



HAL
open science

La réparation des ruptures distales du supraspinatus : étude prospective randomisée sur 93 cas avec contrôle clinique et iconographique à 1 an

Olivier Touchard

► **To cite this version:**

Olivier Touchard. La réparation des ruptures distales du supraspinatus : étude prospective randomisée sur 93 cas avec contrôle clinique et iconographique à 1 an. Sciences du Vivant [q-bio]. 2005. hal-01732068

HAL Id: hal-01732068

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01732068v1>

Submitted on 14 Mar 2018

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

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



AVERTISSEMENT

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

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

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

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

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

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

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

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

UNIVERSITE HENRI POINCARÉ NANCY 1

2005

DOUBLE
FACULTE DE MEDECINE DE NANCY

N° 125 183842

THÈSE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement
dans le cadre du troisième cycle de médecine spécialisée



par

Olivier TOUCHARD

Le 21 octobre 2005

**LA REPARATION DES RUPTURES DISTALES DU
SUPRASPINATUS : CHIRURGIE OUVERTE VS ARTHROSCOPIQUE**

Etude prospective randomisée sur 93 cas avec contrôle clinique et
iconographique à 1 an

Examineurs de la thèse

D. MOLE

H. COUDANE

F. SIRVEAUX

O. ROCHE

B. RIO

Professeur

Professeur

Professeur

Docteur

Docteur

Président

Juge

Juge

juge

juge

BIBLIOTHEQUE MEDECINE NANCY 1



D

007 251328 7



THÈSE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement
dans le cadre du troisième cycle de médecine spécialisée

par

Olivier TOUCHARD

Le 21 octobre 2005

**LA REPARATION DES RUPTURES DISTALES DU
SUPRASPINATUS : CHIRURGIE OUVERTE VS ARTHROSCOPIQUE**

Etude prospective randomisée sur 93 cas avec contrôle clinique et
iconographique à 1 an

Examineurs de la thèse

**D. MOLÉ
H. COUDANE
F. SIRVEAUX
O. ROCHE
B. RIO**

**Professeur
Professeur
Professeur
Docteur
Docteur**

**Président
Juge
Juge
juge
juge**

FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY

Président de l'Université : Professeur Jean-Pierre FINANCE

Doyen de la Faculté de Médecine : Professeur Patrick NETTER

Vice-Doyen de la Faculté de Médecine : Professeur Henry COUDANE

Asseseurs

du 1^{er} Cycle :

du 2^{ème} Cycle :

du 3^{ème} Cycle :

de la Vie Facultaire :

Mme le Docteur Chantal KOHLER

Mr le Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI

Mr le Professeur Hervé VESPIGNANI

Mr le Professeur Bruno LEHEUP

DOYENS HONORAIRES

Professeur Adrien DUPREZ – Professeur Jean-Bernard DUREUX

Professeur Jacques ROLAND

=====

PROFESSEURS HONORAIRES

Louis PIERQUIN – Etienne LEGAIT – Jean LOCHARD – René HERBEUVAL – Gabriel FAIVRE – Jean-Marie FOLIGUET
Guy RAUBER – Paul SADOUL – Raoul SENAULT – Marcel RIBON
Jacques LACOSTE – Jean BEUREY – Jean SOMMELET – Pierre HARTEMANN – Emile de LAVERGNE
Augusta TREHEUX – Michel MANCIAUX – Paul GUILLEMIN – Pierre PAYSANT
Jean-Claude BURDIN – Claude CHARDOT – Jean-Bernard DUREUX – Jean DUHEILLE – Jean-Pierre GRILLIAT
Pierre LAMY – Jean-Marie GILGENKRANTZ – Simone GILGENKRANTZ
Pierre ALEXANDRE – Robert FRISCH – Michel PIERSON – Jacques ROBERT
Gérard DEBRY – Pierre TRIDON – Michel WAYOFF – François CHERRIER – Oliéro GUERCI
Gilbert PERCEBOIS – Claude PERRIN – Jean PRÉVOT – Jean FLOQUET
Alain GAUCHER – Michel LAXENAIRE – Michel BOULANGE – Michel DUC – Claude HURIET – Pierre LANDES
Alain LARCAN – Gérard VAILLANT – Daniel ANTHOINE – Pierre GAUCHER – René-Jean ROYER
Hubert UFFHOLTZ – Jacques LECLERE – Francine NABET – Jacques BORRELLY
Michel RENARD – Jean-Pierre DESCHAMPS – Pierre NABET – Marie-Claire LAXENAIRE – Adrien DUPREZ – Paul VERT
Philippe CANTON – Bernard LEGRAS – Pierre MATHIEU – Jean-Marie POLU – Antoine RASPILLER – Gilbert THIBAUT
Michel WEBER – Gérard FIEVE – Daniel SCHMITT – Colette VIDAILHET – Alain BERTRAND – Jean-Pierre NICOLAS –
Francis PENIN – Michel STRICKER – Daniel BURNEL – – Michel VIDAILHET – Francis PENIN

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS -
PRATICIENS HOSPITALIERS

(Disciplines du Conseil National des Universités)

42^{ème} Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{ère} sous-section : (*Anatomie*)

Professeur Jacques ROLAND – Professeur Gilles GROSDIDIER

Professeur Pierre LASCOMBES – Professeur Marc BRAUN

2^{ème} sous-section : (*Cytologie et histologie*)

Professeur Bernard FOLIGUET

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

Professeur François PLENAT – Professeur Jean-Michel VIGNAUD

43^{ème} Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

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

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

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

Professeur Luc PICARD – Professeur Denis REGENT – Professeur Michel CLAUDON

Professeur Serge BRACARD – Professeur Alain BLUM – Professeur Jacques FELBLINGER

Professeur René ANXIONNAT

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

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

Professeur Jean-Louis GUÉANT – Professeur Jean-Luc OLIVIER

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

Professeur Jean-Pierre CRANCE – Professeur Jean-Pierre MALLIE

Professeur François MARCHAL – Professeur Philippe HAOUZI

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

Professeur Claude BURLET

4^{ème} sous-section : (*Nutrition*)

Professeur Olivier ZIEGLER

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

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

Professeur Alain LOZNIIEWSKI

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

Professeur Bernard FORTIER

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

Professeur Thierry MAY – Professeur Christian RABAUD

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

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

Professeur Philippe HARTEMANN – Professeur Serge BRIANÇON

Professeur Francis GUILLEMIN – Professeur Denis ZMIROU-NAVIER

2^{ème} sous-section : (*Médecine et santé au travail*)

Professeur Guy PETIET – Professeur Christophe PARIS

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

Professeur Henry COUDANE

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

Professeur François KOHLER – Professeur Éliane ALBUISSON

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

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

Professeur Christian JANOT – Professeur Thomas LECOMPTE – Professeur Pierre BORDIGONI

Professeur Pierre LEDERLIN – Professeur Jean-François STOLTZ

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

Professeur François GUILLEMIN – Professeur Thierry CONROY

Professeur Pierre BEY – Professeur Didier PEIFFERT

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

Professeur Gilbert FAURE – Professeur Marie-Christine BENE

4^{ème} sous-section : (*Génétique*)

Professeur Philippe JONVEAUX – Professeur Bruno LEHEUP

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

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

Professeur Claude MEISTELMAN – Professeur Dan LONGROIS - Professeur Hervé BOUAZIZ

Professeur Paul-Michel MERTES

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

Professeur Henri LAMBERT – Professeur Alain GERARD

Professeur Pierre-Edouard BOLLAERT – Professeur Bruno LÉVY

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

Professeur Patrick NETTER – Professeur Pierre GILLET

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

Professeur François PAILLE – Professeur Gérard GAY – Professeur Faiez ZANNAD

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

1^{ère} sous-section : (Neurologie)

Professeur Gérard BARROCHE – Professeur Hervé VESPIGNANI

Professeur Xavier DUCROCQ

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

Professeur Jean-Claude MARCHAL – Professeur Jean AUQUE

Professeur Thierry CIVIT

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

Professeur Jean-Pierre KAHN

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

Professeur Daniel SIBERTIN-BLANC

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

Professeur Jean-Marie ANDRE

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

1^{ère} sous-section : (Rhumatologie)

Professeur Jacques POUREL – Professeur Isabelle VALCKENAERE – Professeur Damien LOEUILLE

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

Professeur Jean-Pierre DELAGOUTTE – Professeur Daniel MOLE

Professeur Didier MAINARD – Professeur François SIRVEAUX

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

Professeur Jean-Luc SCHMUTZ – Professeur Annick BARBAUD

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

Professeur François DAP

51^{ème} Section : PATHOLOGIE CARDIORESPIRATOIRE et VASCULAIRE

1^{ère} sous-section : (Pneumologie)

Professeur Yves MARTINET - Professeur Jean-François CHABOT

2^{ème} sous-section : (Cardiologie)

Professeur Etienne ALIOT – Professeur Yves JUILLIERE – Professeur Nicolas SADOUL –

Professeur Christian de CHILLOU

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

Professeur Jean-Pierre VILLEMOT

Professeur Jean-Pierre CARTEAUX – Professeur Loïc MACE

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

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

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

Professeur Marc-André BIGARD

Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI

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

3^{ème} sous-section : (Néphrologie)

Professeur Michèle KESSLER – Professeur Dominique HESTIN (Mme) – Professeur Luc FRIMAT

4^{ème} sous-section : (Urologie)

Professeur Philippe MANGIN – Professeur Jacques HUBERT – Professeur Luc CORMIER

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

1^{ère} sous-section : (Médecine interne)

Professeur Denise MONERET-VAUTRIN – Professeur Denis WAHL

Professeur Jean-Dominique DE KORWIN – Professeur Pierre KAMINSKY

Professeur Athanase BENETOS - Professeur Gisèle KANNY – Professeur Abdelouahab BELLOU

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

Professeur Patrick BOISSEL – Professeur Laurent BRESLER

Professeur Laurent BRUNAUD

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

1^{ère} sous-section : (Pédiatrie)

Professeur Danièle SOMMELET – Professeur Pierre MONIN
Professeur Jean-Michel HASCOET – Professeur Pascal CHASTAGNER – Professeur François FEILLET

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

Professeur Michel SCHMITT – Professeur Gilles DAUTEL – Professeur Pierre JOURNEAU

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

Professeur Michel SCHWEITZER – Professeur Jean-Louis BOUTROY
Professeur Philippe JUDLIN – Professeur Patricia BARBARINO – Professeur Bruno DEVAL

4^{ème} sous-section : (Endocrinologie et maladies métaboliques)

Professeur Georges WERYHA – Professeur Marc KLEIN – Professeur Bruno GUERCI

5^{ème} sous-section : (Biologie et médecine du développement et de la reproduction)
Professeur Hubert GERARD

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

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

Professeur Claude SIMON – Professeur Roger JANKOWSKI

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

Professeur Jean-Luc GEORGE – Professeur Jean-Paul BERROD – Professeur Karine ANGIOI-DUPREZ

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

Professeur Jean-François CHASSAGNE

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

64^{ème} Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Professeur Sandrine BOSCHI-MULLER

Professeur Franck DALIGAULT

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

42^{ème} Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{ère} sous-section : (Anatomie)

Docteur Bruno GRIGNON

2^{ème} sous-section : (Cytologie et histologie)

Docteur Edouard BARRAT

Docteur Françoise TOUATI – Docteur Chantal KOHLER

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

Docteur Béatrice MARIE

Docteur Laurent ANTUNES

43^{ème} Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

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

Docteur Marie-Hélène LAURENS – Docteur Jean-Claude MAYER

Docteur Pierre THOUVENOT – Docteur Jean-Marie ESCANYE – Docteur Amar NAOUN

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

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

Docteur Jean STRACZEK – Docteur Sophie FREMONT

Docteur Isabelle GASTIN – Docteur Bernard NAMOUR – Docteur Marc MERTEN

2^{ème} sous-section : (Physiologie)

Docteur Gérard ETHEVENOT – Docteur Nicole LEMAU de TALANCE – Docteur Christian BEYAERT

Docteur Bruno CHENUÉL

4^{ème} sous-section : (Nutrition)

Docteur Didier QUILLIOT

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

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

Docteur Francine MORY – Docteur Christine LION

Docteur Michèle DAILLOUX – Docteur Véronique VENARD

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

Docteur Marie-France BIAVA – Docteur Nelly CONTET-AUDONNEAU

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

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

Docteur François ALLA

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

Docteur Pierre GILLOIS

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

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

Docteur François SCHOONEMAN

3^{ème} sous-section : (Immunologie)

Docteur Anne KENNEL

4^{ème} sous-section : (Génétique)

Docteur Christophe PHILIPPE

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

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

Docteur Jacqueline HELMER – Docteur Gérard AUDIBERT

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

Docteur Françoise LAPICQUE – Docteur Marie-José ROYER-MORROT

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

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

Docteur Jean PAYSANT

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

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

Docteur Jean-Louis CORDONNIER

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

05^{ème} section : SCIENCE ÉCONOMIE GÉNÉRALE

Monsieur Vincent LHUILLIER

32^{ème} section : CHIMIE ORGANIQUE, MINÉRALE, INDUSTRIELLE

Monsieur Jean-Claude RAFT

40^{ème} section : SCIENCES DU MÉDICAMENT

Monsieur Jean-François COLLIN

60^{ème} section : MÉCANIQUE, GÉNIE MÉCANIQUE ET GÉNIE CIVILE

Monsieur Alain DURAND

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

Monsieur Jean REBSTOCK – Monsieur Walter BLONDEL

64^{ème} section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Mademoiselle Marie-Claire LANHERS

65^{ème} section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Mademoiselle Françoise DREYFUSS – Monsieur Jean-Louis GELLY

Madame Ketsia HESS – Monsieur Pierre TANKOSIC – Monsieur Hervé MEMBRE

67^{ème} section : BIOLOGIE DES POPULATIONS ET ÉCOLOGIE
Madame Nadine MUSSE

68^{ème} section : BIOLOGIE DES ORGANISMES
Madame Tao XU-JIANG

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS

Médecine Générale

Docteur Alain AUBREGE

Docteur Francis RAPHAEL

Docteur Jean-Marc BOIVIN

=====

PROFESSEURS ÉMÉRITES

Professeur Michel BOULANGE - Professeur Alain LARCAN - Professeur Michel WAYOFF Professeur Daniel ANTHOINE -
Professeur Hubert UFFHOLTZ – Professeur Adrien DUPREZ - Professeur Paul VERT
Professeur Jean PREVOT – Professeur Jean-Pierre GRILLIAT - Professeur Philippe CANTON – Professeur Pierre MATHIEU
Professeur Gilbert THIBAUT - Professeur Daniel SCHMITT – Mme le Professeur Colette VIDAILHET –
Professeur Jean FLOQUET – Professeur Claude CHARDOT – Professeur Michel PIERSON – Professeur Alain BERTRAND –
Professeur Daniel BURNEL – Professeur Jean-Pierre NICOLAS – Professeur Michel VIDAILHET

=====

DOCTEURS HONORIS CAUSA

Professeur Norman SHUMWAY (1972)
Université de Stanford, Californie (U.S.A)
Professeur Paul MICHELSEN (1979)
Université Catholique, Louvain (Belgique)
Professeur Charles A. BERRY (1982)
Centre de Médecine Préventive, Houston (U.S.A)
Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982)
Brown University, Providence (U.S.A)
Professeur Mamish Nisbet MUNRO (1982)
Massachusetts Institute of Technology (U.S.A)
Professeur Mildred T. STAHLMAN (1982)
Wanderbilt University, Nashville (U.S.A)
Harry J. BUNCKE (1989)
Université de Californie, San Francisco (U.S.A)

Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989)
Institut d'Anatomie de Würtzburg (R.F.A)
Professeur Maria DELIVORIA-PAPADOPOULOS (1996)
Université de Pennsylvanie (U.S.A)
Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)
Research Institute for Mathematical Sciences de Kyoto (JAPON)
Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)
Université d'Helsinki (FINLANDE)
Professeur James STEICHEN (1997)
Université d'Indianapolis (U.S.A)
Professeur Duong Quang TRUNG (1997)
*Centre Universitaire de Formation et de Perfectionnement des
Professionnels de Santé d'Hô Chi Minh-Ville (VIËTNAM)*

A notre Maître et président de thèse,

Monsieur le Professeur D. MOLÉ

Professeur de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique

Vous nous avez fait l'honneur de nous confier ce travail et de nous guider tout au long de sa réalisation.

Vous nous avez séduit par la qualité de votre enseignement et nous sommes impressionné par votre habilité technique.

Votre enthousiasme scientifique, votre dévouement pour les malades et la précision de votre jugement sont pour nous des exemples.

Nous sommes heureux et honoré d'avoir été intégré à votre équipe.

Que ce travail soit l'expression de notre profond respect et de notre fidèle dévouement.

A notre Maître et juge,

Monsieur le Professeur H. COUDANE

Professeur de médecine légale (option clinique)

Chevalier de l'Ordre des Palmes Académiques

Nous sommes très sensible à l'honneur que vous nous faites en acceptant de juger ce travail.

Nous avons été séduit par l'étendue de vos connaissances et par vos qualités humaines.

Nous avons été honoré de découvrir la traumatologie à vos cotés.

Nous vous remercions pour votre patience et pour la qualité de votre enseignement.

C'est pour nous un honneur de nous compter parmi nos juges.

A notre Maître et juge,

Monsieur le Professeur F. SIRVEAUX,

Professeur de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique

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

Nous avons été séduit par l'étendue de vos connaissances.

Vous avez su nous communiquer des valeurs essentielles comme la prudence et la rigueur qui sont indispensables à la pratique chirurgicale.

Vous nous avez accueilli avec sympathie et nous vous en remercions.

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

A notre Maître et juge,

Monsieur le Docteur O. ROCHE,

Docteur en Médecine

Nous vous sommes très reconnaissant d'avoir accepté de juger ce travail et nous vous en remercions.

Votre rigueur et vos qualités techniques sont pour nous un exemple.

Nous vous remercions pour votre accueil et pour l'exemplarité de votre enseignement.

Nous avons la chance d'apprendre chaque jour à vos côtés et souhaitons nous montrer digne de la confiance que vous nous accordez.

A notre Maître et juge,

Monsieur le Docteur B. RIO,

Docteur en Médecine

Nous vous sommes très reconnaissant d'avoir accepté de juger ce travail et nous vous en remercions.

Nous n'avons pas eu l'honneur de travailler à vos côtés mais votre réputation fait de vous un exemple à suivre.

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

A nos Maitres d'internats, Praticiens hospitaliers et Chefs de Cliniques
qui ont contribué à notre formation

Monsieur le Professeur MOLÉ
Monsieur le Professeur COUDANE
Monsieur le Professeur SIRVEAUX
Monsieur le Professeur LASCOMBES
Monsieur le Professeur JOURNEAU
Monsieur le Professeur DAUTEL
Monsieur le Professeur DAP
Monsieur le Docteur ROCHE
Monsieur le Docteur METAIZEAU
Monsieur le Docteur HAUMONT
Monsieur le Docteur SCHJÖTH
Monsieur le Docteur LEHALLE
Monsieur le Docteur CUNY
Monsieur le Docteur IRRAZI
Monsieur le Docteur BERRICHI
Monsieur le Docteur TURELL
Monsieur le Docteur GOSSELIN
Monsieur le Docteur AYAV
Monsieur le Docteur AUBRION
Monsieur le Docteur VILLANUEVA
Monsieur le Docteur HAZOTTE
Monsieur le Docteur PENETRAT
Monsieur le Docteur FAIVRE
Monsieur le Docteur BARBARY
Monsieur le Docteur LEROUX
Madame le Docteur DE GASPERI

Remerciements pour leur aide et leur disponibilité

Au Docteur M. DE GASPERI pour sa disponibilité et sa patience lors de l'élaboration de la partie statistique de ce travail

A Christelle et aux Michèle pour leur aide précieuse en matière d'orthographe.

Au personnel de la Clinique de Traumatologie.

A Catherine,

Pour son soutien infini

Avec tout mon amour

A Batiste,

Le roi des rois

A mes parents,

Pour leur affection et leur patience

A mes sœurs et à mon frère,

Pour leur encouragement

A toute ma famille et à tous mes amis,

Je dédie cette thèse

SERMENT

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

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

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

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

TABLE DES MATIERES



I.	Introduction et historique	24
II.	Anatomie et cicatrisation tendineuse	27
II.1	Anatomie de l'insertion du supraspinatus.....	27
II.2	La cicatrisation tendineuse.....	31
II.2.1	Le tendon normal	31
II.2.2	Le tendon pathologique.....	34
II.2.3	La cicatrisation tendineuse.....	34
III.	La réparation tendineuse	37
III.1	Introduction.....	37
III.2	Les bases biomécaniques	37
III.2.1	Les fils de suture	37
III.2.2	La jonction fil de suture-os	39
III.2.3	La jonction fil de suture-tendon.....	40
III.3	Comparaison des réparations par ancrés et par sutures trans osseuses.....	43
III.3.1	Aspect quantitatif : la résistance	43
III.3.2	Aspect qualitatif : le double rang	45
III.4	Les ancrés.....	47
III.4.1	Description et caractéristiques	47
III.4.1.1	Les ancrés impactées.....	48
III.4.1.1.1	Métalliques.....	48
III.4.1.1.1.1	Mitek GII	48
III.4.1.1.1.2	Mitek Super Anchor GIV.....	49
III.4.1.1.1.3	Mitek Rotator Cuff Anchor.....	49
III.4.1.1.1.4	Linvatec Ultrafix RC 2.9.....	50
III.4.1.1.1.5	Linvatec UltrafixMiniMite 2.3.....	50
III.4.1.1.1.6	Arthrotek Biomet Harpoon 3.2 et Umbrella Harpoon 3.2	51
III.4.1.1.2	Résorbables	51
III.4.1.1.2.1	Mitek Panalok RC (PLA).....	51
III.4.1.1.2.2	Mitek Panalok RC Dual (PLA).....	51
III.4.1.1.2.3	Acufex TAG 3.7 Wedge et ROD II (PGA).....	52
III.4.1.1.2.4	Linvatec UltraSorb (PLLA)	52
III.4.1.1.2.5	Linvatec Bioanchor 3.5 (PLLA)	53
III.4.1.1.2.6	Arthrotek Biomet Biophase 3.0, 2.0 (PLA/PGA).....	53
III.4.1.1.2.7	Storz Bioplug 4.2, 5.2 (PDLLA).....	53
III.4.1.2	Les ancrés vissées	54
III.4.1.2.1	Métalliques.....	54
III.4.1.2.1.1	Mitek Fastin RC 5.0.....	54
III.4.1.2.1.2	Arthrex Corkscrew 3.5, 5, 6.5mm.....	55
III.4.1.2.1.3	Arthrex Corkscrew FT 5.5	56
III.4.1.2.1.4	Arthrex Corkscrew FT II 5.5	56

