

Ethical approval Approval was obtained from the Ethics Committee of University Hospital of Toulouse, France to conduct this study (IRB 01-526).

References

1. Abdul-Rassoul H, Galvin JW, Curry EJ, Simon J, Li X (2019) Return to sport after surgical treatment for anterior shoulder instability: a systematic review. *Am J Sports Med* 47:1507–1515
2. Athwal GS, Meislin R, Getz C, Weinstein D, Favorito P (2016) Short-term complications of the arthroscopic Latarjet procedure: a North American experience. *Arthroscopy* 32:1965–1970
3. Balg F, Boileau P (2007) The instability severity index score. A simple pre-operative score to select patients for arthroscopic or open shoulder stabilisation. *J Bone Joint Surg Br* 89:1470–1477
4. Boileau P, Thélu CE, Mercier N et al (2014) Arthroscopic Bristow-Latarjet combined with Bankart repair restores shoulder stability in patients with glenoid bone loss. *Clin Orthop Relat Res* 472:2413–2424
5. Boileau P, Gendre P, Baba M et al (2016) A guided surgical approach and novel fixation method for arthroscopic Latarjet. *J Shoulder Elbow Surg* 25:78–89
6. Bonneville N, Thélu CE, Bouju Y et al (2018) Arthroscopic Latarjet procedure with double button fixation: short-term complications and learning curve analysis. *J Shoulder Elbow Surg* 27:189–195
7. Butt U, Charalambous CP (2012) Complications associated with open coracoid transfer procedures for shoulder instability. *J Shoulder Elbow Surg* 21:1110–1119
8. Di Giacomo G, de Gasperis N, Costantini A, De Vita A, Beccaglia MA, Puiliart N (2014) Does the presence of glenoid bone loss influence coracoid bone graft osteolysis after the Latarjet procedure? A computed tomography scan study in 2 groups of patients with and without glenoid bone loss. *J Shoulder Elbow Surg* 23:514–518
9. Fleiss JL (1986) Reliability of measurement. In: Fleiss JL (ed) *The design and analysis of clinical experiments*. Wiley, Toronto, pp 1–32
10. Gendre P, Thélu CE, d'Ollonne T, Trojani C, Gonzalez JF, Boileau P (2016) Coracoid bone block fixation with cortical buttons: an alternative to screw fixation? *Orthop Traumatol Surg Res* 102:983–987
11. Griesser MJ, Harris JD, McCoy BW et al (2013) Complications and re-operations after Bristow-Latarjet shoulder stabilization: a systematic review. *J Shoulder Elbow Surg* 22:286–292
12. Harrell FE (2013) *Regression modeling strategies: with applications to linear models, logistic regression, and survival analysis*. Springer, New York City, pp 103–126
13. Hovelius L, Sandström B, Olofsson A, Svensson O, Rahme H (2012) The effect of capsular repair, bone block healing, and position on the results of the Bristow-Latarjet procedure (study III): long-term follow-up in 319 shoulders. *J Shoulder Elbow Surg* 21:647–660

14. Kazum E, Chechik O, Pritsch T et al (2019) Biomechanical evaluation of suture buttons versus cortical screws in the Latarjet-Bristow procedure: a fresh-frozen cadavers study. *Arch Orthop Trauma Surg.* <https://doi.org/10.1007/s00402-019-03269-6>
15. Kordasiewicz B, Małachowski K, Kiciński M et al (2019) Intraoperative graft-related complications are a risk factor for recurrence in arthroscopic Latarjet stabilisation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 27:3230–3239
16. Lafosse L, Boyle S, Gutierrez-Aramberri M, Shah A, Meller R (2010) Arthroscopic Latarjet procedure. *Orthop Clin N Am* 41:393–405
17. Latarjet M (1954) Treatment of recurrent dislocation of the shoulder. *Lyon Chir* 49:994–997
18. Martin CT, Gao Y, Pugely AJ, Wolf BR (2013) 30-day morbidity and mortality after elective shoulder arthroscopy: a review of 9410 cases. *J Shoulder Elbow Surg* 22:1667–1675
19. Moroder P, Hirzinger C, Lederer S et al (2012) Restoration of anterior glenoid bone defects in posttraumatic recurrent anterior shoulder instability using the J-bone graft shows anatomic graft remodelling. *Am J Sports Med* 40:1544–1550
20. Provencher MT, Aman ZS, LaPrade CM et al (2018) Biomechanical comparison of screw fixation versus a cortical button and self-tensioning suture for the Latarjet procedure. *Orthop J Sports Med* 14(6):2325967118777842
21. Rosset A, Spadola L, Ratib O (2004) OsiriX: an open-source software for navigating in multidimensional DICOM images. *J Digit Imaging* 17:205–216
22. Samim M, Small KM, Higgins LD (2018) Coracoid graft union: a quantitative assessment by computed tomography in primary and revision Latarjet procedure. *J Shoulder Elbow Surg* 27:1475–1482
23. Scolaro JA, Schenker ML, Yannascoli S, Baldwin K, Mehta S, Ahn J (2014) Cigarette smoking increases complications following fracture: a systematic review. *J Bone Joint Surg Am* 16(96):674–681
24. Shah AA, Butler RB, Romanowski J, Goel D, Karadagli D, Warner JJ (2012) Short-term complications of the Latarjet procedure. *J Bone Joint Surg Am* 94:495–501
25. Shrout PE, Fleiss JL (1979) Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull* 86:420–428
26. Taverna E, Garavaglia G, Perfetti C, Ufenast H, Sconfienza LM, Guarrella V (2018) An arthroscopic bone block procedure is effective in restoring stability, allowing return to sports in cases of glenohumeral instability with glenoid bone deficiency. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 26:3780–3787
27. Van Houten AH, Heesterbeek PJ, van Heerwaarden RJ, van Tienen TG, Wymenga AB (2014) Medial open wedge high tibial osteotomy: can delayed or nonunion be predicted? *Clin Orthop Relat Res* 472:1217–1223
28. Walch G (1991) Recurrent anterior shoulder instability. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 77:177–191
29. Willemot L, De Boey S, Van Tongel A, Declercq G, De Wilde L, Verborgt O (2019) Analysis of failures after the Bristow-Latarjet procedure for recurrent shoulder instability. *Int Orthop* 43:1899–1907
30. Xu J, Liu H, Lu W et al (2019) Clinical outcomes and radiologic assessment of a modified suture button arthroscopic Latarjet procedure. *BMC Musculoskelet Disord.* 20:173
31. Young AA, Maia R, Berhouet J, Walch G (2011) Open Latarjet procedure for management of bone loss in anterior instability of the glenohumeral joint. *J Shoulder Elbow Surg* 20:61–69