III.4.1.2.1.5	Smith&Nephew TwinFixTi 3.5, 5.0, 6.5	57
III.4.1.2.1.6	Linvatec Super Revo Screw 5.0.....	57
III.4.1.2.1.7	Linvatec Revo Screw 4.0	58
III.4.1.2.1.8	Zimmer Statak 3.5, 5, 5.2.....	58
III.4.1.2.1.9	USS SPORTS MEDICINE Herculon 5.0 Anchor	59
III.4.1.2.2	Résorbables	59
III.4.1.2.2.1	Mitek SpiraLok 5.0, 6.5 (PLA).....	59
III.4.1.2.2.2	Arthrex Bio Corkscrew 5.0, 6.5mm (PLDLA).....	60
III.4.1.2.2.3	Arthrex BioCorkscrew FT (PLDLA).....	60
III.4.1.2.2.4	Smith&Nephew TwinFix AB 5.0, 6.5 (PLLA).....	61
III.4.1.2.2.5	Linvatec Duet Suture Anchor 6.0 (PDLA).....	61
III.4.1.2.2.6	Arthrotek Biomet Lactosorb / Lactoscrew 3.5, 5.5.....	62
III.4.1.2.2.7	Zimmer BioStatak (PLA).....	62
III.4.1.3	Les ancrs sans nœud.....	62
III.4.1.3.1	Métalliques.....	63
III.4.1.3.1.1	Mitek Knotless suture anchor	63
III.4.1.3.1.2	Arthrex Corkscrew parachute	64
III.4.1.3.1.3	Smith&Nephew Twinfix Ti Quick T 3.5, 5.0.....	64
III.4.1.3.1.4	Opus Medical Magnum.....	64
III.4.1.3.2	Résorbables	65
III.4.1.3.2.1	Mitek BioKnotless RC (PLA).....	65
III.4.1.3.2.2	Acufex Suretac (PGA)	66
III.4.1.3.2.3	Linvatec Biotwist (PLLA)	66
III.4.1.3.2.4	Linvatec BioCuff (PLA)	66
III.4.1.3.2.5	Arthrotek Biomet Arthro-rivet Tack 10 et 15mm.....	67
III.4.2	Quelle ancre utiliser ?	67
III.4.2.1	Introduction.....	67
III.4.2.2	Etudes comparatives	68
III.4.2.3	Cas particulier des ancrs sans noeud.....	72
III.4.2.4	Mon avis.....	73
III.4.3	Comment implanter les ancrs ?	73
III.4.4	Où implanter les ancrs ?	75
III.5	Les pinces.....	76
III.5.1	Les passe fils	76
III.5.1.1	Les pinces.....	76
III.5.1.1.1	Needle Punch (Arthrex)	76
III.5.1.1.2	Pince Scorpion (Arthrex)	77
III.5.1.1.3	Pince Viper (Arthrex)	77
III.5.1.1.4	Pince Pass Express (Mitek).....	78
III.5.1.1.5	Pince de Caspari (Arthrotek).....	78
III.5.1.1.6	Caspari Suture Punch (Linvatec)	78
III.5.1.1.7	Pince AutoCuff (Opus Medical)	79
III.5.1.2	Les crochets	79

III.5.1.2.1	Pince BirdBeak (Arthrex) ou Penetrating Grasper (Mitek)	79
III.5.1.2.2	SutureLasso (arthrex).....	80
III.5.1.2.3	Speed Pass Suture Retriever (Arthrotek)	80
III.5.1.2.4	Banana Suture Lasso (Arthrex).....	80
III.5.1.2.5	Clever Hook ou pince rhinocéros (Mitek)	81
III.5.1.2.6	Crochet Spectrum (Linvatec).....	81
III.5.1.2.7	Pince Suture Grasper (Innovasive)	82
III.5.1.2.8	Suture Hook (Storz).....	82
III.5.1.2.9	Suture attachment (Storz).....	83
III.5.1.2.10	Passe Suture Queue de Cochon (Arthrex).....	83
III.5.2	Les pousses-nœuds.....	84
III.5.2.1	Simple	84
III.5.2.2	Sixième doigt (Arthrex)	84
III.5.2.3	Nordt (Arthrotek).....	85
III.6	les nœuds arthroscopiques	85
III.6.1	Le fil de suture peut glisser au niveau de l'ancre.....	85
III.6.1.1	Les nœuds coulissants mais non bloquants. Le nœud de pêcheur ou nœud de Duncan ou de Hangman.	86
III.6.1.2	Les nœuds coulissants et autobloquants du coté du chirurgien. Le nœud de Tautline ou nœud de Nicky ⁴⁹	87
III.6.1.3	Les nœuds coulissants et bloquants du coté du patient. Le nœud de Weston, de Roeder, de Tennessee, de Field ⁶⁴ et le mid-ship.	88
III.6.1.4	Les nœuds coulissants et bloquants au centre du nœud. Le nœud SMC (Samsung Medical Center) ⁹⁷	90
III.6.1.5	Les nœuds coulissants autobloquants	91
III.6.1.5.1	Le noeud de Giant ⁶⁵	91
III.6.1.5.2	Le nœud de Triad ¹⁹⁰	92
III.6.1.6	Cas particulier : le nœud DTK (Double Twist Knot) ¹⁵⁰	94
III.6.2	Le fil de suture ne peut pas glisser au niveau de l'ancre.....	94
III.6.2.1	Le nœud Revo.ou nœud de Snyder.	95
III.6.2.2	Le nœud Square.	95
III.6.3	Discussion.	96
IV.	Etude prospective randomisée	98
IV.1	Introduction.....	98
IV.2	Patients et méthode	98
IV.2.1	Patients.....	98
IV.2.1.1	Caractéristiques générales de la population.....	99
IV.2.1.2	Bilan pré opératoire.....	100

IV.2.2	Méthode	103
IV.2.2.1	Techniques chirurgicales et constatations peropératoires.....	103
IV.2.2.1.1	Technique à ciel ouvert.....	103
IV.2.2.1.1.1	L'anesthésie	103
IV.2.2.1.1.2	La voie d'abord.....	103
IV.2.2.1.1.3	L'acromioplastie	104
IV.2.2.1.1.4	Evaluation de la rupture.....	104
IV.2.2.1.1.5	Le biceps.....	104
IV.2.2.1.1.6	La réparation tendineuse.....	104
IV.2.2.1.2	Technique arthroscopique.....	106
IV.2.2.1.2.1	L'anesthésie	106
IV.2.2.1.2.2	L'installation.....	106
IV.2.2.1.2.3	Les voies d'abord.....	107
IV.2.2.1.2.4	L'exploration gléno-humérale	108
IV.2.2.1.2.5	Le biceps.....	108
IV.2.2.1.2.6	La bursoscopie	110
IV.2.2.1.2.7	L'acromioplastie	111
IV.2.2.1.2.8	La réparation tendineuse.....	112
IV.2.2.1.2.9	Geste complémentaire.....	115
IV.2.2.2	Suites opératoires	115
IV.2.2.2.1	Groupe ciel ouvert	115
IV.2.2.2.2	Groupe arthroscopie.....	116
IV.2.2.3	Récapitulatif.....	117
IV.2.2.4	Evaluation postopératoire	117
IV.2.2.4.1	Clinique.....	117
IV.2.2.4.2	Radiographique.....	118
IV.2.2.4.3	Scannographique.....	118
IV.3	Résultats.....	118
IV.3.1	Caractéristiques de chaque groupe.....	118
IV.3.1.1	Groupe des réparations à ciel ouvert.....	118
IV.3.1.1.1	Caractéristiques générales.....	118
IV.3.1.1.2	Bilan préopératoire	120
IV.3.1.2	Groupe des réparations arthroscopiques	122
IV.3.1.2.1	Caractéristiques générales.....	122
IV.3.1.2.2	Bilan préopératoire	123
IV.3.1.3	Comparatif	125
IV.3.2	Résultats cliniques	127
IV.3.2.1	La douleur postopératoire	127
IV.3.2.2	Le score de Constant et le SST	128
IV.3.2.2.1	Au recul de 3mois.....	128
IV.3.2.2.2	Au recul de 1 an.....	130
IV.3.2.3	Evolution des résultats cliniques.....	131

IV.3.2.4	Le délai de reprise professionnelle.....	132
IV.3.2.5	Les accidents du travail et des maladies professionnelles	133
IV.3.2.6	Résultats subjectifs.....	133
IV.3.2.7	L'aspect esthétique.....	134
IV.3.3	Résultats iconographiques	134
IV.3.3.1	La cicatrisation tendineuse.....	134
IV.3.3.2	La cicatrisation tendineuse selon l'âge	138
IV.3.3.3	La cicatrisation en fonction de la taille de la rupture initiale.....	138
IV.3.3.3.1	Dans le plan frontal.....	138
IV.3.3.3.2	Dans le plan sagittal.....	139
IV.3.3.4	La cicatrisation en fonction de l'infiltration graisseuse.....	139
IV.3.3.5	La cicatrisation en fonction de la durée d'évolution préopératoire	139
IV.3.4	Influence de la cicatrisation sur les résultats cliniques	140
IV.3.4.1	Résultats subjectifs.....	140
IV.3.4.2	Résultats objectifs	140
IV.3.4.2.1	Le score de Constant.....	140
IV.3.4.2.2	Le SST	140
IV.3.4.2.3	La force	140
IV.3.4.2.4	Le test de Jobe.....	140
IV.3.5	Résultats économiques.....	141
IV.3.6	Analyse des mauvais résultats	141
IV.3.7	La courbe d'apprentissage	141
V.	Discussion.....	143
V.1	Introduction.....	143
V.2	Intérêt de l'exploration articulaire.....	144
V.3	La douleur postopératoire	144
V.4	Bénéfices liés à l'intervention.....	145
V.5	Justification de la technique chirurgicale.....	146
V.6	Evaluation de la cicatrisation tendineuse.....	147
V.7	Facteurs influençants le résultats	150
VI.	Conclusion.....	153



I. Introduction et historique

I. Introduction et historique

La chirurgie de la coiffe des rotateurs a beaucoup évolué ces deux dernières décennies. La chirurgie à ciel ouvert, qui est la référence en la matière, se voit progressivement et de plus en plus souvent reléguée à la seconde place après la chirurgie arthroscopique. Cette nouvelle chirurgie, « très à la mode » pour le grand public, n'a pas encore fait la preuve scientifique de sa supériorité.

C'est Burman qui effectua la première arthroscopie de l'épaule en 1931 sur des articulations de cadavres³². Watanabe développa l'arthroscope « numéro 21 » en 1950¹⁸⁰. Cet instrument constitua la base de l'arthroscopie pendant les deux décades qui suivirent malgré sa fragilité, avec un risque important de bris intra-articulaire et son inconstante source lumineuse. Avec le développement des arthroscopes rigides et l'utilisation des fibres optiques dans les années 70, l'arthroscopie devint une technique plus fiable.

L'arthroscopie de l'épaule a évolué plus lentement que l'arthroscopie du genou. Les premiers cas cliniques ont été rapportés par Andren et al. en 1965³, Conti en 1979¹⁴ et Wiley et Older en 1980¹⁸⁵ et concernaient essentiellement l'exploration d'épaules gelées. Watanabe et al.¹⁸² ont déterminé la localisation et l'utilité des voies d'abord arthroscopiques antérieures et postérieures. Watanabe publia alors les premiers cas d'arthroscopie diagnostique de fracture ostéochondrale, d'ablation de corps étrangers articulaires, d'évaluation des lésions d'arthrite rhumatoïde et des lésions du biceps et du labrum^{181:182}. En 1983, Ellman⁵⁹ est le premier à décrire la technique d'acromioplastie arthroscopique.

L'histoire des réparations de la coiffe des rotateurs débute plus tôt. On attribue souvent la description des premières ruptures de coiffe à Smith¹⁶² dans le « London Medical Gazette » en 1834 sur une série de sept cadavres. En 1866, Bardenheuer²⁰ exposa, après des études anatomiques, la possibilité de réinsérer les tendons déchirés par des sutures sur la tête humérale. Muller¹³², en 1889, réalisa la première réparation sur être humain. Les résultats encourageants conduisirent Perthes¹⁴³ à continuer ce type de chirurgie et à développer une instrumentation spécifique. En 1924, Meyer¹²² publia sa théorie d'usure de la coiffe des rotateurs. Les premières réinsertions chirurgicales du supraspinatus sont rapportées en 1911 par Codman³⁹ qui fut véritablement le promoteur de cette chirurgie. Il effectua au total 38 réparations au cours de sa carrière avec des résultats encourageants⁴⁰. Il exposa les principes de réparation encore d'actualité de nos jours comme la tranchée osseuse sur le trochiter, les sutures en « U » et les sutures latéro-latérales. 10 ans après, Pettersson¹⁴⁴ et McLaughlin^{116, 117} publièrent leurs études sur l'étiologie des ruptures de coiffe et leurs traitements. McLaughlin¹¹⁶ décrivit la voie d'abord en épaulette qui, pour lui, expose mieux la coiffe et évite les lésions du nerf axillaire. La relation entre le conflit sous acromial et les pathologies de la coiffe des rotateurs est reconnue à cette époque par la

plupart des chirurgiens orthopédistes comme Codman⁴¹, Armstrong⁷, Hammond^{85: 86}, McLaughlin¹¹⁶, Moseley¹³¹, Smith-Petersen et al.¹⁶³, et Watson-Jones¹⁸⁴. Certains de ces auteurs proposent une acromionectomie totale alors que d'autres préconisent une acromionectomie latérale^{7: 53: 85: 86: 116: 163: 184}. Le terme « impingement syndrome » a été proposé par Neer¹³⁴ en 1972 qui développa le concept de l'acromioplastie. Il étudia les différentes zones de conflit sous-acromial et démontra que celles-ci n'étaient pas externes mais antérieures. Il sera à l'origine de la théorie extrinsèque dans la genèse des ruptures de la coiffe des rotateurs et mettra au point la technique d'acromioplastie antéro-inférieure avec une voie d'abord en épaulette^{134: 135}.

En France, Apoil⁵ puis Augereau⁸⁻¹⁰ sous l'impulsion de leurs maîtres Dautry et Gosset mirent en évidence le rôle prédominant du ligament acromio-coracoïdien dans la genèse du conflit sous acromial. Par ailleurs, Apoil^{4: 5} puis Mansat^{113: 114} mettent en évidence l'évolution arthrosique de l'articulation gléno-humérale dans les grandes ruptures de coiffe.

Ainsi, la chirurgie de l'épaule pour réparation de la coiffe est une chirurgie récente qui se développa à partir des années 80 et qui, aujourd'hui, est bien codifiée.

L'arthroscopie fut d'abord utilisée pour l'acromioplastie et le débridement de la coiffe^{58: 60: 62} à la fin des années 80 puis en association avec la chirurgie à ciel ouvert pour les réparations de la coiffe par « mini open »^{51: 63: 89: 91: 105: 137: 145: 161: 188}. Johnson fut le premier à réaliser une réparation du supraspinatus sous arthroscopie par mise en place d'agrafes en 1985⁹³. C'est Wolf¹⁸⁷ en 1989 qui revendique la réalisation de la première réinsertion du supraspinatus par arthroscopie au moyen d'ancres. A la fin des années 90, certains auteurs comme Snyder, Tauro et Gartsman^{72: 73: 164: 171} rapportent les premiers résultats de réparation de la coiffe sous arthroscopie. Elle offre de nombreux avantages dont la vision directe des lésions par voie intra-articulaire, l'absence de désinsertion deltoïdienne, et la réduction du risque infectieux.

On dénombre un grand nombre d'études récentes^{23: 36: 66: 69: 82: 106: 158: 169: 174: 177: 186} portant sur ce sujet mais aucune n'apporte un niveau de preuve suffisant pour démontrer la supériorité de la réparation arthroscopique par rapport à la technique à ciel ouvert. De plus, il n'existe pas dans la littérature d'étude comparant ces deux techniques chirurgicales.

Le but de ce travail est double :

- Faire un aperçu des techniques et des différentes modalités de reconstruction de la coiffe des rotateurs.
- Comparer les résultats cliniques et anatomiques, par arthroscanner, de la réparation des ruptures distales et isolées du supraspinatus, par une étude prospective randomisée.

II. Anatomie

Cicatrisation tendineuse

II. Anatomie et cicatrisation tendineuse

II.1 Anatomie de l'insertion du supraspinatus

Minagawa et al.¹²⁹ dans leur étude anatomique ont analysé avec une grande précision les différentes zones d'insertions des tendons des muscles supra et infraspinatus sur le trochiter.

Cette étude permet de montrer l'intrication de ces 2 tendons au niveau de leur insertion et permet d'évaluer en per-opératoire la taille et l'extention d'une rupture de la coiffe des rotateurs à ce niveau.

Comme l'ont montré Clark et Harryman³⁸, les tendons de la coiffe ne sont pas des structures distinctes mais fusionnent pour former une insertion commune (fig1) sur les tubérosités de l'humérus.

Autrement dit, on ne peut pas décrire et analyser le supraspinatus sans l'infraspinatus.

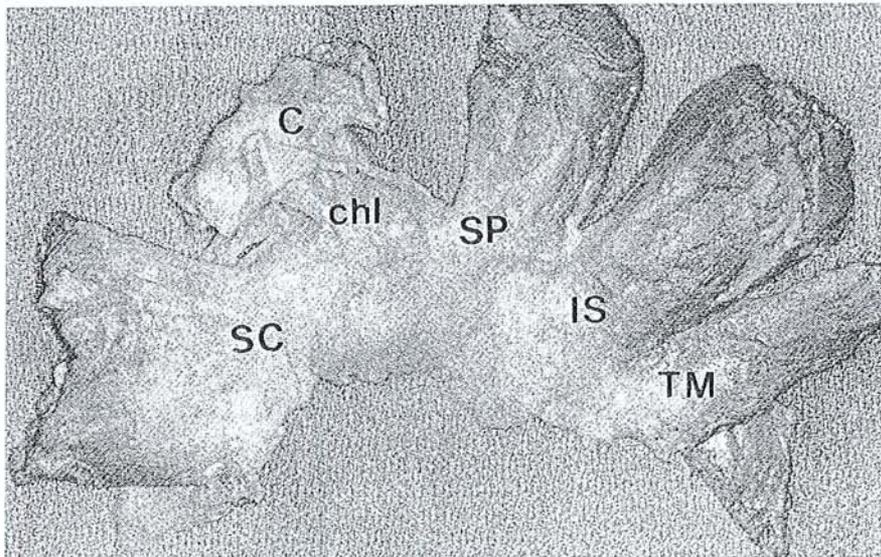


fig1 tendon commun des muscles de la coiffe

Il existe 3 facettes sur la grosse tubérosité de l'humérus (fig2) : supérieure, moyenne et inférieure¹⁶⁵.

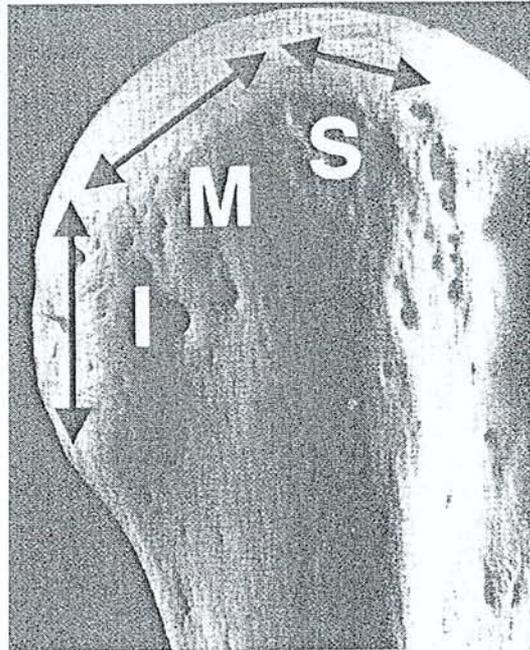


fig2 la grosse tubérosité humérale

Deux repères anatomiques sont définis et facilement identifiables en per-opératoire : le bord antérieur de la grosse tubérosité identifiable par la voie sous acromiale et la limite supérieure du sulcus ou « bare zone » (zone du col anatomique de l'humérus dépourvue de cartilage) facilement identifiable par voie gléno-humérale. Ces 2 repères permettent de mesurer les limites antérieures et postérieures des insertions des tendons de la coiffe (fig3 A et B).

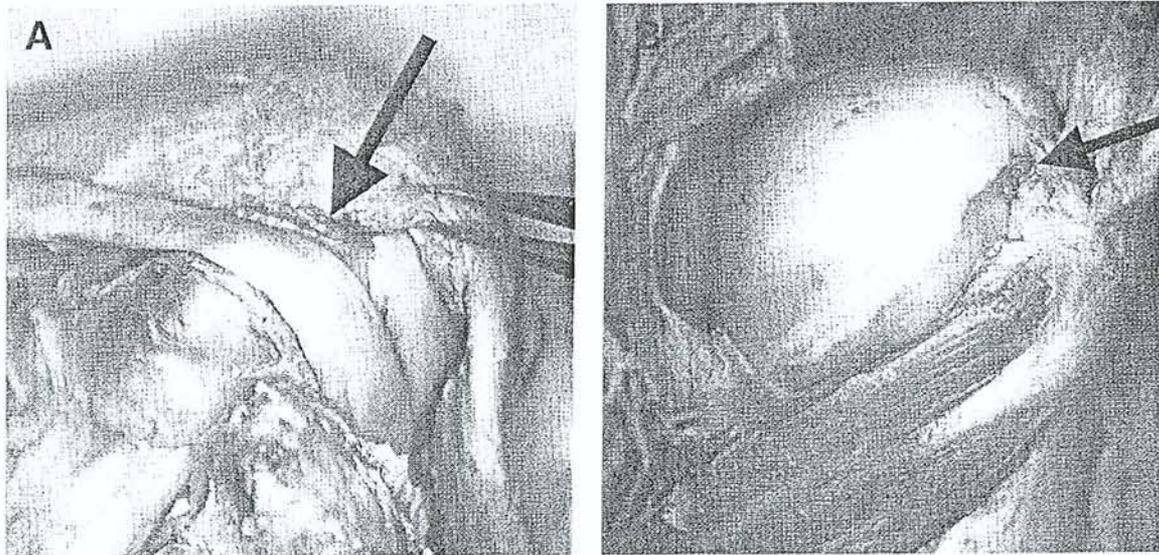


fig3 les 2 repères anatomiques

Le tendon du supraspinatus ne s'insère pas seulement sur la facette supérieure de la grosse tubérosité mais également sur la moitié supérieure de la facette moyenne. Par ailleurs, le tendon de

l'infraspinatus s'insère sur la totalité de la surface moyenne de la grosse tubérosité et recouvre en avant la moitié postérieure de l'insertion du supraspinatus (fig4 et fig5).

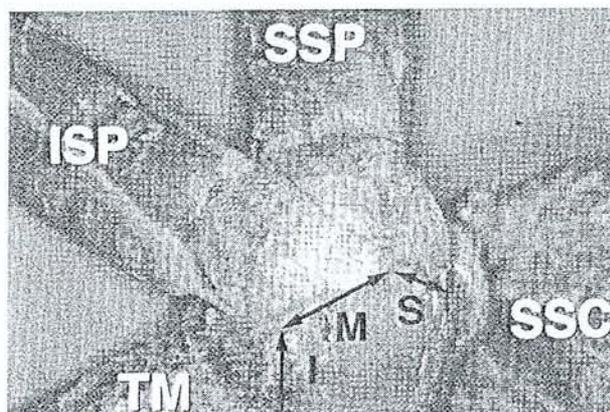


fig4 insertion des tendons de la coiffe

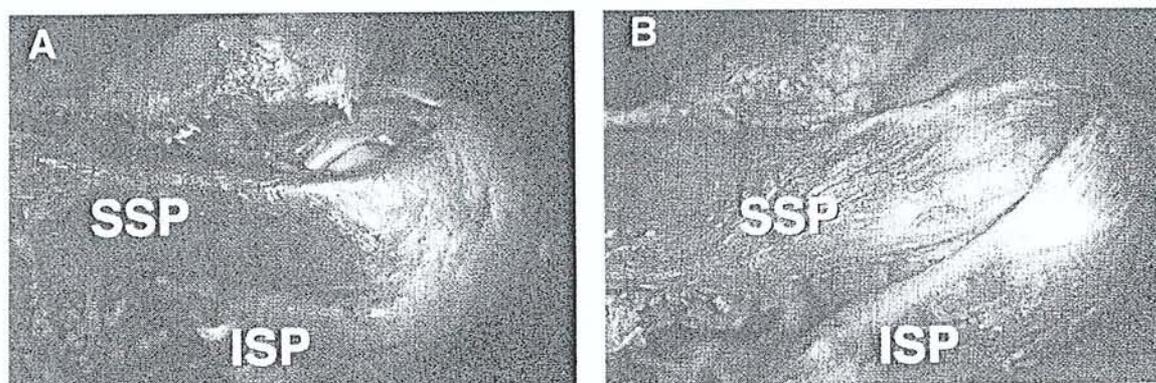


fig5 A :avec le ligament coraco huméral, B ;sans le ligament coraco huméral

Plus précisément, la mesure antéro-postérieure de l'insertion du supraspinatus à partir du bord antérieur de la grosse tubérosité est en moyenne de $22,5 \pm 3,1$ mm. De même, l'insertion antérieure de l'infraspinatus se situe en moyenne à $12,6 \pm 1,1$ mm du bord antérieur de la grosse tubérosité et sa mesure antéro-postérieure totale est de $35,4 \pm 2,2$ mm. Ainsi, l'infraspinatus recouvre le supraspinatus sur sa partie postérieure sur $9,8 \pm 3,2$ mm et la coiffe antérieure ($12,6 \pm 1,1$ mm), à partir du bord antérieur de la grosse tubérosité, est uniquement composée par le tendon du supraspinatus.

De même, les mesures effectuées à partir du sulcus montrent que le bord postérieur de l'insertion du supraspinatus se situe en moyenne à $4,3 \pm 2,4$ mm en avant du sulcus et que le bord antérieur de l'insertion de l'infraspinatus se situe en moyenne à $14,1 \pm 3,9$ en avant du sulcus.

En pratique clinique, cette étude est primordiale et permet d'évaluer, par la taille et la localisation de la rupture par rapport à ces 2 repères osseux, l'extension d'une rupture du supraspinatus à l'infraspinatus. Par exemple, par abord sous acromial, une rupture de la coiffe de 20mm dans le plan sagittal atteint le

supra et l'infraspinatus. De même, par voie gléno-humérale, une rupture qui s'étend en arrière jusqu'au sulcus concerne les 2 tendons.

Dans une étude cadavérique, Dugas et al.⁵⁵ ont déterminé la surface d'insertion des tendons de la coiffe des rotateurs sur les tubérosités humérales. La surface d'insertion du supra-spinatus sur la grosse tubérosité est en moyenne de 1,55cm² (0,68-2,64) avec un écart type de 0,66cm². Dans le plan frontal, la mesure moyenne de l'insertion du supra-spinatus est de 1,27cm (0,69-1,46) et dans le plan sagittal de 1,63cm (1,01-2,08) (fig6). Pour mémoire, la surface d'insertion de l'infraspinatus est en moyenne de 1,76cm² (1,23-2,53) et donc est supérieure à la surface d'insertion du supra-spinatus. Au total, la surface moyenne d'insertion des tendons de la coiffe sur la grosse tubérosité est de 5,88cm².

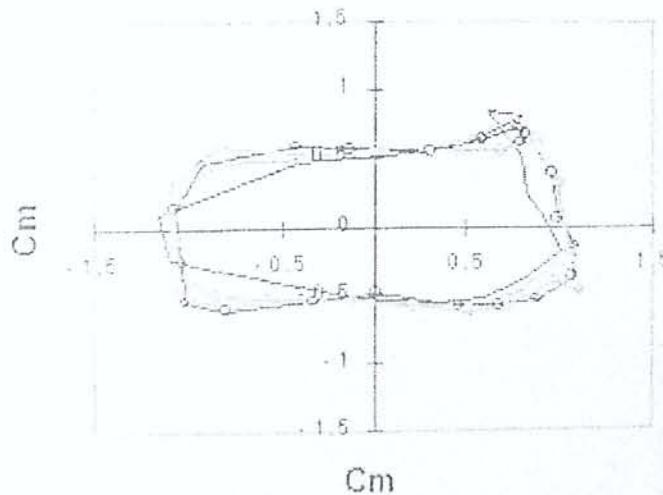


Fig 6 surface d'insertion du supra-spinatus

Dans cette même étude, les auteurs ont mesuré la distance qui sépare la surface articulaire de l'insertion médiale tendineuse de la coiffe sur la grosse tubérosité. Ces mesures permettent de définir précisément la taille et les limites du sulcus. Les mesures sont prises à partir de la limite postérieure de la gouttière bicipitale. D'avant en arrière, sur les 2,1 premiers centimètres, cette distance est en moyenne de 1mm. Au delà, cette distance augmente progressivement jusqu'à, en moyenne, 13,9mm au bord inférieur de l'insertion de l'infraspinatus.

Ruotolo et al.¹⁵³ ont étudié l'insertion du supra-spinatus (footprint) dans une étude anatomique portant sur 17 épaules de cadavres ayant une coiffe macroscopiquement normale. La mesure antéro-postérieure du footprint est, en moyenne, de 25,2mm (19-27). La largeur médio-latérale du footprint est de 11,6mm (8-15) en avant, juste en arrière du biceps, de 12,1mm (9-15) à la partie moyenne de

l'insertion et de 12mm (11-14) en arrière. La distance moyenne entre le cartilage articulaire et l'insertion du supraspinatus est de 1,9mm (1-5) en avant, 1,5mm (1-3) à la partie moyenne et 1,8mm (1-3) en arrière.

La connaissance de ces données anatomiques est essentielle afin de procéder à la reconstruction la plus physiologique.

II.2 La cicatrisation tendineuse

II.2.1 Le tendon normal

Dans leur étude portant sur 32 coiffes intactes, prélevées sur cadavre, Clark et Harryman³⁸ proposent une analyse précise de l'histologie des tendons de la coiffe et notamment du supraspinatus. Cette étude a également mis en évidence *le caractère continu de l'insertion tendineuse* des 4 muscles de la coiffe sur les tubérosités de l'humérus.

Le tendon du supraspinatus présente une épaisseur de 9 à 12 mm. Il comporte *5 couches* (fig1).

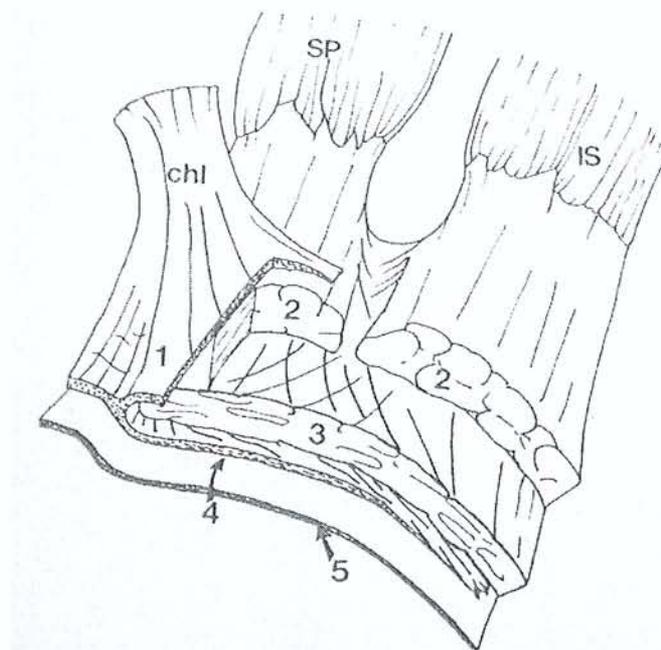


fig 1 les différentes couches selon Clark et Harryman

De la superficie à la profondeur on distingue (fig2).

La première couche, la plus superficielle, a une épaisseur de 1mm. Elle est constituée par les fibres du ligament coraco-huméral et présente une orientation oblique par rapport à la direction des fibres musculaires du supraspinatus. Les fibres s'étendent sur la grosse tubérosité de l'humérus dans l'intervalle entre les tendons du subscapularis et du supraspinatus ou elles se mélangent au périoste. Cette couche est parcourue par de nombreuses artéριοles.

La deuxième couche a une épaisseur de 3 à 5 mm. Elle contient des fibres de collagène de type I regroupées en paquets très serrés. Ces paquets, d'un diamètre de 1 à 2 mm, parallèles entre eux s'étendent directement du corps musculaire jusqu'à l'insertion humérale. Cette couche représente l'insertion directe du muscle à l'os. Ces fibres constituent également une partie du toit de la gouttière bicipitale et ne sont pas présentes dans l'intervalle entre supra et infraspinatus. Sa vascularisation est assurée par les artéριοles qui traversent la couche 1.

La troisième couche ressemble à la deuxième mais son architecture est beaucoup moins homogène. Son épaisseur est de 3 mm et les fascicules sont plus petits et moins serrés que ceux de la couche 2. Elle est en continuité avec l'infraspinatus. Les vaisseaux de cette couche sont plus petits, proviennent des vaisseaux des deux couches précédentes, et cheminent entre les couches 2 et 3.

La quatrième couche a une épaisseur de 1 mm. Elle est composée d'éléments conjonctifs éparpillés dans une fine couche de collagène. Elle se présente comme la couche de transition entre la face profonde de la coiffe et la capsule articulaire. Il s'agit de l'expansion profonde du ligament coraco-huméral qui enveloppe en avant le tendon du supraspinatus. Sa vascularisation se fait aux dépens de la cinquième couche sous la forme de capillaires.

La cinquième couche a une épaisseur de 1,5 à 2 mm et correspond à la capsule articulaire qui dans ses derniers 15mm n'est plus individualisable du tendon. Elle se compose de fibres de collagène entremêlées qui se transforment dans l'os en fibres de Sharpey, créant ainsi une véritable unité avec le tendon.

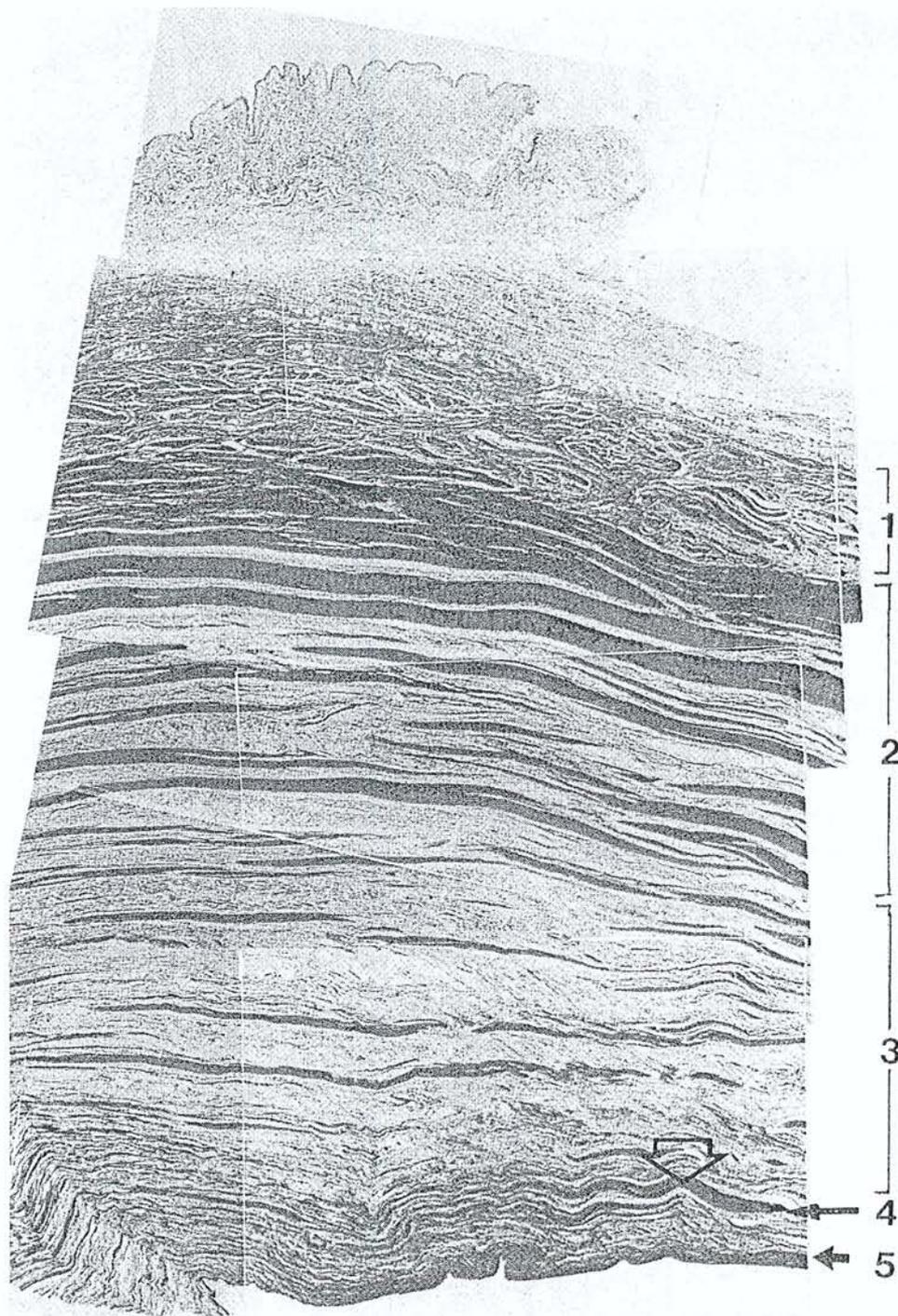


fig 2 les 5 couches selon Clark et Harryman

L'insertion du supraspinatus dans l'os peut être divisée en 4 couches. Selon Yamanaka et al.⁷⁶ la première couche correspond au tendon, la deuxième est constituée de fibrocartilage non calcifié, la troisième est constituée de fibrocartilage calcifié et la quatrième correspond à l'os. Entre la couche non calcifiée et la couche calcifiée, il existe une ligne appelée « tidemark » ou « blue line » qui devient irrégulière avec l'âge.

La bourse sous acromiale est principalement composée de graisse et est richement vascularisée. La partie viscérale de la bourse est fine et semble faire partie du tendon qu'elle recouvre mais une dissection fine permet de les séparer.

Sur le plan histologique cette bourse présente de nombreux neurorécepteurs. Les études histologiques de Vangsness et al.¹⁷⁶, puis Soifer et al.¹⁶⁶ retrouvent de nombreux récepteurs nociceptifs principalement sensibles aux forces de compression et d'étirement expliquant le syndrome algique fréquent dans les pathologies de la coiffe.

II.2.2 Le tendon pathologique

Les anomalies histologiques observées ont été rapportées par de nombreux auteurs^{68: 95: 189: 189}.

On observe, avec l'âge, au niveau de l'insertion tendineuse des modifications structurales. Ces lésions de pré rupture surviennent à l'insertion osseuse. On observe une interruption de la « blue line », des zones de nécrose focalisées, des calcifications et une interruption des fascicules tendineux.

Ces lésions s'accompagnent, d'un point de vue quantitatif, d'une raréfaction des fibres collagéniques. D'un point de vue qualitatif, on observe une augmentation du collagène de type III qui est dépourvu de la résistance mécanique du collagène de type I.

Il existe une diminution de la cellularité et un aspect de répartition hétérogène. Le tendinocyte s'altère, s'arrondi, jusqu'à ressembler à une cellule chondrocytaire.

La vascularisation tendineuse augmente avec la dégénérescence mais de façon anarchique.

On observe la présence d'adipocytes dans 15 à 30% des cas.

Ces observations sont plus prononcées dans la moitié articulaire ou profonde du tendon.

II.2.3 La cicatrisation tendineuse

Les études récentes sur la cicatrisation tendineuse nous renseignent essentiellement sur les délais et la qualité des tissus cicatriciels. Ces études utilisent soit le lapin, soit le mouton.

Rodeo et al.¹⁴⁹, en 1993, ont étudié, in vivo, la cicatrisation tendineuse dans un tunnel osseux sur le chien. Les résultats histologiques et biomécaniques ont montré la réapparition des fibres de Sharpey aux alentours de la huitième semaine qui correspond à une augmentation significative de la résistance du montage. Les auteurs préconisent la protection de la réparation tendineuse pendant les 8 premières semaines post opératoires.

Gerber et al.⁸⁰, en 1999, ont étudié la résistance de la réinsertion d'infraspinatus de moutons. Ils obtiennent une résistance à l'arrachement par rapport au côté sain de 30% à 6 semaines, de 52% à 3 mois et de 81% à 6 mois. Sur le plan histologique, Gerber et al. observent la réapparition du fibrocartilage après le sixième mois et n'observent pas de réapparition du fibrocartilage calcifié.

Uhthoff et al.¹⁷⁵, en 2002, ont étudié, sur 21 lapins, la réinsertion du supraspinatus. Les animaux sont sacrifiés à 8 et 12 semaines pour tester la résistance du tissu cicatriciel et pour l'analyse histologique. A 8 et 12 semaines, les résistances à la rupture sont respectivement de 52% et de 69,4% par rapport au tendon sain. Sur le plan histologique, 8 semaines après la suture, on observe un tendon en cours de cicatrisation avec un fibrocartilage reformé en partie, un début d'arrangement des chondrocytes en colonne et l'apparition de la « tidemark » ou « blue line » de manière discontinue. Au niveau osseux, les fibres de collagène commencent à s'organiser pour se transformer en fibres de Sharpey. A 12 semaines, le tendon est, dans la plupart des cas, entièrement reformé avec une organisation identique au tendon normal. A noter que sur toutes les zones où le tendon n'est pas en contact avec l'os (cartilage, bourse), aucune cicatrisation n'est observée.

St Pierre et al.¹⁶⁷, en 1995, ont comparé, dans une étude in vivo (chèvres), à 6 et 12 semaines, la cicatrisation tendineuse après fixation directe sur l'os cortical et sur l'os spongieux. Les auteurs ont observé que la cicatrisation tendineuse dans les deux groupes était équivalente, tant sur le plan histologique que sur le plan biomécanique. Les auteurs concluent qu'il n'y a pas de bénéfice à réaliser une tranchée osseuse.

Au total, la résistance d'un tendon réparé reste inférieure à un tendon sain. Cette diminution de résistance se fait surtout au niveau osseux par avulsion osseuse.

III. La réparation tendineuse

III. La réparation tendineuse

III.1 Introduction

Les réparations de la coiffe des rotateurs ont fait l'objet de nombreuses études biomécaniques in vivo, ex vivo et in vitro. L'objectif de ces études est de comprendre les points faibles des réparations et donc d'améliorer les techniques, les instruments, les matériaux et les résultats.

Initialement les études concernaient les réparations à ciel ouvert mais rapidement les auteurs se sont intéressés aux techniques arthroscopiques et aux nouvelles technologies qui en découlent. Ces études sont complémentaires et poursuivent le même but : *obtenir une fixation primaire la plus résistante possible pour permettre la cicatrisation tendineuse et la réadaptation précoce.*

France et al.⁶⁷, en 1989, ont évalué la résistance des différents types de fixation du supraspinatus sur des épaules de cadavres. Cette étude montre que la résistance d'un tendon sain est 2 à 3 fois supérieure par rapport aux tendons réparés quelque soit le mode de fixation (double point en « U », renfort osseux et tendineux, agrafes). Un tendon de supraspinatus sain présente une résistance maximale moyenne de 601.85 N avec un écart type de 169.05 N. Ce chiffre est important à retenir pour prendre conscience des enjeux de la réinsertion de ce tendon.

III.2 Les bases biomécaniques

Il existe 3 points de faiblesse au niveau de la zone réparée :

Le fil de suture

La jonction fil de suture-os (suture trans osseuse, ancre)

La jonction fil de suture-tendon liée par le point

III.2.1 Les fils de suture

Les fils de sutures ont été étudiés par Gerber et al.⁷⁹, en 1994. Les fils tressés non résorbables en polyester (Ethibon, Mersuture) et les fils tressés résorbables en polyglactine (Vicryl) et en acide polyglycolique (Dexon) combinent une excellente résistance ainsi qu'une forte raideur. Les fils monofilament résorbables en polyglyconate (Maxon) et en polydioxanone (PDS II) présentent une excellente résistance mais une forte élongation pour des charges moyennes.

Pour mémoire un brin d'Ethibon n°2 se rompt à une tension maximale de 82 N.

Les fils résorbables ont été également étudiés par Barber et al.¹², en 1992, dans une étude in vivo (lapin) dans un contexte synovial inflammatoire. Trois sutures sont testées à 3, 6, 9, 12, 15, 18

semaines (Maxon ; polyglyconate, PDS ; polydioxanone et LTS ; polycaprolactone). Le Maxon perd 33% de sa résistance à 3 semaines et 91% à 6 semaines. Le PDS perd 20% de sa résistance à 3 semaines et 60% à 6 semaines. Ces deux fils ne sont pas testables à 9 semaines. A noter que le LTS conserve 97% de ses propriétés mécaniques à 18 semaines.

Récemment les fils dits « incassables » sont apparus sur le marché et seul, pour le moment, le Fiber Wire a fait l'objet d'études biomécaniques publiées.

Barber et al.¹⁸, en 2003, ont évalué la résistance des fils couramment utilisés. Le FiberWire n°5 (482,7 N) et n°2 (187,9 N) et l'Ethibon n°5 (193,1 N) et n°2 (91,7 N) et le Panacryl n°2 (99,2 N) sont les plus résistants.

Lo et al.¹⁰⁹, en 2004, ont comparé la résistance à l'abrasion de l'Ethibon n°2 et du FiberWire n°2. Ces 2 fils ont été testés sur 5 ancres différentes (Corkscrew 5.0, BioCorkscrew 5.0, BioFastak 3.0, Panalok RC et Panalok 3.5). Dans tous les cas, le FiberWire est plus résistant que l'Ethibon quelque soit l'ancre, l'angle de traction et l'ambiance (sèche ou humide).

Très récemment, Burkhart²⁷ a comparé ces différents fils dans une étude biomécanique in vitro encore non disponible dans la littérature. Il compare le FiberWire (Arthrex), composé de polyéthylène et de polyester, l'Herculine (Conmed Linvatec) en polyéthylène, l'OrthoCord (Mitek), polydioxanone et polyester, le MaxBraid (Biomet Arthrotek), polyéthylène, l'UltraBraid (Smith Nephew), polyéthylène avec ou sans polypropylène et l'Ethibon (Ethicon) en polyester de la même taille (n°2).

<i>Nom commercial</i>	<i>Laboratoire</i>	<i>Composition</i>	<i>Résistance n°2</i>
<i>Fiberwire</i>	<i>Arthrex</i>	<i>Polyéthylène polyester</i>	<i>283+/-21</i>
<i>Herculine</i>	<i>Conmed Linvatec</i>	<i>Polyéthylène</i>	<i>264+/-20</i>
<i>Ultrabraid</i>	<i>Smith Nephew</i>	<i>Polyéthylène+/-Polypropylène</i>	<i>241+/-8</i>
<i>Maxbraid</i>	<i>Biomet Arthrotek</i>	<i>Polyéthylène</i>	<i>237+/-19</i>
<i>OrthoCord</i>	<i>Mitek</i>	<i>Polydioxanone polyester</i>	<i>210+/-15</i>
<i>Ethibon</i>	<i>Ethicon</i>	<i>polyester</i>	<i>128+/-3</i>

Le FiberWire présente une résistance supérieure, un plus faible pourcentage d'élongation et une plus grande sécurité des nœuds.

III.2.2 La jonction fil de suture-os

C'est un des points faibles de la réparation tendineuse qui a fait l'objet de nombreuses études biomécaniques. En effet, les points trans-osseux cèdent par le mécanisme de fil à couper le beurre dans un os souvent ostéoporotique. Dans un premier temps, les chirurgiens ont utilisé des renforts osseux interposés entre l'os et le fil de suture augmentant ainsi la résistance des réparations.