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

ANALYSE TOMODENSITOMETRIQUE DE LA BUTEE DE LатарJET ARTHROSCOPIQUE FIXEE PAR ENDOBOUTON

Résumé :

Introduction : La butée de Latarjet arthroscopique fixée par endobouton est une intervention récente. L'évolution radiologique post opératoire est mal connue. Nos buts étaient d'étudier la consolidation scannographique, la lyse post-opératoire, l'effet de la butée sur la translation postérieure statique de la tête humérale, et l'évolution des ancrés de réinsertion labrale.

Matériel et méthode : Il s'agissait de 4 études rétrospectives bicentriques de 2015 à 2019 incluant des patients traités pour instabilité antérieure de l'épaule par butée de Latarjet arthroscopique fixée par endobouton associée à une réinsertion labrale. Le suivi scannographique était étudié à J15, M3, M6 et /ou M12. 4 populations différentes ont été créées en fonction des critères d'inclusions spécifiques de chaque étude. Les critères de jugement principaux étaient l'évaluation du taux de consolidation à 3 mois et des facteurs de risque de consolidation retardée ; le pourcentage de lyse de la butée à 1 an post opératoire et ses facteurs de risque ; l'évolution osseuse autour des ancrés de réinsertion labrale à 12 mois post opératoire ; la modification de translation postérieure statique de la tête humérale à 6 mois post opératoire.

Résultats : Le taux de consolidation à 3 mois atteignait 64% et 93% à 1 an ; les facteurs de risque de retard de consolidation étaient le tabagisme ($p=0.001$, $aOR=12.17$ 95% CI [2.62–56.49]), l'absence de défaut osseux glénoïdien pré-opératoire ($p=0.003$, $aOR=8.06$ 95% CI [2.06–31.56]), et une surface de contact glène/butée $<120 \text{ mm}^2$ ($p=0.010$, $aOR=5.25$ 95% CI [1.50–18.40]). A 1 an post opératoire il était observé une lyse moyenne de 17% (-61,58% - + 56%; $\pm 32,35\%$) du volume initial de la butée. Les butées consolidées à 3 mois se lysaient plus que les butées avec un retard de consolidation (β coefficient : -44.50 (-81 – -8) ; $p=0,02$). La butée était le siège d'un remodelage avec une lyse des zones non mises en contrainte et l'obtention d'une néoglène anatomique. A 12 mois post opératoire, il était retrouvé une lyse osseuse glénoïdienne dans le groupe des ancrés all suture (80%) alors que dans le groupe ancrés résorbables le comblement osseux était majoritaire (87%) $p=0,00037$. A 6 mois post opératoire, il n'y avait pas de modification significative de la translation humérale postérieure statique avec une Variation préopératoire /M6 = 0,94% (-1,32 ; 3,21%) $p=0,288$. Néanmoins, la position équatoriale de la butée avait une tendance à augmenter cette translation (β coefficient : 1.97 (-5.9 - 9.8) ; $p=0,07$).

Conclusion : 2/3 des butées de Latarjet arthroscopiques fixées par endobouton consolident à 3 mois. Tabac, faible défaut osseux et défaut de contact avec la glène sont des facteurs de retard de consolidation. La lyse osseuse du greffon a lieu dans les six premiers mois post opératoire, puis laisse place à un remodelage important aboutissant à une néoglène quasi anatomique. Enfin, biomécaniquement, cette intervention ne modifie la position native statique de la tête humérale.

Arthroscopic double button Latarjet : a CT analysis

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Médecine spécialisée clinique en chirurgie orthopédique et traumatologique

MOTS-CLÉS : Latarjet ; Arthroscopie ; instabilité d'épaule ; endobouton ; scanner ; greffon osseux ; pseudarthrose ; lyse ; translation humérale ; ancrés réinsertion labrale

INTITULÉ ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

Université Toulouse III-Paul Sabatier
Faculté de médecine Toulouse-Purpan,
37 Allées Jules Guesde 31000 Toulouse

Directeur de thèse : Pr Nicolas BONNEVIALLE, Faculté de médecine Toulouse-Purpan