Ainsi, Sward et al.¹⁷⁰, en 1992, ont comparé la résistance de 3 types de suture sur 26 épaules de cadavres. Le point utilisé est celui décrit par Matsen et Arntz, utilisé seul dans le groupe 1, avec un renfort osseux dans le groupe 2 et doublé de points en « U » dans le groupe 3 en plus du renfort osseux. Les meilleurs résultats sont obtenus dans le groupe 3 avec une augmentation de 1,7 fois de la résistance à la rupture.

Les résultats de cette étude ont été confirmés par Gerber et al.⁷⁹, en 1994, qui ont montré, dans une étude in vitro, que sur l'os ostéoporotique, la résistance osseuse était faible quelque soit le mode de fixation (suture trans osseuse ou ancre) et cédait en moyenne à 140 N. L'utilisation d'une plaque de renfort augmentait la résistance à 329 N.

Caldwell et al.³³, en 1997, progressent dans ce concept et confirment, dans une étude in vitro sur 45 épaules de cadavres, que la résistance des sutures trans-osseuses en « U » augmente de façon significative lorsque le pont osseux entre les 2 brins passe de 5 à 10 mm et lorsque la suture est effectuée à distance du sommet de la grosse tubérosité. Ils conseillent de conserver un pont osseux d'au moins 10 mm entre les deux brins, d'éloigner d'au moins 10 mm la suture du sommet de la grosse tubérosité pour s'appuyer sur l'os cortical et d'utiliser, en cas d'ostéoporose, un renfort osseux.

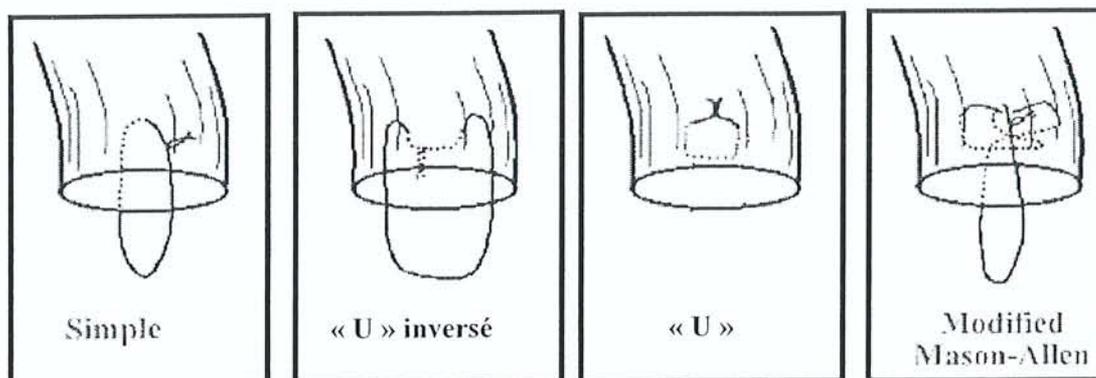
Burkhart et al.³¹, en 1997, ont testé la résistance du supraspinatus réinséré par 3 points trans-osseux d'Ethibond n°2 en configuration simple. Ce montage a été réalisé sur 16 épaules de cadavres congelées et soumis à une charge (180 N) cyclique (33 mm/s) jusqu'à rupture complète. La rupture complète, définie par un espace de 10 mm dans le tendon, est obtenue au bout de 188 cycles. La rupture se fait aux dépens de l'os dans 6 cas, du tendon dans 6 cas, mixte dans 3 cas et du fil dans 1 cas. Dans 7 cas les points trans-osseux s'appuyaient sur l'os cortical et dans 9 cas s'appuyaient sur l'os métaphysaire. Dans le premier groupe (os cortical) 6 réinsertions sur 7 ont cédé par déchirure du tendon et dans l'autre groupe (os métaphysaire) 6 réinsertions sur 9 ont cédé par déchirure de l'os. Dans tous les cas, la rupture itérative débute au centre de la rupture au point appelé point de « tension de surcharge ». En conclusion, la suture tendineuse doit se faire sans tension soit en médialisant la zone de réinsertion, soit en utilisant une suture de type « margin convergence » dans les ruptures en « U ». De plus la suture trans-osseuse doit s'appuyer sur l'os cortical.

Depuis l'avènement de l'arthroscopie, sont apparues les ancres qui sont proposées comme une

alternative au point trans osseux. L'utilisation des ancres en arthroscopie est inévitable. La comparaison entre ancras et points trans-osseux fait l'objet d'un chapitre ci-dessous.

III.2.3 La jonction fil de suture-tendon

Les principaux points utilisés actuellement sont le point simple, le point en « U », le point en « U » inversé, et le point de Mason Allen modifié.



Gerber et al.⁷⁹, en 1994, ont comparé 9 types de fixation tendineuse, in vitro, sur 159 infraspinatus de moutons utilisant de l'Ethibond n°3. Les points simples, doublés ou quadruplés, présentaient une résistance faible et cédaient respectivement à 184 et 208 N. Le point de Mason Allen modifié améliorait la résistance à 359 N lorsqu'il était doublé. Cette étude préconise donc l'utilisation du point de Mason Allen modifié.

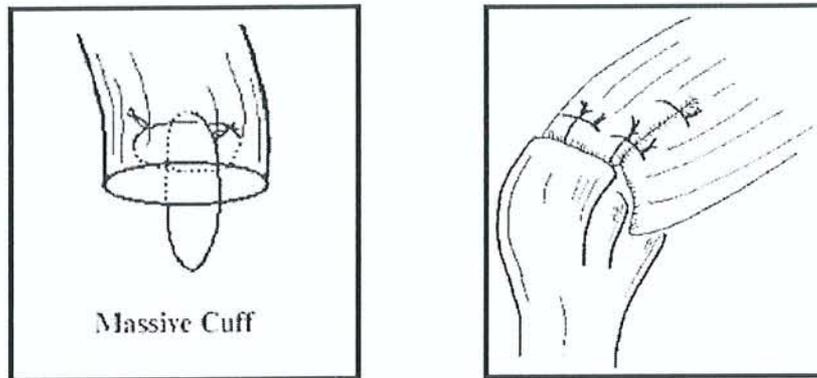
Dans une autre étude, en 1999, Gerber et al.⁸⁰, confirment leurs conclusions et précisent que le point de Mason Allen modifié n'engendre pas plus de nécrose tendineuse que les autres points.

Burkhart et al.³⁰, en 1996, ont comparé la résistance entre 2 types de réinsertion tendineuse : le double point simple et le point en « U ». La réparation par double point simple est significativement plus solide que le point simple en « U » (189.62 N contre 135.71 N). Les points simples cèdent par déchirure tendineuse et les points en « U » par déchirure de l'os.

Schneeberger et al.¹⁵⁵, en 2002, ont testé, in vitro, la résistance mécanique de la réparation arthroscopique de coiffe de cadavres selon deux configurations (le point en « U » et le point de Masson Allen modifié). Le point de Masson Allen modifié réalisé par arthroscopie n'est pas supérieur, en terme de résistance, au point en « U ».

Plus récemment, Ma et al.¹¹², en 2004, proposent un nouveau point plus facile à effectuer sous

arthroscopie que le point de Masson Allen modifié. Dans une étude biomécanique *in vitro* utilisant des tendons de moutons, la résistance de 4 types de points est comparée : le point simple, le point en « U » inversé, le point de Mason Allen modifié et le point de coiffe massive. Le point de coiffe massive associe deux points simples perpendiculaires et donc paraît plus facile à effectuer par arthroscopie. Les résultats montrent une supériorité statistiquement significative des points de Mason Allen et de coiffe massive (246 N / 233 N). Il n'existe pas de différence entre les points simples et en « U » inversés. Les auteurs préconisent l'utilisation de ce nouveau point notamment lorsque la réparation associe margin convergence et suture directe.



Massive Cuff

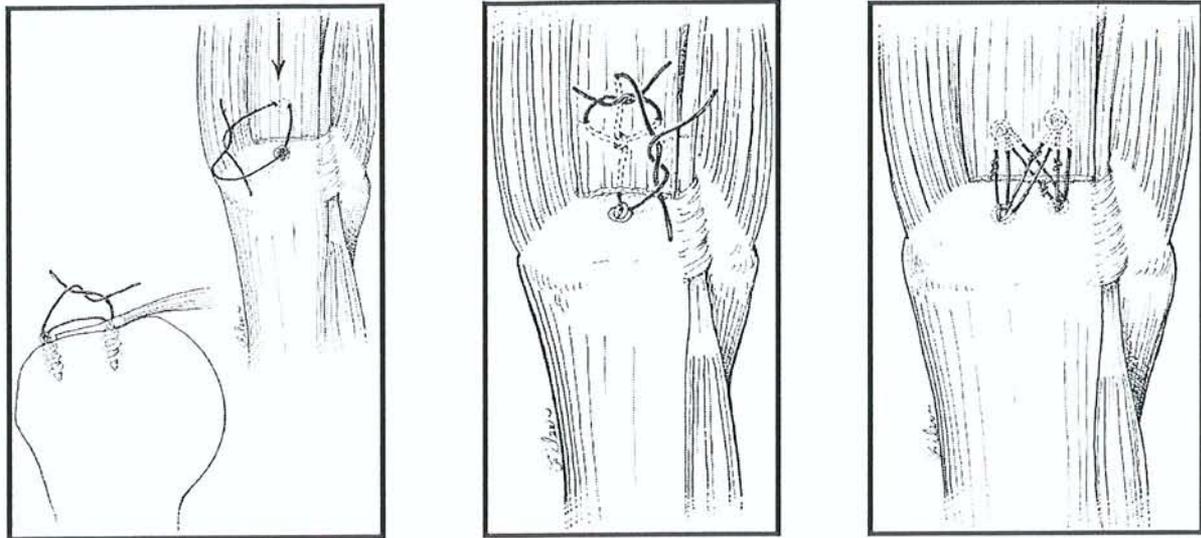
Point de coiffe massive

Boileau²³, dans sa série de réparations de coiffes sous arthroscopie, utilise le point en « U » inversé en configuration dite du « haubanage » et obtient de bons résultats cliniques et anatomiques.



Le haubanage de Boileau

Millett et al.¹²⁸ proposent une technique innovante de fixation de la coiffe utilisant le principe du double rang. Cette technique nécessite l'utilisation de deux ancrés au minimum et consiste à plaquer la coiffe au foot print en nouant les fils de chaque ancre entre eux.



Les trois types de fixation selon Millett

Les nouveaux points mis au point par Lafosse¹⁰², même s'ils n'ont pas fait l'objet d'étude biomécanique, présentent un intérêt supplémentaire, celui de s'autobloquer permettant de descendre le nœud sans perdre de la tension. Il s'agit du « Lasso Loop » qui peut être soit simple, soit en « U » (fig 1). Il existe une variante à ce nœud utilisée pour la suture bord à bord de type « margin convergence » (fig 2).

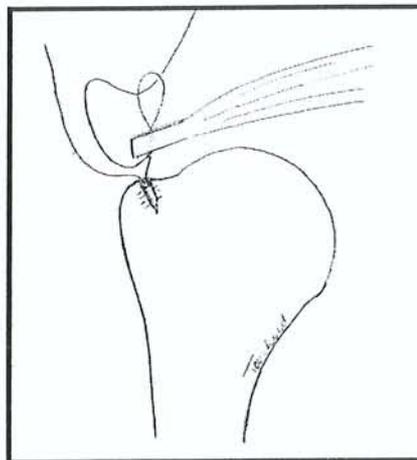


fig 1 : Lasso loop de Lafosse

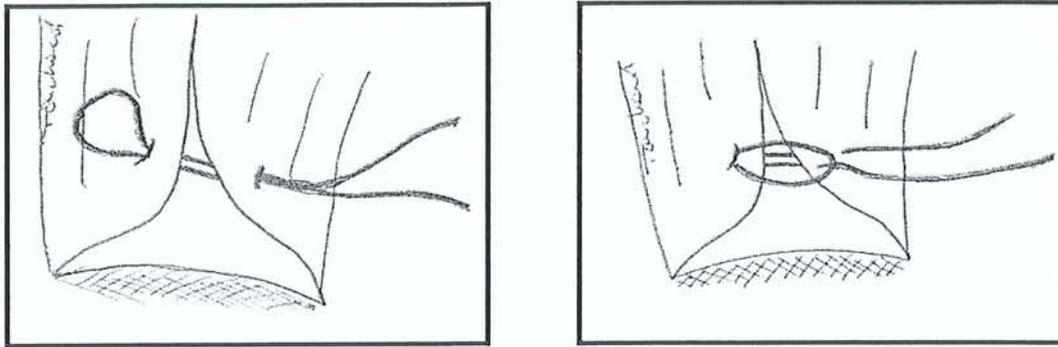


fig 2 : Lasso loop pour margin convergence

III.3 Comparaison des réparations par ancrs et par sutures trans osseuses

III.3.1 Aspect quantitatif : la résistance

Faut-il utiliser des ancrs ou des sutures trans-osseuses pour réinsérer une coiffe ? Aucune étude n'a permis de prouver que les sutures trans-osseuses étaient supérieures en terme de résistance aux sutures par ancrs.

Hecker et al.⁹⁰, en 1993, dans une étude cadavérique sur épaules congelées, ont comparé la résistance des réparations par sutures trans-osseuses (Dacron n°1) et par ancrs non résorbables (TAG Wedge et TAG Rod). Dans cette même étude, ils comparent ces 2 ancrs en polyacetal à une ancre métallique (Mitek GI). Ils ne retrouvent pas de différence significative entre les différents montages et concluent que l'utilisation des ancrs est une alternative aux réparations conventionnelles par suture.

Craft et al.¹⁵, en 1996, ont comparé la résistance de la réparation de supraspinatus et d'infraspinatus d'épaules de cadavres par sutures trans-osseuses et par différentes ancrs (Biomet Harpoon 3.2, Revo screw 4.0mm, Mitek Super anchor et Statak 5.2mm). Le fil utilisé est un polyester tressé n°2. Le point en « U » a été utilisé pour chaque réparation et chaque réparation comportait soit 2 ancrs identiques, soit 2 points en « U ». Les auteurs concluent que la réparation par ancre est équivalente, en terme de résistance, à la réparation par suture trans-osseuse.

Reed et al.¹⁴⁸, en 1996, ont comparé la résistance mécanique du supraspinatus réinséré soit par sutures trans-osseuses, soit par l'intermédiaire d'ancres. Cette étude, *in vitro*, a été réalisée sur 18 épaules de cadavres congelées (2 groupes de 9). Les sutures trans-osseuses, en « U », au nombre de 3, ont été effectuées avec un fil tressé non résorbable n°2. Dans l'autre groupe, les tendons sont réinsérés avec le même type de fil et selon la même configuration sur 3 ancrs Statak. Les conclusions sont

statistiquement significatives. Les sutures par ancrés sont plus solides que les sutures trans-osseuses (261 N contre 194 N). Les sutures trans-osseuses cèdent toutes au niveau de l'os par le mécanisme du fil à couper le beurre. Les sutures par ancrés cèdent par rupture du fil à distance de l'ancré (7 cas), dans 1 cas l'ancré est arrachée et dans 1 cas le tendon déchire. Les auteurs préconisent le placement des ancrés à proximité du cartilage articulaire, à 90° de l'axe de traction et d'enfourir l'ancré sous la surface de l'os.

Burkhardt et al.²⁹, en 1997, ont testé la résistance du supraspinatus réinséré par 3 ancrés Mitek RC utilisant un fil d'Ethibond n°2 en configuration simple, les ancrés étant placées à 8mm du cartilage articulaire. Ce montage a été réalisé sur 16 épaules de cadavres congelées et soumis à une charge (180 N) cyclique (33 mm/s) jusqu'à rupture complète. Toutes les sutures cèdent par déchirure du tendon sauf une qui combine déchirure du tendon et expulsion d'une ancresse. Dans le groupe des sujets de moins de 45 ans (8 épaules) la rupture est obtenue après 478 cycles contre 91 cycles dans le groupe des sujets de plus de 45 ans. Cette différence est statistiquement significative. Cette étude a été comparée à la précédente³¹ réalisée dans les mêmes conditions et permet de conclure que la fixation par ancrés du tendon à l'os est plus solide que la fixation par suture trans-osseuse et que l'utilisation des ancrés transfère le point faible de l'os au tendon.

Plus récemment, Chhabra et al.³⁷, dans une étude in vitro, comparent 4 types de réinsertion : la réinsertion trans-osseuse, la réinsertion par ancresse avec 1 fil par ancresse, la réinsertion par ancresse avec 2 fils par ancresse et la réinsertion par dispositif vissé à travers la coiffe. Les résultats sont supérieurs en terme de résistance avec les réparations par ancresse avec 2 fils par ancresse.

Les deux seules études ne permettant pas de démontrer la supériorité des ancrés sont celle de Gerber et al.⁷⁹ en 1994, et celle de Rossouw et al.¹⁵², en 1997.

Gerber et al. ont montré que la réinsertion par 2 ancrés Mitek GII cède à des charges faibles d'environ 142 N +/-44 N, comparée à la réparation trans-osseuse sans renfort (146 N +/-41 N) et avec renfort osseux (329 N +/-).

Rossouw et al. ont comparé la résistance des réparations trans-osseuses et des réparations par ancrés. Le fil utilisé est tressé non résorbable (Surgibond) et l'ancresse utilisée est la Mitek GII. L'ancresse est positionnée de 3 façons : dans une tranchée osseuse au sommet de la grosse tubérosité, dans l'os cortical à 25 mm du sommet de la grosse tubérosité à 90° et à 45° par rapport à la corticale. La résistance à l'arrachement des ancrés placées en os cortical est significativement supérieure. Cependant les tests cycliques ont cédé à des charges faibles. Les auteurs concluent que la réparation par ancresse n'est pas supérieure à la réparation conventionnelle.

Au total, les ancrés semblent plus résistantes que les sutures trans-osseuses et l'utilisation des ancrés

transfère le point faible de la réparation de l'os au tendon. Cette hypothèse, soulevée par Burkhart et al.²⁹, est confirmée dans une étude récente de Cummins et Murell¹⁷, en 2003, qui ont présenté une révision de 342 coiffes réparées à ciel ouvert. Le but de cette étude était d'identifier le mode de rupture itérative et donc de déterminer le point faible des réparations. La technique opératoire standardisée utilisait les ancrés Mitek Rotator Cuff QuickAnchors et Arthrotek Collarless Harpoon 3.2 et un fil tressé en polyester non résorbable type Ethibon n°2 dans la configuration en « U ». Sur les 342 épaules opérées, 22 (6%) ont été réopérées à un délai moyen de 7,7 semaines (1-35). Dans 19 cas, les auteurs ont constaté une déchirure du tendon par la suture. Dans 2 cas, il existait une rupture nouvelle à distance de la réparation et dans 1 cas l'ancre a été arrachée de l'os. Les auteurs ont constaté que les ruptures itératives étaient plus grandes que les ruptures initiales et que la qualité et la mobilité des tendons diminuaient. De plus, 81 patients ont eu un contrôle radiographique montrant que la totalité des ancrés implantés était dans l'os. Les auteurs concluent que, dans cette configuration, le point faible se situe à la jonction suture-tendon.

III.3.2 Aspect qualitatif : le double rang

L'utilisation d'ancres pour la réinsertion de la coiffe ne permet pas de restaurer une surface de contact suffisante entre le tendon et l'os. Aprelava et al.⁶ ont publié une étude anatomique comparant la surface de contact entre le tendon du supra-spinatus et l'os après 4 modes de réinsertion. Il s'agit d'une étude cadavérique. Les 4 modes de fixation étudiés sont : la suture trans-osseuse simple, la suture trans-osseuse en « U », la suture simple sur ancre et la suture en « U » sur ancre. Les conclusions sont surprenantes. Aucun mode de fixation ne permet de restituer la surface originale du supraspinatus et la surface la plus importante est obtenue avec la suture simple trans osseuse. Ce mode de fixation permet de restituer 85+/-10% de la surface originale. Les autres modes de fixation obtiennent seulement 67+/-10% pour la suture trans-osseuse en « U », 67+/-7% pour la suture simple sur ancre, et 66+/-7% pour la suture en « U » sur ancre.

Cette étude est confirmée par celle de Park et al.¹⁴⁰ qui montre que la réparation trans-osseuse permet d'obtenir la plus grande surface de contact entre os et tendon et une pression plus importante à l'interface par rapport à la suture par ancre simple ou en « U ».

Warren¹⁷⁹, en 2001, dans une étude biomécanique, in vivo, sur épaule de chèvre, a montré qu'en augmentant la surface de contact entre os et tendon, en multipliant le nombre d'ancres par deux, (2 et 4), on améliorait la résistance à l'arrachement du tendon cicatrisé à 4 et 8 semaines post opératoires. Mais cette augmentation n'était pas statistiquement significative.

Pour augmenter la surface de contact entre os et tendon et rétablir un « foot print » anatomique certains auteurs préconisent une réinsertion en double rang.

Lo et Burkhart¹⁰⁸, en 2003, ont présenté une note technique sur la réparation de coiffe avec une configuration en double rang sur ancrés BioCorkscrew 5.0. Les auteurs pensent que les réparations simple rang ne permettent pas de restituer l'anatomie normale du « footprint ». La réparation en double rang augmenterait la surface de contact entre le tendon et l'os et, de ce fait, améliorerait la cicatrisation.

De même, Millet et al¹²⁸, en 2004, décrivent une technique chirurgicale originale de réinsertion en double rang dans le but d'augmenter la résistance primaire des réparations et d'augmenter la surface de contact entre l'os et le tendon.

Les auteurs ne proposent pas de contrôle anatomique des coiffes réparées. Cependant il semble que les réparations en double rang soient plus résistantes et plus favorables à la cicatrisation tendineuse que les autres types de réparations.

Meier et Manigrasso¹¹⁸, en 2004, ont comparé la résistance de la réparation de coiffes de cadavres selon 3 configurations : Simple rang sur ancre, simple rang trans osseux et le double rang sur ancre. Chaque montage est soumis à une traction cyclique de 180 N. Le montage en double rang est statistiquement plus résistant que les deux autres. Le montage simple rang est statistiquement plus résistant que la suture trans-osseuse. Les auteurs concluent à la supériorité du montage double rang en terme de résistance, d'augmentation de la surface de contact os-tendon et donc d'amélioration de la cicatrisation tendineuse.

La même année, ElAttrache et al⁵⁶, dans une étude biomécanique in vitro, ont montré que la réinsertion sur ancre en double rang présentait une résistance et une raideur statistiquement supérieure à une réinsertion en simple rang. Hassan et Stevens⁸⁸ et Ma et al.¹¹¹ obtiennent exactement les mêmes conclusions sur la supériorité du montage double rang.

De plus, Meier et al.¹²¹, dans une étude in vitro, montrent que la réinsertion en double rang restitue 100% de la surface originale du supraspinatus. Ils montrent également que la réinsertion sur simple rang ne restitue que 46% de la surface originale et que les point trans osseux obtiennent 71%. Dans une autre étude, Meier et Manigrasso¹¹⁹ montrent que la réparation en double rang est le montage le plus rigide, par rapport aux autres types de réparation tendineuse (suture trans osseuse, simple rang sur ancre), c'est-à-dire qui autorise le moins de mouvements à l'interface os tendon. Les auteurs concluent que cette rigidité est plus favorable à la cicatrisation tendineuse.

Plus récemment, lors du dernier congrès de la SECEC, deux nouvelles études biomécaniques vont en faveur du double rang. Celle de Alexander et al.¹²⁰, qui retrouvent une supériorité mécanique du double rang par rapport au simple rang et à la suture trans osseuse et celle de Meier et Manigrasso¹²⁰ qui rapportent les mêmes conclusions.

D'un point de vue clinique et anatomique, la réparation en double rang n'a pas encore fait la preuve de son efficacité. En effet, les premiers résultats cliniques et anatomiques permettant de comparer les deux techniques sont discordants.

Le symposium de la SFA 2004⁶⁶ n'a pas permis de mettre en évidence de différence statistiquement significative entre les réparations en simple rang et les réparations en double rang, sur les résultats anatomiques ou cliniques.

Pour Sugaya et al.¹⁶⁹, il existe une supériorité du double rang. Les auteurs proposent une étude comparative, sur les résultats cliniques et iconographiques (IRM), entre les réparations par simple rang (41 cas) et les réparation par double rang (42 cas). Sur le plan clinique, il n'existe pas de différence significative. Sur le plan anatomique, les résultats sont significativement meilleurs en faveur de la réparation en double rang. Ils obtiennent 46.3% de coiffe anatomique avec les réparations simple rang et 69% avec les réparations double rang.

III.4 Les ancrs

III.4.1 Description et caractéristiques

Les ancrs métalliques sont en titanes et les ancrs résorbables sont composées de polymères différents dont les abréviations sont les suivants :

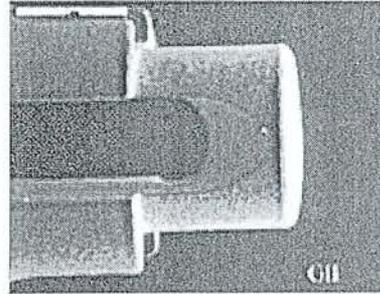
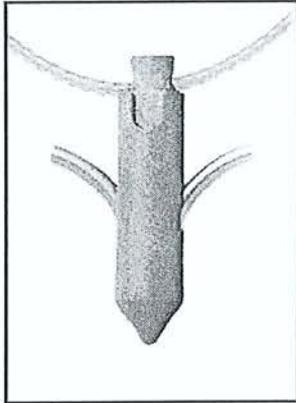
- PGA=polyglycolic acid
- PLA=polylactic acid
- PLDLA=poly D,L-lactic acid
- PLLA=poly L-lactic acid

III.4.1.1 Les ancrés impactées

Elles nécessitent systématiquement un préperçage avant leur impaction.

III.4.1.1.1 Métalliques

III.4.1.1.1.1 Mitek GII



Il s'agit d'un des premiers implants disponibles pour la réinsertion tendineuse. La Mitek GII est disponible avec de l'Ethibond, du Panacryl ou de l'Orthocord. L'envergure de l'ancre ou longueur des arcs fait 7,8 mm pour un diamètre de 2,4 mm.

La résistance à l'arrachement sur fémur de porc en pounds^{15: 16} est égale à :

En os diaphysaire = 95/105 pd soit 422/467 Newton

En os métaphysaire = 43/66 pd soit 191/293N

En os spongieux = 82/105 pd soit 365/467N

Cette ancre présente un défaut majeur au niveau de son œillet. En effet, l'axe autour duquel le fil coulisse présente un faible rayon de courbure et devient tranchant à la traction entraînant la rupture de la suture, quelque soit l'orientation de la traction. La rupture d'un fil d'Ethibon n°2 survient entre 0.8 et 10.8 cycles¹⁹.

Meyer et al.¹²⁵ ont observé que la rupture d'un fil d'Ethibon n°2 survenait à 110 N lorsque la traction était en dehors de l'axe de l'œillet et Carpenter et al.³⁵ constatent que dans 46% des tests le fil se rompt.

Dans ses études, Barber et al.^{15: 16} notent 27% à 33% de ruptures de la broche métallique, qui remplace le fil dans les tests de résistance à l'arrachement, mais il n'est pas précisé si cette rupture survient au niveau de l'œillet.

Dans une autre étude, in vivo, Barber et al.¹¹ montrent que cette ancre présente une résistance constante dans le temps et que le mode de défaillance est la rupture du fil (non résorbable n°2) dans tous les cas.

III.4.1.1.1.2 Mitek Super Anchor GIV

La Mitek GIV se différencie de la GII par l'existence de 2 ailettes supplémentaires. Son diamètre est supérieur à la GII (2,8 mm) et la longueur des arcs est identique. Il s'agit d'une ancre polyvalente.

La résistance à l'arrachement sur fémur de porc en pounds^{15; 16} est égale à :

En os diaphysaire = 106/115 soit 471/511 N

En os métaphysaire = 77/103 pd soit 342/458 N

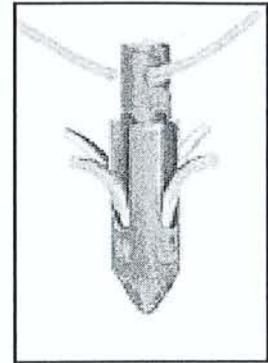
En os spongieux = 48/71 pd soit 213/316 N

L'angle de traction le plus défavorable est à 45° dans l'axe de l'œillet. La rupture d'un fil d'Ethibon n°2 survient alors à 142 N¹²⁵.

Barber et al.^{15; 16} notent que la rupture de la broche métallique, qui remplace le fil de traction dans les tests, survient entre 0 et 32%.

Shall et Cawley¹⁵⁹ retrouvent 12.2% d'expulsion de l'ancre et 71.14% de rupture du fil.

De même, Craft et al.⁴⁵ retrouvent 20% d'expulsion de l'ancre et 80% de rupture du fil. La résistance de l'ancre est en moyenne de 210.4 N.



III.4.1.1.1.3 Mitek Rotator Cuff Anchor

La Mitek RCA a été exclusivement conçue pour la réparation de la coiffe. Son diamètre est identique à la GIV mais la longueur des arcs est supérieure pour s'adapter au caractère spongieux de l'épiphyse humérale (10.2 mm).

La résistance à l'arrachement sur fémur de porc en pounds¹⁶ est égale à :

En os diaphysaire = 98 pd soit 436 N

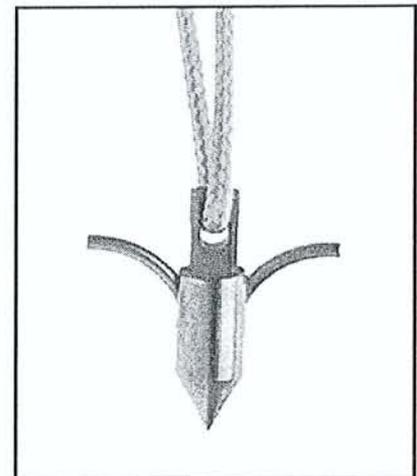
En os métaphysaire = 92 pd soit 409 N

En os spongieux = 71 pd soit 316 N

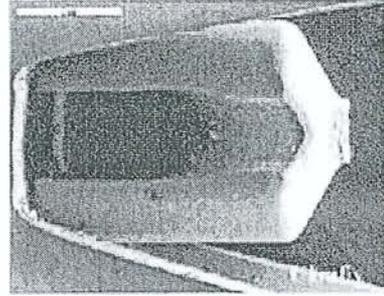
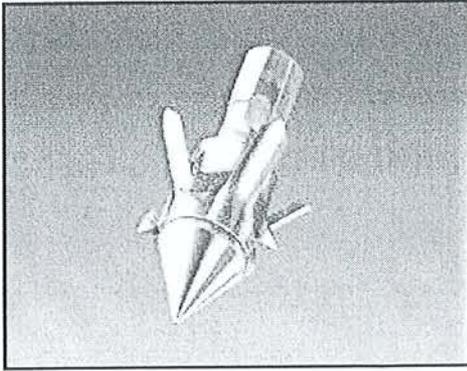
L'angle de traction le plus défavorable est à 45° dans l'axe de l'œillet. La rupture d'un fil d'Ethibon n°2 survient alors à 147 N¹²⁵.

Schneeberger et al.¹⁵⁵ retrouvent 80% de ruptures du fil à l'œillet et 20% d'expulsion de l'ancre. La résistance de l'ancre, lors des tests cycliques, est de 130 N (125-150).

Barber et al.¹⁶ constatent que dans 17% des tests la broche métallique qui remplace le fil de traction est sectionnée.



III.4.1.1.1.4 Linatec Ultrafix RC 2.9



Il s'agit d'une petite ancre conçue pour la réparation de la coiffe. Les ailettes sont repliées dans l'ancillaire et se déplient au moment de son insertion.

La résistance à l'arrachement sur fémur de porc en Pound¹⁴ est égale à :

En os diaphysaire = 139 pd soit 619 N

En os métaphysaire = 120 pd soit 534 N

En os spongieux = 124 pd soit 552 N

L'Ultrafix RC est très sensible à l'orientation de la traction et obtient de bon résultat seulement lorsque la traction se situe dans l'axe de l'ancre. La rupture d'un fil d'Ethibon n°2 est obtenue au bout de 128 cycles dans l'axe contre 10 cycles dès que l'axe de traction change.

III.4.1.1.1.5 Linatec UltrafixMiniMite 2.3

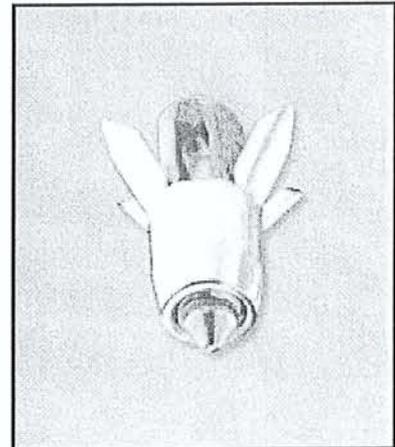
Il s'agit du même principe que la 2.9.

La résistance à l'arrachement sur fémur de porc en Pound¹⁴ est égale à :

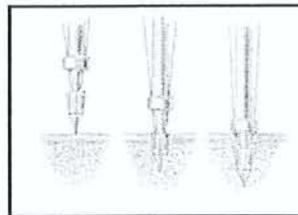
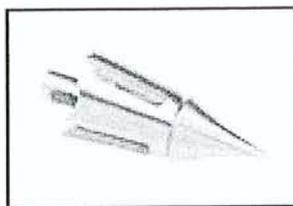
En os diaphysaire = 114 pd soit 507 N

En os métaphysaire = 92 pd soit 409 N

En os spongieux = 90 pd soit 400 N



III.4.1.1.6 Arthrotek Biomet Harpoon 3.2 et Umbrella Harpoon 3.2



Elle a l'avantage de ne pas nécessiter de préperçage. Les ailettes se déploient une fois que l'ancre est impactée.

La résistance à l'arrachement sur fémur de porc en Pound^{14, 15} est égale à :

En os diaphysaire = 69/51 pd soit 307/227 N

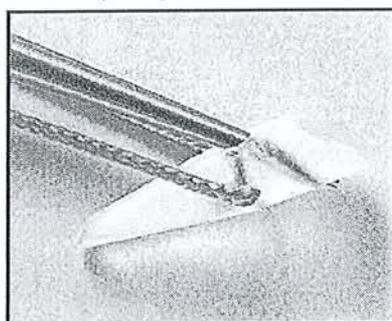
En os métaphysaire = 47/45 pd soit 209/200 N

En os spongieux = 40/50 pd soit 178/222 N

Dans l'étude de Craft et al.⁴⁵, la Harpoon présente une résistance moyenne de 213.5 N. Il observe 20% d'expulsion de l'ancre et 80% de ruptures du fil de suture.

III.4.1.1.2 Résorbables

III.4.1.1.2.1 Mitek Panalok RC (PLA)

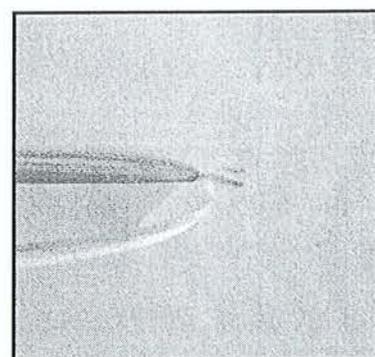


III.4.1.1.2.2 Mitek Panalok RC Dual (PLA)

La Panalok RC Dual a la particularité d'être montée avec 2 fils.

Dans l'étude de Meyer et al.¹²⁴, la résistance à l'arrachement, à 37°C, en os artificiel, est de 142 N¹²⁴. Le mode de rupture est le bris de la suture. Le temps de résistance en heure à une traction de 100 N est de 28 heures. Le mode de rupture le plus fréquent est la rupture de l'œillet.

Lors des tests cycliques, la rupture de l'œillet est constante et survient seulement au bout de 11.2 cycles¹⁰⁹.



Schneeberger et al.¹⁵⁵ retrouvent une résistance moyenne de 145 N (75-175) et n'observent pas de rupture de l'œillet.

C'est l'ancre utilisée par Boileau pour la réinsertion des coiffes sous arthroscopie²³.

III.4.1.1.2.3 Acufex TAG 3.7 Wedge et ROD II (PGA)

Les TAG sont des ancres anciennes en PGA qui ont peu d'intérêt actuellement.

La résistance à l'arrachement sur fémur de porc en pound¹⁵ est égale à :

En os métaphysaire = 12.7 pd/39.4 pd soit 57 N/175 N

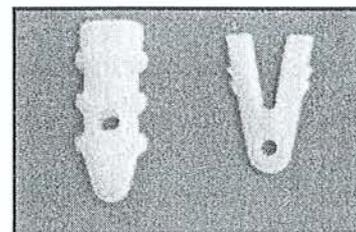
En os spongieux = 17 pd/42 pd soit 76 N/187 N

On reproche à la TAG Wedge des difficultés d'insertion dans l'os cortical avec 23% de casse³⁵.

La résistance à l'arrachement, à 37°C, en os artificiel, est de 149 N (TAG Wedge)/211 N (TAG Rod) et le temps de résistance à une traction de 100 N est de 10 heures (TAG Wedge)/>300 heures (TAG Rod)¹²⁴.

Dans une autre étude¹²³, l'ancre TAG Wedge est testée à 20 C° puis à 37°C. Cette étude montre une perte de 42% de la résistance mécanique de cette ancre à 37°C.

Demirhan et al.⁵², dans une étude in vivo, ont montré que l'ancre TAG Wedge perdait 75% de ses propriétés mécaniques à 3 semaines et concluent que le PGA est un polymère dont la résorption est trop rapide pour cette indication.



III.4.1.1.2.4 Linvatec UltraSorb (PLLA)

Elle est proposée avec 2 fils. Son diamètre maximal est de 3,5 mm pour une longueur de 10 mm.

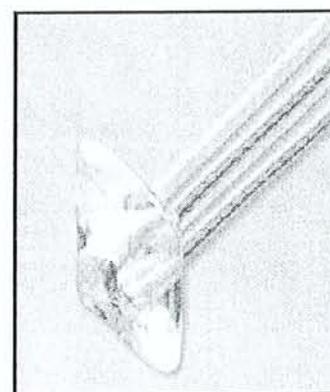
La résistance à l'arrachement sur fémur de porc¹⁸ est égale à :

En os diaphysaire = 251 N

En os métaphysaire = 174 N

En os spongieux = 139 N

Le mode de rupture prédominant est le bris de la suture.



III.4.1.1.2.5 Linvatec Bioanchor 3.5 (PLLA)

Elle a été conçue pour la réparation du bourrelet dans les instabilités.

La résistance à l'arrachement sur fémur de porc en Pound¹⁷ est égale à :

En os diaphysaire = 33 pd soit 147 N

En os métaphysaire = 49 pd soit 218 N

En os spongieux = 29 pd soit 129 N

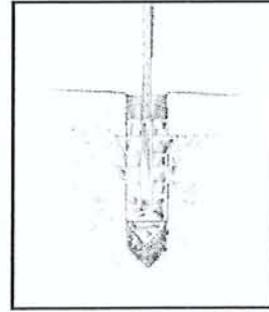
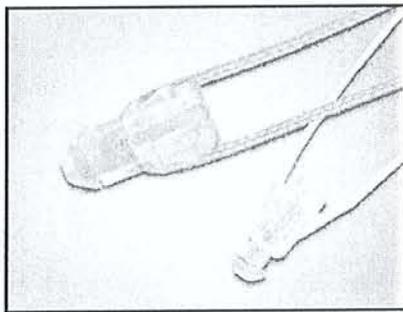
La Bioanchor n'est pas sensible à l'orientation de la traction (œillet mousse) et la rupture de l'œillet n'est pas son point faible¹⁹.

Selon Meyer et al.¹²³, la résistance de la Bioanchor n'est pas influencée par une température de 37°C avec une résistance supérieure à 300 heures à une charge constante de 100 N..

Dans une autre étude, Meyer et al.¹²⁴ retrouvent une résistance moyenne de 213 N et une résistance de 75 heures à une charge de 100 N. La rupture survient alors au niveau de l'œillet.



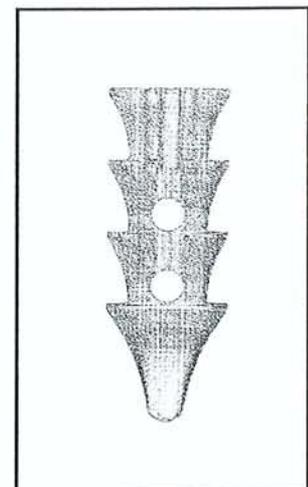
III.4.1.1.2.6 Arthrotek Biomet Biophase 3.0, 2.0 (PLA/PGA)



La résistance à l'arrachement sur os artificiel¹²⁴ est de 124 N. Le temps de résistance à 100 N est faible, de l'ordre de 9 heures. La rupture de l'œillet est constante.

III.4.1.1.2.7 Storz Bioplug 4.2, 5.2 (PDLLA)

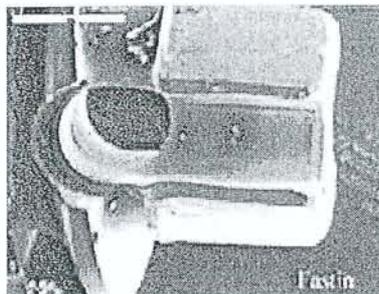
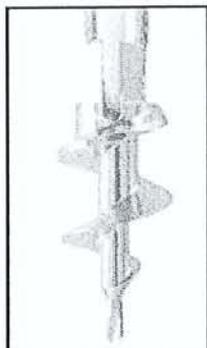
Il s'agit d'un nouvel implant impacté qui apparaît dans la littérature sous le nom de « expérimental prototype »¹²³. On observe l'absence d'influence de la température sur cet implant. La résistance à l'arrachement dans l'os artificiel se situe entre 229 N et 356 N.



III.4.1.2 Les ancrés vissés

III.4.1.2.1 Métalliques

III.4.1.2.1.1 Mitek Fastin RC 5.0



C'est la seule ancre qui présente 2 œillets orientés perpendiculairement l'un par rapport à l'autre.

La résistance à l'arrachement sur fémur de porc en pounds¹⁷ est égale à :

En os diaphysaire = 97 pd soit 432 N

En os métaphysaire = 101 pd soit 449 N

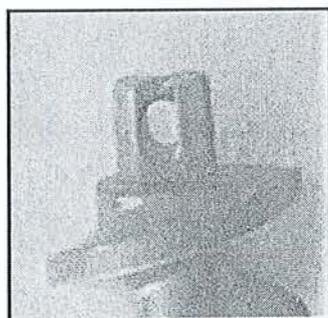
En os spongieux = 92 pd soit 409 N

La Fastin RC est très sensible à l'orientation de la traction. En effet, seule la traction dans l'axe donne des résultats acceptables. Dès que l'orientation de la traction change, que ce soit dans le plan de l'œillet ou non, les résultats sont catastrophiques¹⁹. De plus, il existe une erreur de conception flagrante qui consiste à avoir positionner les deux œillets dans deux plans perpendiculaires. En effet, si un œillet est bien positionné dans l'axe de traction de la coiffe alors le second est forcément dans la situation la plus défavorable.

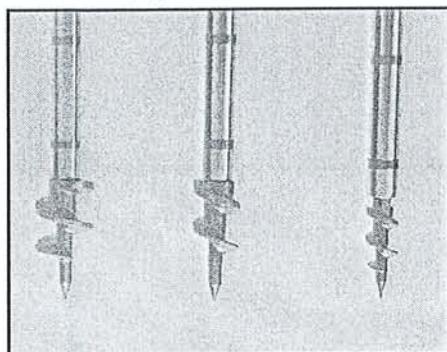
Pour Meyer et al.¹²⁵, l'angle de traction le plus défavorable est à 45°, en dehors du plan de l'œillet.

Dans cette configuration, la rupture d'un fil d'Ethibon n°2 survient alors à 69 N¹²⁵.

III.4.1.2.1.2 Arthrex Corkscrew 3.5, 5, 6.5mm



3.5



5.0

La gamme Corkscrew est homogène. La 3.5 est montée avec 1 fil alors que la 5.0 et la 6.5 sont montées avec 2 fils, les 2 œillets étant côte à côte. Elles sont toutes livrées avec le FiberWire.

La résistance à l'arrachement sur fémur de porc en pounds est respectivement, pour la Corkscrew 3.5 et 5¹⁷, égale à :

En os métaphysaire = 125/151 pd soit 556/672 N

En os spongieux = 100/155 pd soit 445/690 N

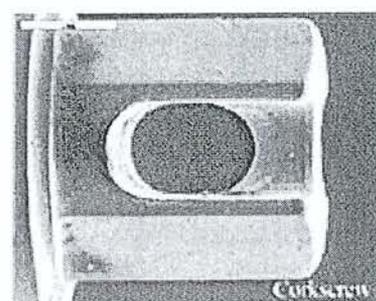
Il n'existe pas de pas de référence bibliographique pour la Corkscrew 6.5.

La résistance du fil (test effectué avec de l'Ethibon n°2) dans l'œillet est intéressante à analyser. Bardana et al.¹⁹ ont montré que dans l'axe de l'ancre, la résistance d'un Ethibon n°2 est excellente (431 cycles pour la 3.5 et 488 cycles pour la 5.0). Lorsque l'angle de traction est à 45°, toujours dans le plan de l'œillet, la résistance du fil est diminuée de plus de la moitié (193 cycles pour la 3.5 et 122 cycles pour la 5.0). Il n'y a cependant pas de différence significative. Si la traction n'est pas dans le plan de l'œillet, alors les résistances s'effondrent (7 cycles pour la 3.5 et la 5.0).

Pour Meyer et al.¹²⁵, la configuration la plus défavorable pour la Corkscrew 3.5 se situe à 45° en dehors du plan de l'œillet (rupture du fil à 165 N), ce qui confirme les données de Bardana et al., alors que pour la 5.0 et la 6.5, elle se situe à 45° dans le plan de l'œillet (rupture du fil à 159 N).

Lo et al.¹⁰⁹ ont montré que même le FiberWire n°2 était soumis aux contraintes des œillets. Dans l'axe de l'ancre il faut 918 cycles pour rompre le FiberWire. Il faut seulement 389 cycles pour le rompre lorsqu'il existe un angle de traction de 45° dans le plan de l'œillet. Il en faut probablement encore moins si on se situe en dehors du plan de l'œillet.

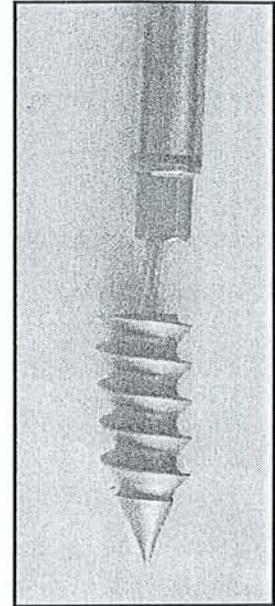
Dejong et al.⁵⁰, dans une étude in vivo, ne retrouvent pas de différence significative entre la Corkscrew et la bioCorkscrew. Il constate que c'est le fil qui se rompt de façon prédominante avec l'ancre métallique.



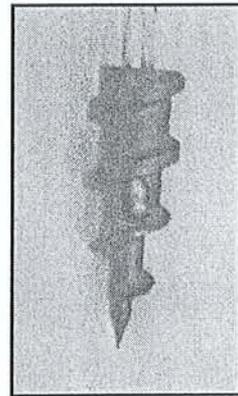
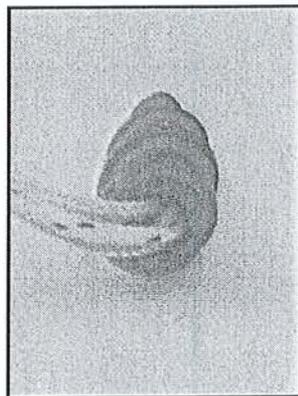
III.4.1.2.1.3 Arthrex Corkscrew FT 5.5

Il s'agit d'une ancre destinée aux tissus ostéoporotiques. Il n'y a pas d'œillet. Celui-ci est remplacé par une boucle de FiberWire. Les deux extrémités de la boucle sont bloquées par un noeud dans un orifice près de la pointe de l'ancre. C'est peut être la solution au problème de rupture du fil sur les œillets métalliques. L'inconvénient de la 5.5 est la nécessité d'un pré perçage.

Cette ancre a été peu diffusée puisqu'elle a été rapidement remplacée par FT II. On ne retrouve pas de références bibliographiques à son sujet.

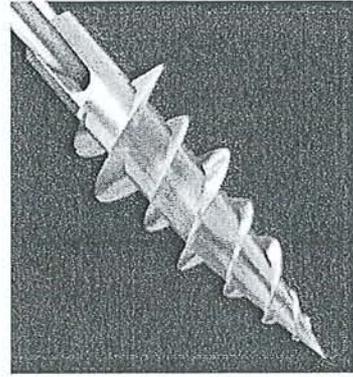


III.4.1.2.1.4 Arthrex Corkscrew FT II 5.5



La FT deuxième du nom est l'évolution de la FT première génération. Elle reprend le concept de la boucle de FiberWire qui lui sert d'œillet et qui n'est pas agressive pour les fils de suture¹⁹. Le design de l'ancre lui permet d'être vissée directement sans pré-perçage. Il s'agit d'une ancre très récente et il n'existe pas pour le moment d'étude biomécanique.

III.4.1.2.1.5 Smith&Nephew TwinFixTi 3.5, 5.0, 6.5



3.5 et 5.0

Le profil de l'ancre a fait l'objet d'un brevet. Il s'agit du double pas de vis facilement reconnaissable par rapport aux autres ancres. Les 2 œillets sont superposés.

La résistance à l'arrachement sur fémur de porc¹⁸ est égale à :

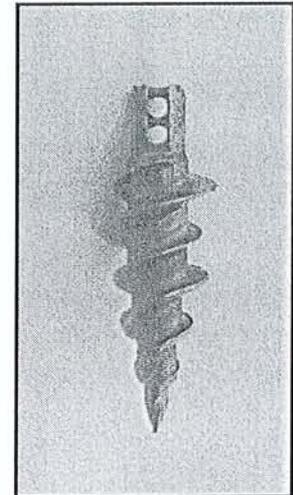
En os métaphysaire = 442 N (3.5)/448 N (5.0)

En os spongieux = 422 N (3.5)/616 N (5.0)

Dans l'étude de Barber et al.¹⁸, sur 29 tests, la TwinFix Ti 3.5 est expulsée de l'os dans 15 cas et le fil de suture se brise dans 14 cas. En ce qui concerne la TwinFix Ti 5.0, sur 5 tests, l'ancre est expulsée de l'os dans 1 cas et le fil de suture se brise dans 4 cas.

Il n'existe pas d'étude spécifique sur l'agressivité de l'œillet et notamment sur le caractère superposé des œillets.

Ces ancres sont disponibles avec l'Ultrabraid.



III.4.1.2.1.6 Linvatec Super Revo Screw 5.0

C'est une ancre simple avec un œillet unique, non caréné, dans lequel tous les fils circulent.

La résistance à l'arrachement dans fémur de porc¹⁸ est égale à :

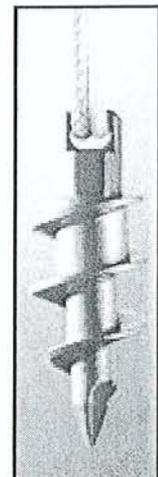
En os diaphysaire = 437 N

En os métaphysaire = 468 N

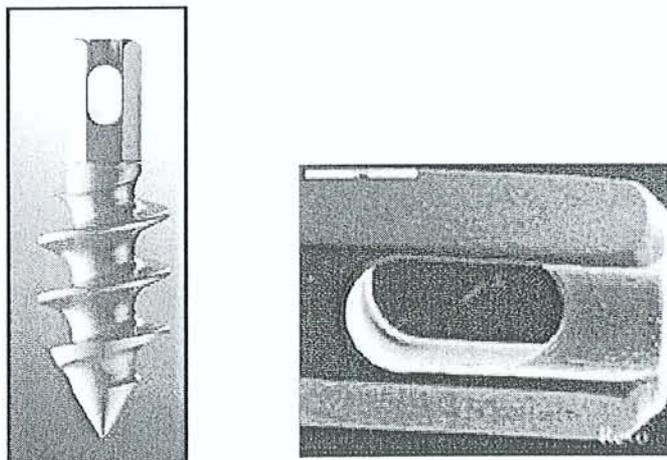
En os spongieux = 448 N

Dans l'étude de Barber et al.¹⁸, sur 46 tests, le fil de suture se brise dans 100% des cas.

La Super Revo est aujourd'hui disponible avec 3 fils qui passent dans le même œillet sous le nom de ThRevo Suture Anchor.



III.4.1.2.1.7 Linvatec Revo Screw 4.0



Contrairement à la Super Revo, la Revo 4.0 présente un œillet caréné dans lequel passe un seul fil.

La résistance à l'arrachement sur fémur de porc en Pound¹⁵ est égale à :

En os diaphysaire = 104 pd soit 462 N

En os métaphysaire = 102 pd soit 454 N

En os spongieux = 104 pd soit 462 N

La Revo screw présente un œillet agressif¹⁹. La rupture d'un Ethibon n°2 est obtenue au bout de seulement 49 cycles lorsque la traction est dans l'axe de l'ancre et diminue à 6 cycles lorsque la traction est à 45° dans le plan de l'œillet.

La configuration la plus défavorable selon Meyer et al.¹²⁵ se situe à 45° en dehors du plan de l'œillet. Un fil d'Ethibon survient alors à 111 N.

Schneeberger et al.¹⁵⁵ confirment le caractère agressif de l'œillet en rapportant 20% d'expulsion de l'ancre et 80% de rupture du fil à l'œillet. La résistance de l'ancre, lors des tests cycliques est de 140 N (125-150).

Craft et al.⁴⁵, retrouvent des résultats similaires, avec des tests statiques. La résistance de l'ancre est mesurée, en moyenne, à 169.9 N et la répartition des modes de ruptures est identique à l'étude de Schneeberger.

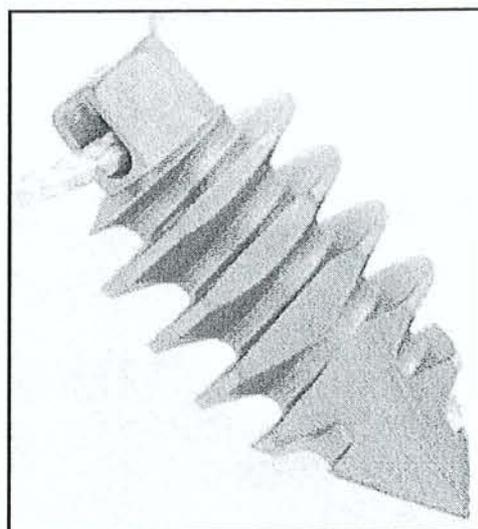
III.4.1.2.1.8 Zimmer Statak 3.5, 5, 5.2.

La gamme des ancrs Statak est homogène. Un seul fil est disponible par ancre.

La résistance à l'arrachement sur fémur de porc en Pound¹⁵ est égale à :

En os diaphysaire = 50/104/135 pd soit 222/463/600 N

En os métaphysaire = 30/129/134 pd soit 133/574/596 N



En os spongieux = 100/237/199 pd soit 445/1054/886 N

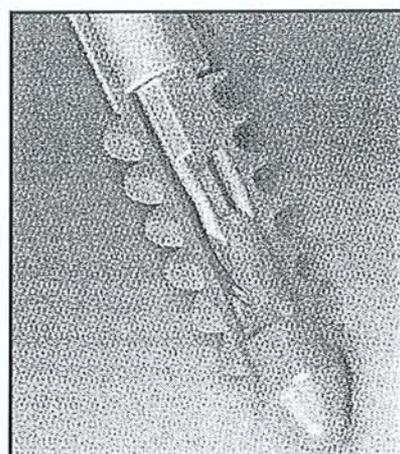
La configuration la plus défavorable se situe, pour la 3.5, en dehors du plan de l'œillet, et pour la 5.0 et la 5.2 dans le plan de l'œillet. Dans ces configurations, la rupture d'un fil d'Ethibon n°2 survient à 135 N pour la 3.5, à 156 N pour la 5.0, et à 177 N pour la 5.2.

Craft et al.⁴⁵ observent une résistance moyenne de 251.3 N pour la Statak 5.2. La rupture du fil de suture survient dans 90% des cas contre 10% d'expulsion de l'ancre.

Dans une étude in vivo, Barber et al.¹¹ retrouvent une résistance constante dans le temps à 136 N. La rupture du fil de suture est constante.

III.4.1.2.1.9 USS SPORTS MEDICINE Herculon 5.0 Anchor

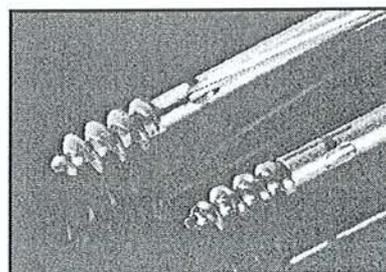
Il s'agit d'un nouvel implant sans référence bibliographique pour l'instant. Les concepteurs insistent sur le fait que les œillets sont mousses et donc non agressifs pour le fil de suture.



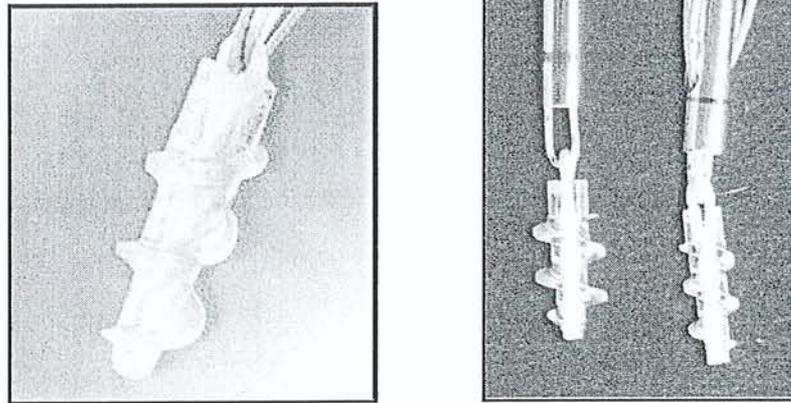
III.4.1.2.2 Résorbables

III.4.1.2.2.1 Mitek SpiraLok 5.0, 6.5 (PLA)

Ancre récente montée avec l'orthocord qui semble intéressante. Elle est actuellement utilisée par Lafosse dans le cadre des réparations de coiffe. Il n'existe pas, pour le moment, de référence bibliographique. Elle nécessite un préperçage avec un pointeau. Elle est disponible avec 2 fils.



III.4.1.2.2.2 Arthrex Bio Corkscrew 5.0, 6.5mm (PLDLA)



La résistance à l'arrachement sur fémur de porc en Newton¹⁸ est égale à :

En os métaphysaire = 222 N (5.0)/181 N (6.5)

En os spongieux = 224 N (5.0)/218 N (6.5)

La résistance à l'arrachement, à 37°C, en os artificiel, est de 237 N et le temps de résistance à une traction de 100 N est de 99 heures (désinsertion de l'œillet)¹²⁴.

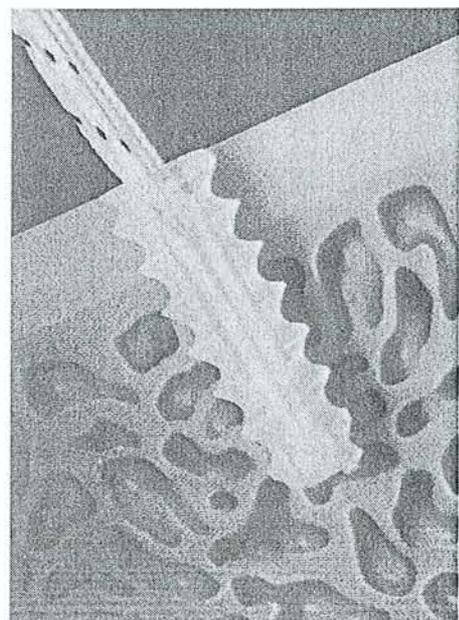
L'originalité de cette ancre est l'absence d'œillet qui est remplacé par un FiberWire serti dans le corps de l'ancre. La BioCorkscrew n'est donc pas sensible à l'orientation de la traction¹⁹ et l'œillet est moins agressif pour la suture^{18, 109}. Par contre, le mode de rupture de cette ancre est constant par désinsertion de la boucle de FiberWire qui lui sert d'œillet^{123, 124}.

La 5.0 a été testée à 20°C et à 37°C dans des conditions similaires (charge constante de 100 N). A 37°C, la BioCorkscrew perd 84% de ses propriétés mécaniques¹²³. Cependant l'étude, *in vivo*, sur 12 semaines, de Dejong et al.⁵⁰, ne retrouve pas de différence significative entre la Corkscrew et la BioCorkscrew en terme de résistance à l'arrachement.

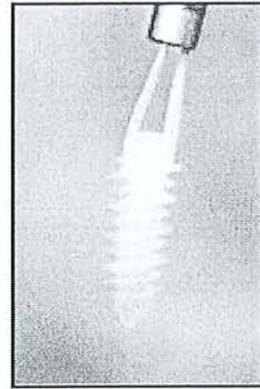
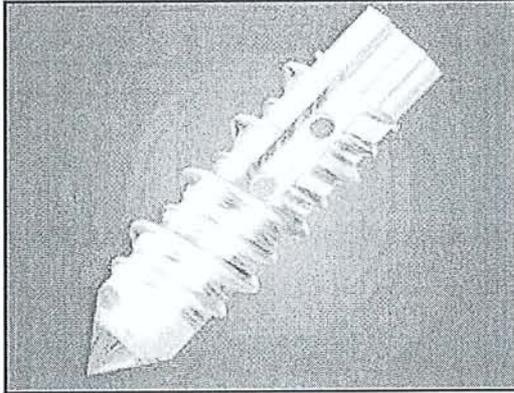
Kelly II⁹⁶ rapporte un cas de rupture itérative, à 6 semaines de la réparation par BioCorkscrew. Il constate, lors du second look, une désinsertion de la boucle de FiberWire qui sert d'œillet.

III.4.1.2.2.3 Arthrex BioCorkscrew FT (PLDLA)

Nouvel implant intéressant conçu pour l'os ostéoporotique. La conception a progressé par rapport à la BioCorkscrew puisque la boucle de FiberWire n'est plus sertie (point faible) mais bloquée par un nœud. Il n'y a pas pour l'instant de référence bibliographique.



III.4.1.2.2.4 Smith&Nephew TwinFix AB 5.0, 6.5 (PLLA)



Le modèle résorbable de la gamme TwinFix reprend le concept du double pas de vis et des 2 œillet superposés.

La résistance à l'arrachement sur fémur de porc¹⁸ est égale à :

En os diaphysaire = 261 N

En os métaphysaire = 485 N

En os spongieux = 456 N

Dans cette même étude, les points faibles de l'ancre sont l'expulsion de l'os et la rupture de l'œillet.

On n'observe pas de bris de la suture.

Ces ancrs sont disponibles avec l'Ultrabraid.

III.4.1.2.2.5 Linvatec Duet Suture Anchor 6.0 (PDLA)

Les 2 œillets sont indépendants et superposés.

La résistance à l'arrachement sur fémur de porc¹⁸ est égale à :

En os diaphysaire = 387 N

En os métaphysaire = 336 N

En os spongieux = 357 N

Le mode de rupture exclusif est le bris de l'œillet.



III.4.1.2.2.6 Arthrotek Biomet Lactosorb / Lactoscrew 3.5, 5.5

La 5.5 est disponible avec 2 fils.

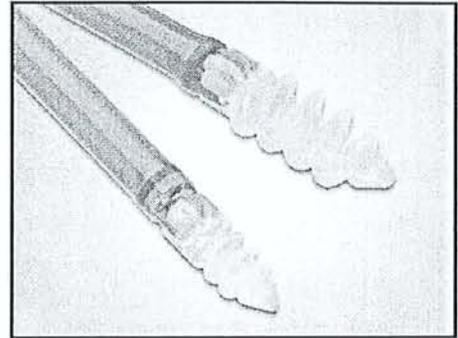
La résistance à l'arrachement sur fémur de porc en Pound^{15: 17} est égale à :

En os diaphysaire = 43 pd soit 196 N

En os métaphysaire = 36 pd soit 164 N

En os spongieux = 32 pd soit 146 N

Le mode de rupture le plus fréquent est la rupture de l'œillet.



III.4.1.2.2.7 Zimmer BioStatak (PLA)

Comme la gamme métallique, la BioStatak n'est disponible qu'avec 1 fil.

La résistance à l'arrachement sur fémur de porc en Pound¹⁷ est égale à :

En os diaphysaire = 69 pd soit 307 N

En os métaphysaire = 71 pd soit 316 N

En os spongieux = 70 pd soit 311 N

La BioStatak présente une excellente résistance à une charge statique de 100 N,

à 37°C. Le mode de rupture se situe au niveau du fil et non de l'œillet. La résistance à l'arrachement est en moyenne de 233 N¹²⁴.

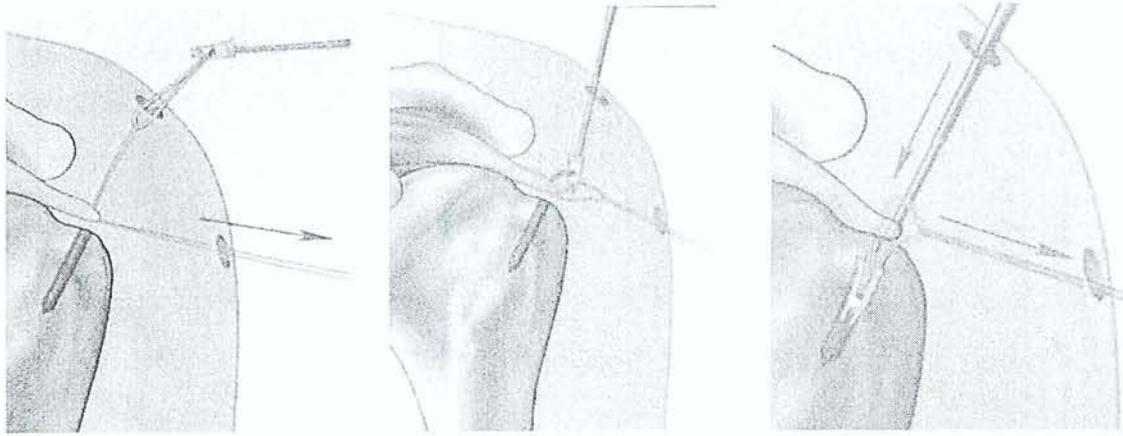
Dans l'étude de schneeberger et al.¹⁵⁵, la résistance moyenne est de 180 N (125-225). Le mode de rupture est soit l'expulsion de l'ancre, soit la rupture du fil de suture.



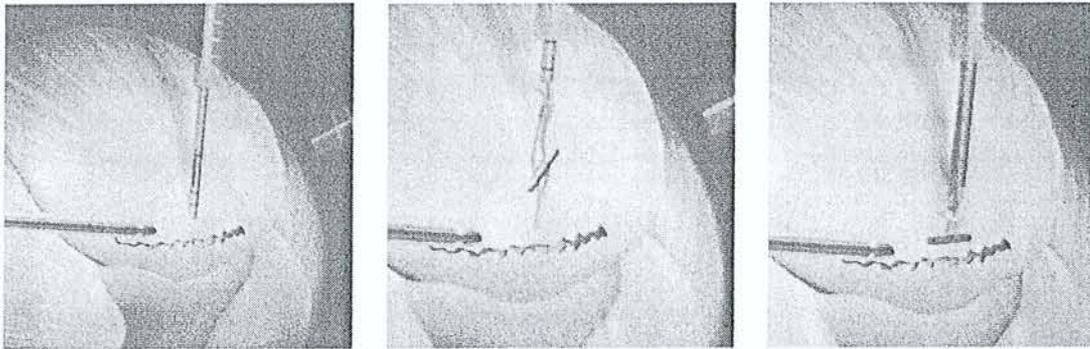
III.4.1.3 Les ancrés sans nœud

Deux types d'ancres sans nœud sont disponibles : Les ancrés impactés sans nœud et les dispositifs tranfixiants la coiffe.

Ces dispositifs sont censés simplifier la procédure chirurgicale



Technique chirurgicale des ancrés sans nœud impactées

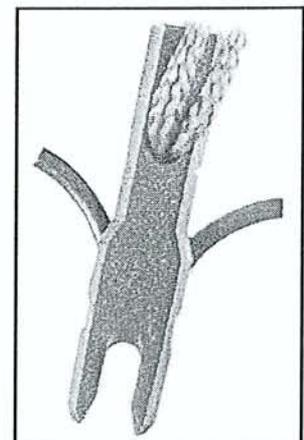


Technique chirurgicale des dispositifs transfixants la coiffe

III.4.1.3.1 Métalliques

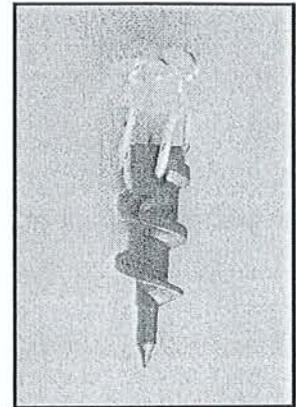
III.4.1.3.1.1 Mitek Knotless suture anchor

La résistance à l'arrachement lors de tests dynamiques effectués sur glènes retrouve de 179 (100-225) N¹⁹² à 650 N¹⁰⁴.



III.4.1.3.1.2 Arthrex Corkscrew parachute

La Corkscrew parachute se compose d'une ancre et d'un bouton de PLA de 8 mm de diamètre reliés entre eux par 4 brins de FiberWire. L'espace entre les deux composants est de 3.5 ou 5 mm en fonction du modèle.

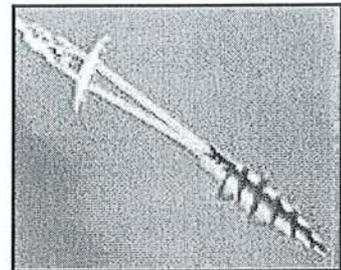


III.4.1.3.1.3 Smith&Nephew Twinfix Ti Quick T 3.5, 5.0

Il s'agit d'une ancre TwinFix 3.5 ou 5.0 selon le modèle montée avec une barrette en Peek-Optima (polymère non résorbable). Un nœud pré-monté assure le serrage.

Il n'y a pas de références bibliographiques disponibles pour le moment.

Il s'agit d'un dispositif intéressant mais aucune étude ne porte sur sa fiabilité. De plus, la plupart des implants transfixiant la coiffe ont des résultats décevants et ne sont pas recommandés pour la réparation de la coiffe.



III.4.1.3.1.4 Opus Medical Magnum

Ce laboratoire propose un concept original de réparation de coiffe automatique.

Le matériel se compose d'une pince automatique permettant le passage d'un point en « U » dans la coiffe (fig 1). Les fils sont insérés dans une deuxième pince qui sert d'ancillaire à l'implant Magnum. L'implant est impacté dans l'os après préperçage puis verrouillé. L'ancillaire de l'ancre comporte une molette qui permet de mettre en tension les fils de suture. Une fois la coiffe ramenée à hauteur du trochiter, le fil est serti dans l'ancre puis coupé (fig 2).



The Magnum Implant

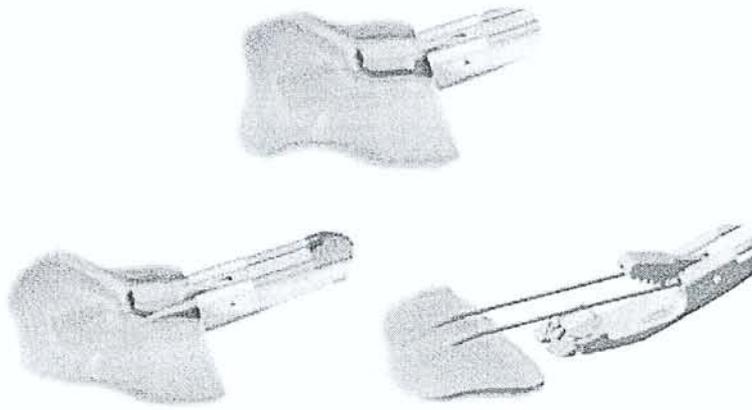


figure 1

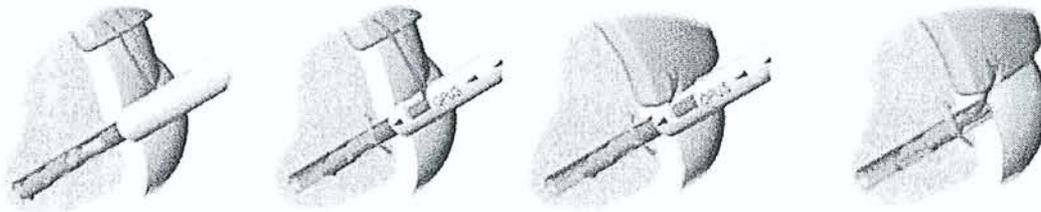


figure 2

Deux études biomécaniques rapportent des résultats intéressants.

La résistance à l'arrachement sur fémur de porc est excellente¹⁸.

En os cortical = 736 N

En os métaphysaire = 509 N

En os spongieux = 510 N

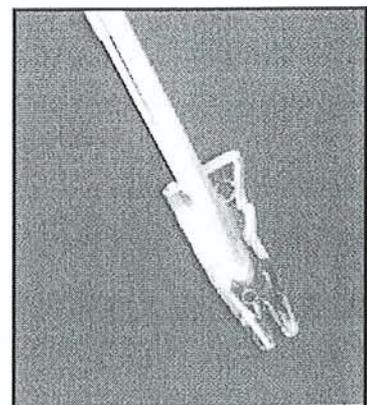
Brown et al.²⁴ obtiennent de bons résultats, comparables aux réparations conventionnelles par ancrés.

L'inconvénient de ce type de matériel est son coût (matériel à usage unique sauf l'ancillaire passe fil).

III.4.1.3.2 Résorbables

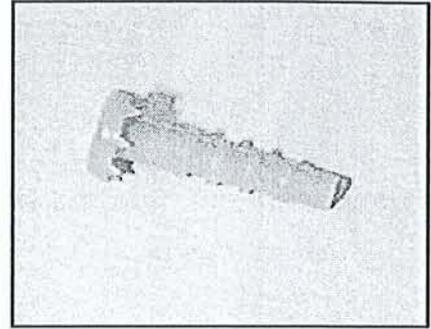
III.4.1.3.2.1 Mitek BioKnotless RC (PLA)

Des résultats décevants ont été rapportés par Brown et al.²⁴.



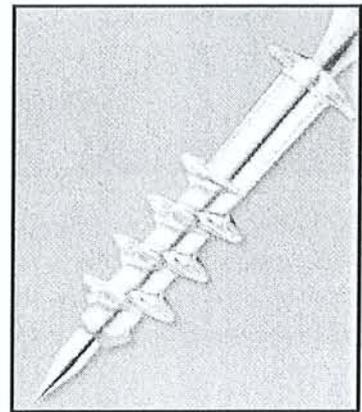
III.4.1.3.2.2 Acufex Suretac (PGA)

Shall et Cawley¹⁵⁹ ont montré que ce type d'implant n'était pas adapté à la réparation de type Bankart. La résistance de l'implant est mesurée à 122 N et dans 94% des cas l'implant est arraché de l'os.

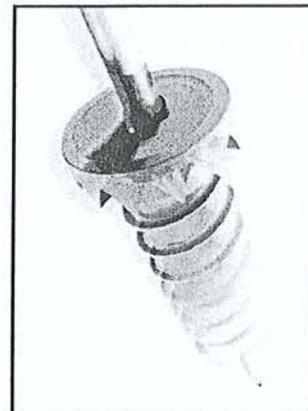
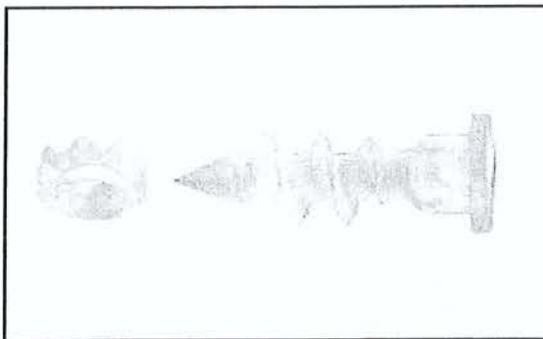


III.4.1.3.2.3 Linvatec Biotwist (PLLA)

L'ancre Biotwist présente des résultats inconsistants. L'étude de Bicknell et al.²¹ retrouve une supériorité en terme de résistance par rapport au suture transosseuse contrairement à Lee et al.¹⁰³ qui déconseillent son utilisation pour réparer les coiffes.



III.4.1.3.2.4 Linvatec BioCuff (PLA)

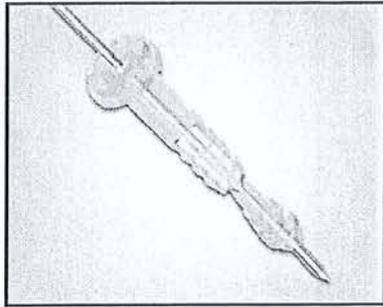
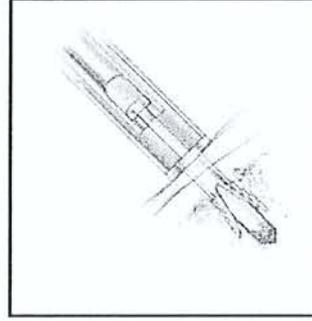
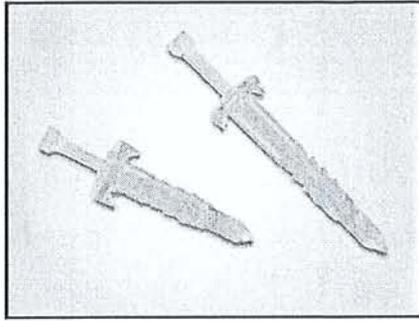


Peu d'études traitent de ce type d'implants transfixiants la coiffe. Cummins et al.⁴⁸ retrouvent une bonne résistance de cet implant comparable à une réparation par suture trans osseuse.

Un des avantages est la présence de la rondelle qui est mobile par rapport au corps de la vis ce qui permet de ne pas blesser la coiffe au moment du serrage.

Cet implant est disponible en 3 longueurs : 22, 28 et 36 mm.

III.4.1.3.2.5 Arthrotek Biomet Arthro-rivet Tack 10 et 15mm



Il n'existe pas pour le moment de référence bibliographique à ce sujet. Il s'agit de véritables rivets qui se dilatent une fois introduit dans l'os. Cet implant existe en canulé.

III.4.2 Quelle ancre utiliser ?

III.4.2.1 Introduction

Les agrafes, qui ont précédé l'apparition des ancrs, n'ont pas fait la preuve de leur efficacité. Les échecs ont été rapportés par Zuckerman et Matsen¹⁹¹ en 1984, France et al.⁶⁷ en 1989, et Shea et al.¹⁶⁰ en 1992 et Gleyze⁸¹ en 1995.

Les ancrs peuvent être utilisées quelque soit la technique chirurgicale (ciel ouvert, mini open, ou arthroscopique). Leur développement s'est accéléré avec l'engouement des techniques arthroscopiques. Comme on l'a vu précédemment, leur résistance est comparable, voire supérieure aux réparations dites conventionnelles. De nombreux laboratoires pharmaceutiques se disputent les marchés de plus en plus demandeurs. Il est difficile de se faire une idée précise sur la qualité du matériel proposé c'est pourquoi elles ont fait l'objet d'un grand nombre d'études biomécaniques.

La littérature internationale fait état d'un nombre impressionnant d'implants disponibles. Beaucoup ont disparus précocement et certains ne sont pas encore disponibles sur le marché européen.

III.4.2.2 Etudes comparatives

De nombreuses études comparatives ont été publiées, au fur et à mesure de l'apparition des nouveaux implants, au cours des dix dernières années. Les principales publications à ce sujet sont celles de Carpenter et al. en 1993³⁵, de Shall et Cawley en 1994¹⁵⁹, de Barber et al. en 1995¹⁵, en 1996¹⁶, en 1997¹⁷, en 1999¹⁴, et en 2003¹⁸, de Demirhan et al. en 2000⁵² de Schneeberger et al. en 2002¹⁵⁵, de Meyer et al. en 2003¹²⁴ et en 2004¹²³, de Cummins et al. en 2003¹⁸, de Dejong et al. en 2004⁵⁰ et de Lee et al. en 2005¹⁰³.

Les principales conclusions qui ressortent de ces études sont :

Les ancrés vissées sont plus résistantes que les ancrés impactées et les ancrés résorbables sont moins résistantes que les autres^{14: 17; 18; 35; 155}.

Pour les ancrés vissées, plus elles sont grosses, plus elles sont résistantes. A l'inverse, pour les ancrés impactées, plus le méchage est gros, moins les ancrés sont résistantes^{15: 16}.

Le mode de rupture le plus fréquent des ancrés résorbables est le bris de l'œillet et l'expulsion de l'ancre et le mode de rupture des ancrés non résorbables est le bris du fil et parfois l'expulsion de l'ancre¹⁸.

Les ancrés résorbables offrent de nombreux avantages par rapport aux ancrés métalliques. Elles n'entraînent pas d'artéfact à l'imagerie, ne nécessitent pas leur ablation en cas de reprise chirurgicale, n'entraînent pas de lésion articulaire en cas d'expulsion, sont mousses et donc n'affaiblissent pas le fil. Cependant, une résorption trop rapide peut être à l'origine de rupture itérative^{52: 96}, elles sont radiotransparentes et donc ne peuvent pas être contrôlées par une radiographie standard, sont parfois, en fonction de leur composition, à l'origine de réactions inflammatoires intra articulaires⁵² et nécessitent un pré-perçage pour leur implantation. De plus, leur prix est souvent 1.5 fois plus élevé que celui des ancrés métalliques.

Les études biomécaniques montrent une supériorité quasi constante des implants non résorbables d'autant plus que, pour être fiables, les études sur les ancrés résorbables doivent être effectuées à 37°C¹²³ ce qui n'est pas le cas de la plupart.

Le polyglycolic acid (PGA) présente une résorption trop rapide^{11: 52} et ne doit pas être utilisé dans cette indication (TAG Rod, TAG Wedge). Il est progressivement remplacé par le PLLA.

Les dispositifs à visser à travers la coiffe sont décevants^{48, 103, 159} (Bio Twist, Suretac) et ne devraient pas être utilisés dans cette indication.

Globalement les ancrés résorbables sont moins résistantes que les ancrés métalliques. Leur mode de rupture le plus fréquent est le bris de l'œillet puis l'expulsion de l'ancré alors que pour les ancrés métalliques c'est la rupture du fil. Cependant les ancrés résorbables restent plus résistantes que le fil avec lequel elles sont livrées¹⁷.

Barber et al.¹⁸ concluent, qu'utilisés dans de bonnes conditions, les implants actuels, résorbables ou non, ne constituent plus le point faible des réparations.

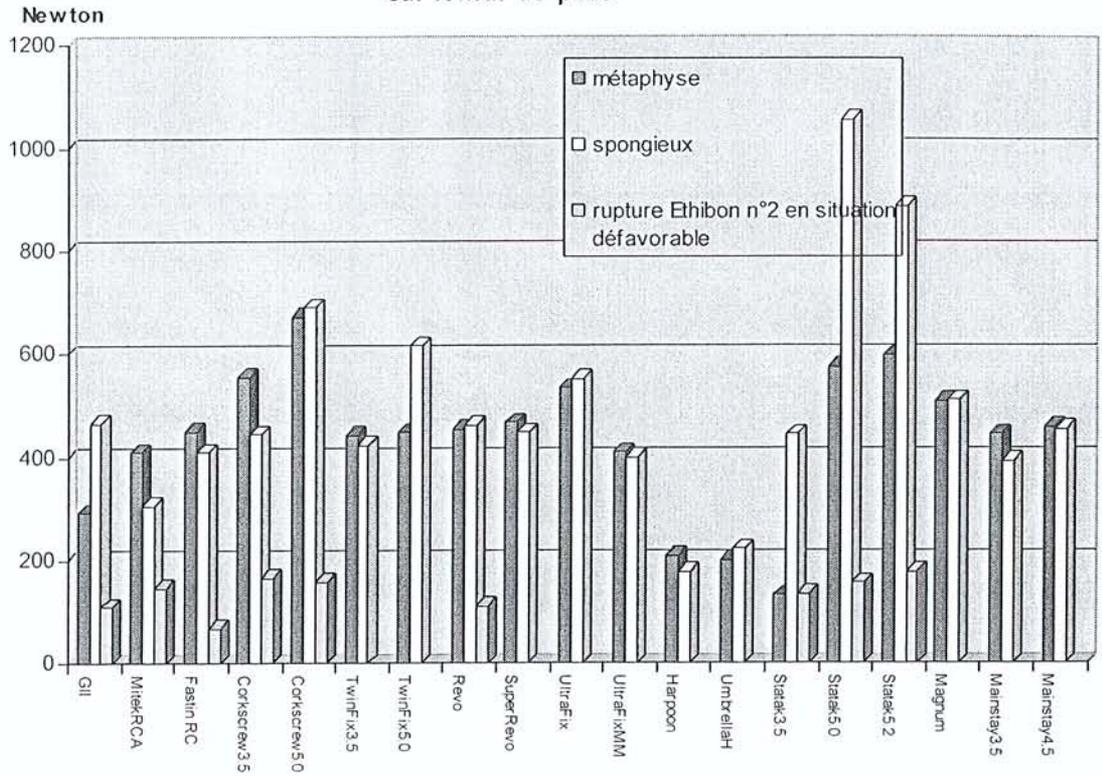
Il n'est pas possible de comparer toutes les études puisqu'elles ne sont pas réalisées dans les mêmes conditions. Les seules études comparables sont celles de Barber et al.^{11, 14-18} dont le protocole est identique (tests effectués sur fémur de porc).

Les ancrés métalliques actuelles présentent une excellente résistance à l'arrachement que ce soit en os métaphysaire ou en os spongieux. Leur principal point faible se situe au niveau de l'œillet qui est très agressif pour le fil de suture (Graphique 1 et 2)^{19, 125}. Leur positionnement reste donc primordial. L'apparition des fils dits incassables est peut-être la solution mais Lo et al.¹⁰⁹ ont montré que même le FiberWire pouvait être affaibli par un œillet agressif (graphique 3). Il est intéressant de constater que certains laboratoires comme Arthrex ont anticipé ce problème en proposant des ancrés métalliques avec œillet en fil de suture non agressif (Corkscrew FT II).

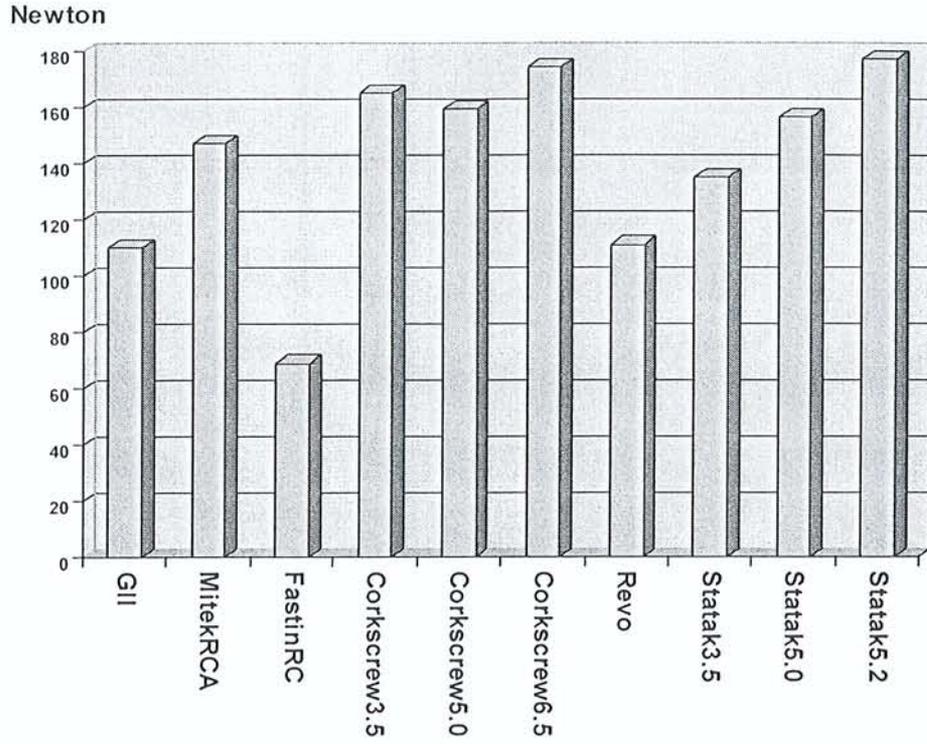
Les ancrés résorbables se sont nettement améliorées : modification des polymères, augmentation des résistances des œillets et surtout, du fait de leur texture, absence d'influence de l'orientation de l'ancré sur la résistance des fils (graphique 4). Les deux inconvénients des ancrés résorbables sont la nécessité d'effectuer un pré-perçage et le prix élevé, en moyenne, une fois et demi plus cher que les ancrés métalliques.

Le graphique 5 résume l'étude de Bardana et al.¹⁹ qui teste la résistance d'un Ethibon n°2 dans trois configurations sur des ancrés métalliques et résorbables : dans l'axe de l'ancré (0°SP 0°RA), à 45° dans le plan de l'œillet (45°SA 0°RA) et à 45° après une rotation de 90° c'est-à-dire à 90° du plan de l'œillet (45°SA 90°RA). Il est évident que l'agressivité de l'œillet est un point faible des ancrés métalliques par rapport aux résorbables.

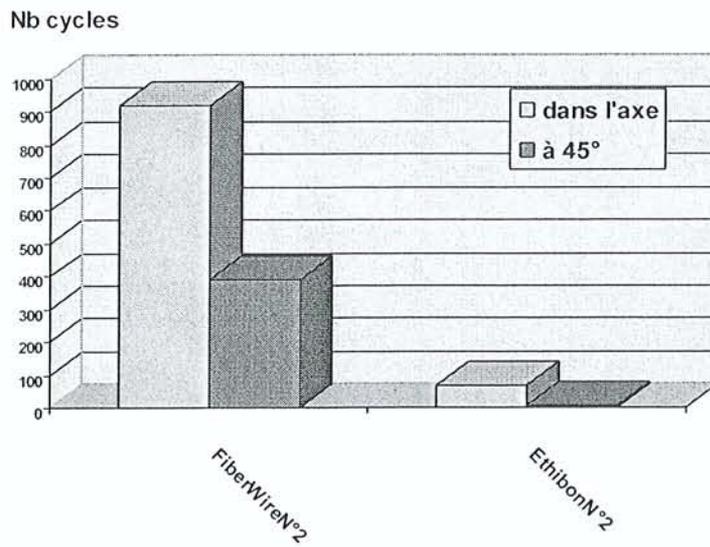
Graphique 1: Résistances à l'arrachement des ancrages métalliques sur fémur de porc



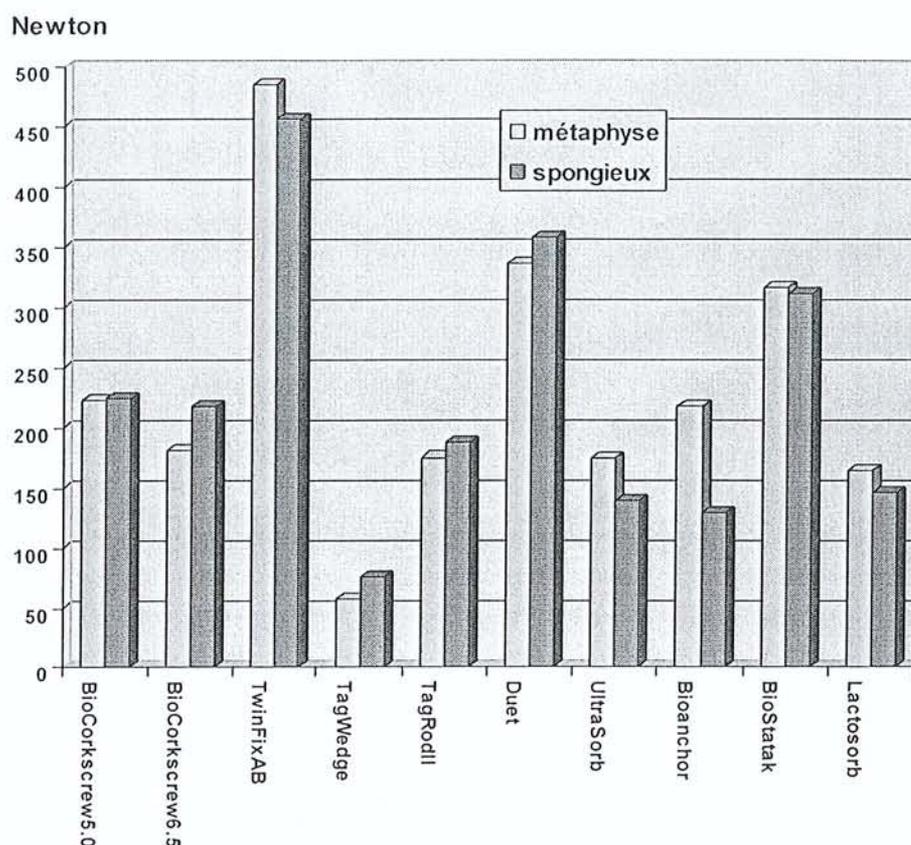
Graphique 2: Influence de l'orientation de la traction sur la résistance de l'Ethibon n°2 en situation défavorable



Graphique 3: Influence de l'angle de traction de la Corkscrew 5.0 sur le FiberWire N°2 et l'Ethibon N°2



Graphique 4: Résistance à l'arrachement des ancrés résorbables sur fémur de porc



III.4.2.3 Cas particulier des ancrés sans noeud

Il existe seulement trois études qui traitent spécifiquement de ce sujet.

Leedle et Miller¹⁰⁴, en 2005, ont comparé, in vitro, la résistance de l'ancrage Mitek Knotless Suture Anchor à 2 autres ancrés (Mitek Panalok et Mitek G2). Ces 3 ancrés sont testées sur des glènes de cadavres congelées. Les résultats sont statistiquement significatifs en faveur de la Mitek Knotless. Ces dispositifs évitent la réalisation de nœuds souvent difficile en arthroscopie. Compte tenu du caractère unique de cette analyse, aucune conclusion ne peut être tirée.

Zumstein et al.¹⁰², en 2004, ont comparé l'ancrage Mitek Knotless et l'ancrage Mitek GII. Il s'agit d'une étude biomécanique in vitro sur 7 épaules de cadavres. Même si la résistance maximale n'est pas

significativement différente, l'ancre Mitek Knotless laisse apparaître dans la réparation un gap plus important que l'ancre Mitek GII lors des tests cycliques. Les auteurs recommandent l'utilisation d'une ancre avec nœud si la mobilisation de l'épaule débute en post opératoire immédiat.

III.4.2.4 Mon avis

Il est difficile de choisir un implant. Après cette longue liste au sujet des différentes caractéristiques de chaque ancre et après une revue exhaustive de la littérature à ce sujet, je propose :

- L'utilisation d'une ancre métallique vissée avec nœud.
- D'un diamètre au moins égal à 5mm.
- Avec un pas de vis au choix (aucun pas de vis n'a montré une supériorité par rapport à un autre).
- Avec un œillet non agressif quelque soit l'angle de traction. En effet, il paraît illusoire de penser que l'on peut déterminer l'orientation de l'œillet par rapport à l'axe de traction de la coiffe.
- Au total, il semble que la Corkscrew FT II remplit ces conditions. C'est l'ancre idéale en théorie.

III.4.3 Comment implanter les ancres ?

Burkhart²⁶, en 1995, a présenté la « deadman theory » dans laquelle il décrit les modalités biomécaniques optimales d'utilisation des ancres et des fils de suture. Il compare la réinsertion d'un tendon par une ancre, au poteau d'angle d'une cloture qui supporte toute la tension de la cloture et qui est renforcé par le « deadman system » (fig 1). En pratique, il détermine l'angle θ_1 , dit d'arrachement de l'ancre, qui correspond à l'angle entre l'axe de la suture et la perpendiculaire de l'ancre, et l'angle θ_2 , dit de basse tension, qui correspond à l'angle entre l'axe de la suture et l'axe de traction de la coiffe (fig 2). Idéalement, ces deux angles doivent être inférieurs ou égaux à 45°. Cela ne veut pas dire que l'ancre doit être inclinée de 45°. Il faut également noter que θ_2 est indépendant de l'inclinaison de l'ancre. Ces recommandations permettent d'obtenir une augmentation de la résistance de l'ancre dans l'os et de diminuer la tension dans le fil de suture.

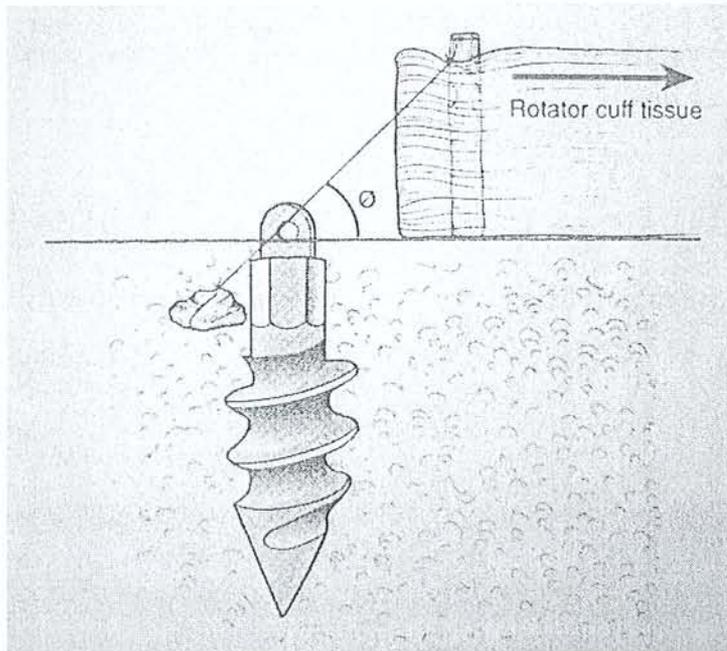


fig1 :D'après Burkhart. Analogie entre une coiffe réparée et un poteau de cloture

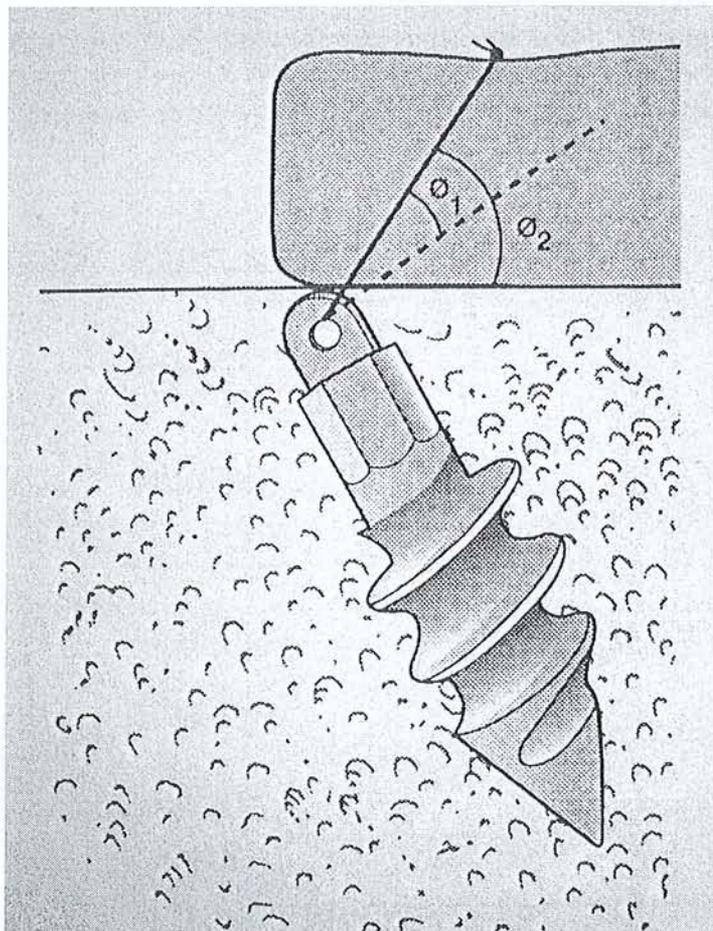


fig 1 :D'après Burkhart. Représentation de θ_1 et de θ_2

Un point fondamental ne doit pas être oublié lors du positionnement de l'ancre. Il s'agit de l'orientation de l'œillet par rapport à l'axe de traction. Ce point a déjà été évoqué lors du descriptif de chaque ancre. Il s'agit du principal point faible des ancres métalliques^{19, 125}.

III.4.4 Où implanter les ancres ?

Tingart et al.¹⁷³ en 2003, ont mesuré la résistance à l'arrachement de l'ancre Fastin RC 5mm placée en os spongieux et en os cortical sur des épaules de cadavres congelées après avoir mesuré la densité osseuse des différents sites d'insertion. La densité osseuse est statistiquement supérieure en os cortical et la résistance à l'arrachement de l'ancre est supérieure en os cortical. De plus il existe une corrélation statistiquement significative entre la densité osseuse et la résistance à l'arrachement de l'ancre.

Les auteurs préconisent donc de mettre en place les ancres sur la partie proximale des tubérosités. Cette étude vient confirmer celle de Rossouw et al.¹⁵² en 1997 qui préconise le placement des ancres à 25mm du sommet de la grosse tubérosité augmentant ainsi la résistance à l'arrachement et celle de Caldwell et al., la même année, qui préconise d'appuyer la suture trans osseuse à 10mm du sommet de la grosse tubérosité et d'y adjoindre un patch de renfort en cas d'ostéoporose. Déjà, en 1988, Amis² dans une étude cadavérique préconisait l'ancrage des ligaments artificiels au niveau de l'os cortical à distance de l'interligne articulaire.

A l'opposé de ces études, on trouve l'étude de Goradia et al.⁸³ en 2001, qui compare la résistance à l'arrachement de 4 types de réinsertion osseuse en fonction de la densité osseuse sur 30 épaules de cadavres congelées. Aucune différence significative n'est observée dans cette étude. Il n'existe pas de différence significative en fonction de la densité osseuse.

De même, Barber et al.¹³, en 1997, dans une étude cadavérique, ne retrouve pas de différence significative entre la densité osseuse et la résistance à l'arrachement de l'ancre.

A l'heure actuelle, la tendance est à la réparation en double rang avec une rangée d'ancres médialisées, proche du cartilage, et une rangée plus latéro-distale dans l'os métaphysaire.

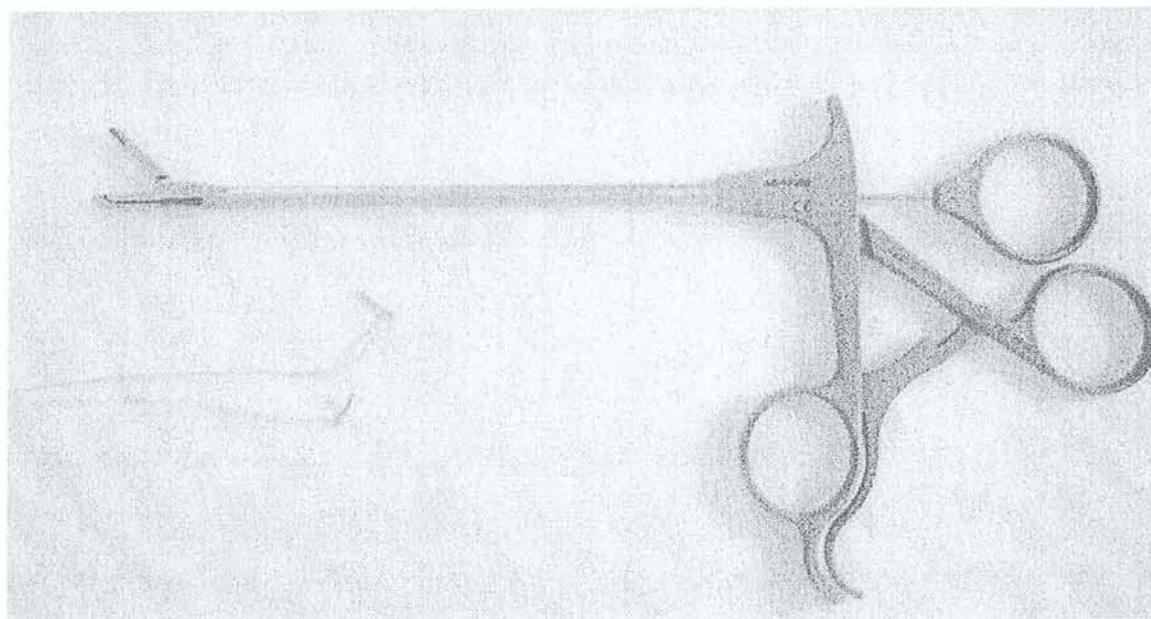
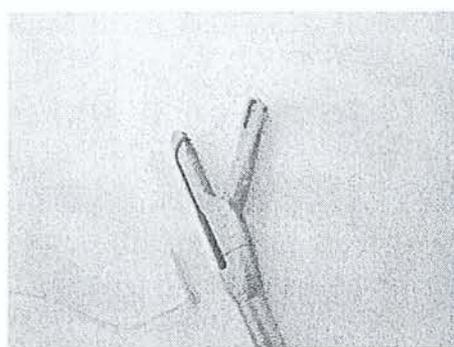
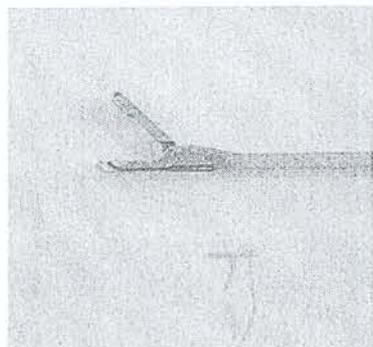
III.5 Les pinces

III.5.1 Les passe fils

Il n'est pas facile de mettre en place un point simple ou en « U » dans une coiffe sous arthroscopie. Les laboratoires mettent à notre disposition un grand nombre de pince et de crochet passe fil.

III.5.1.1 Les pinces

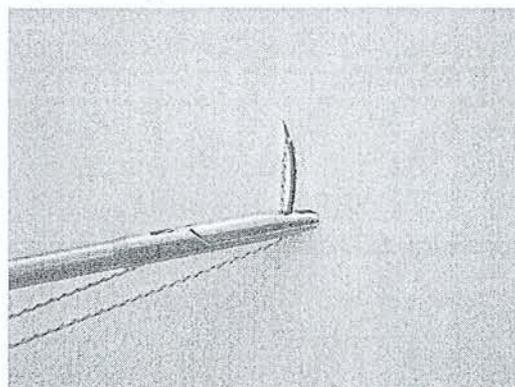
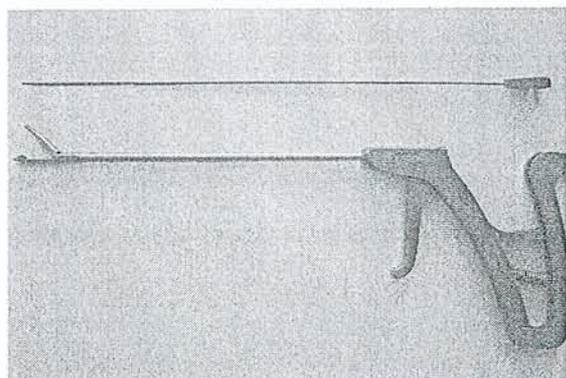
III.5.1.1.1 Needle Punch (Arthrex)



Il s'agit d'un concept assez récent. Les ancrés Arthrex peuvent être livrés directement avec des petites aiguilles montées à l'extrémité des fils de sutures. Ces aiguilles sont introduites dans le mors inférieur de la pince et, après serrage, sont récupérées par le mors supérieur. A chaque prise, cette pince permet de passer un point simple.

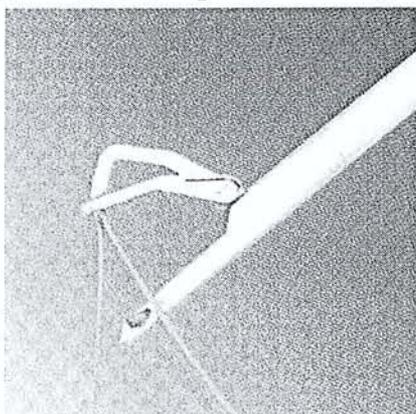
Nous n'avons pas d'expérience à ce sujet et on reproche souvent à ce type de pince la limitation de la prise du tendon par la taille des mors.

III.5.1.1.2 *Pince Scorpion (Arthrex)*



Le fil est pré-monté sur le mor inférieur et une aiguille à chas ouvert vient pousser le fil au travers de la coiffe pincée. Le fil peut alors être récupéré avec un autre instrument au dessus de la coiffe. On peut lui faire le même reproche que la précédente. De plus, l'aiguille est à usage unique.

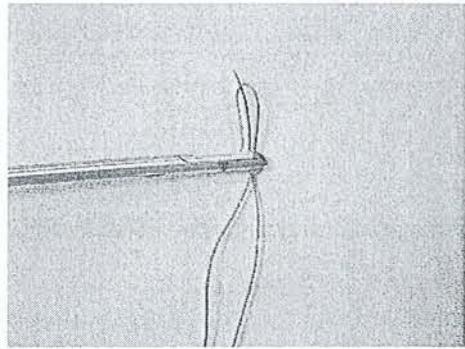
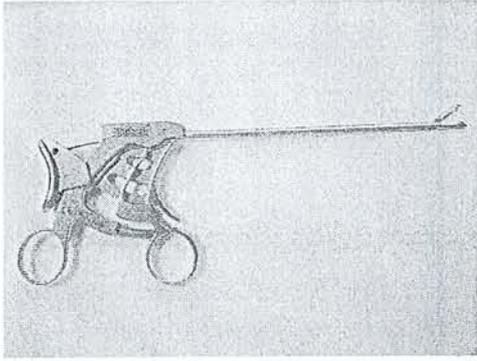
III.5.1.1.3 *Pince Viper (Arthrex)*



Le fil est monté sur la pince au niveau du mors inférieur et un crochet vient l'attraper après être passé à travers la coiffe. Un point simple est alors passé.

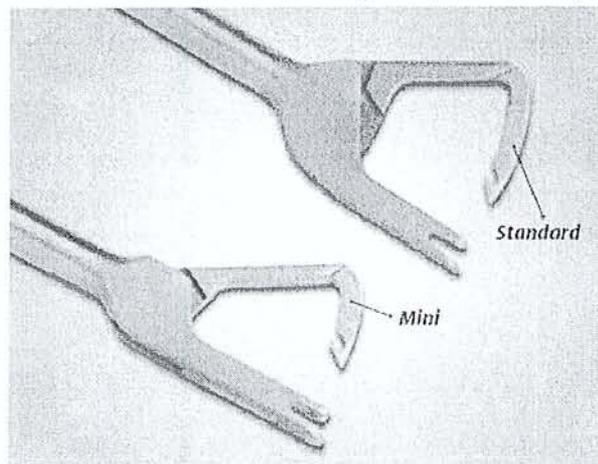
Nous n'avons pas d'expérience vis à vis de ce matériel.

III.5.1.1.4 Pince Pass Express (Mitek)



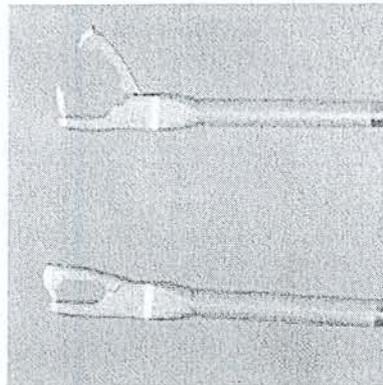
C'est l'équivalent de la pince scorpion de chez Arthrex.

III.5.1.1.5 Pince de Caspari (Arthrotek)



C'est l'équivalent de la pince Viper de chez Arthrex.

III.5.1.1.6 Caspari Suture Punch (Linvatec)

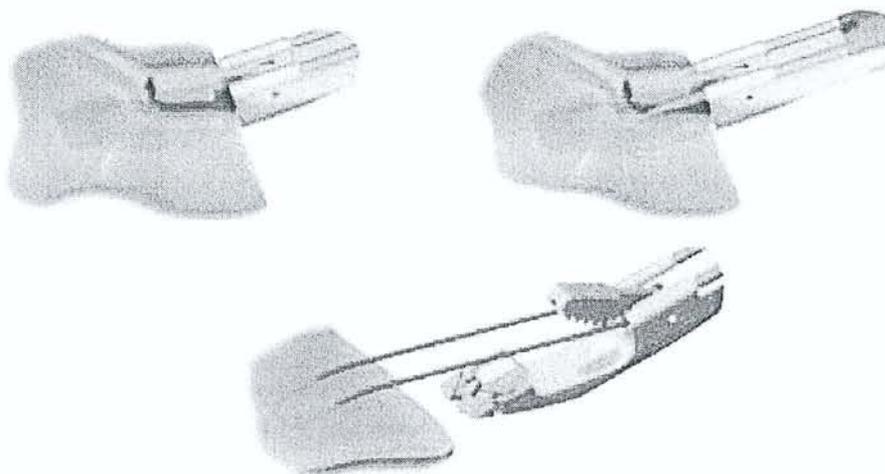


C'est le même système que le Spectrum avec la possibilité en plus d'attraper la coiffe. Le problème réside dans la limitation qu'offre la taille des mors et la longueur de l'aiguille est parfois insuffisante

par rapport à l'épaisseur de la coiffe. C'est une pince que l'on utilise parfois en fonction des conditions locales.

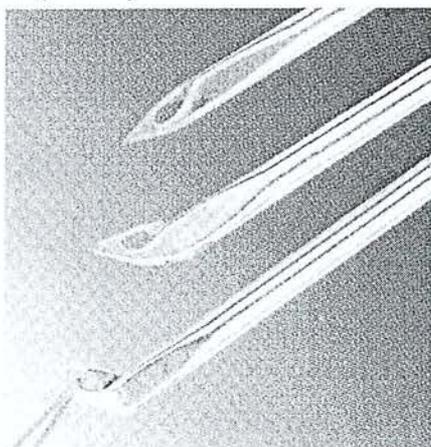
III.5.1.1.7 Pince AutoCuff (Opus Medical)

Ce système entièrement automatique a été détaillé avec les implants Magnum. Il présente un gros avantage par rapport aux autres pinces, c'est de passer en une fois un point en « U » inversé.



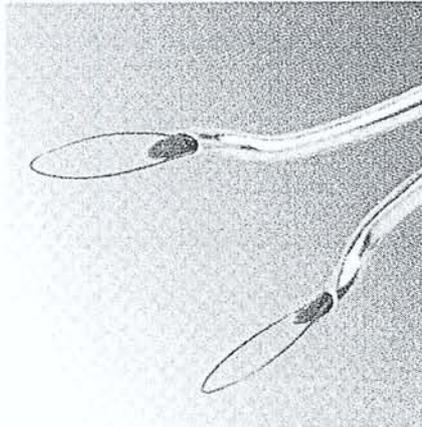
III.5.1.2 Les crochets

III.5.1.2.1 Pince BirdBeak (Arthrex) ou Penetrating Grasper (Mitek)



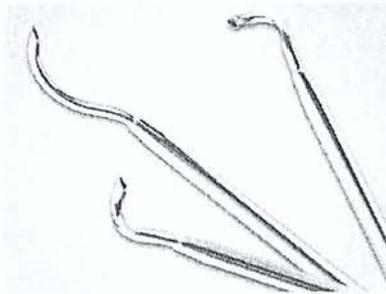
Nous les utilisons parfois soit pour la ténodèse du biceps soit pour les réparations de coiffes. Après avoir transfixié le tendon, le fil est récupéré au niveau du chas ouvrable.

III.5.1.2.2 *SutureLasso (arthrex)*



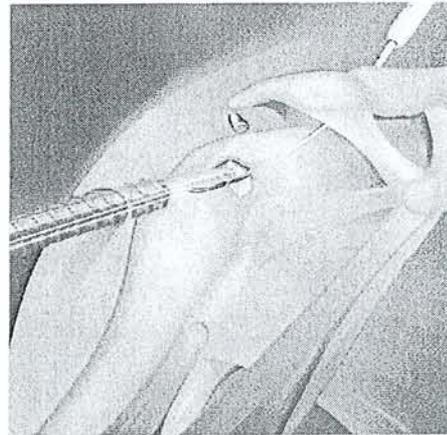
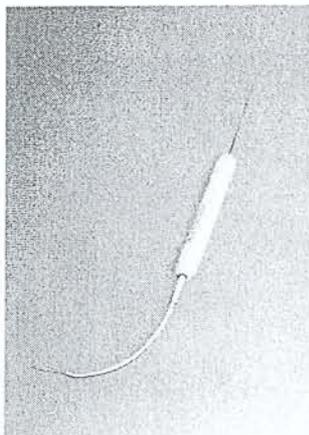
Il s'agit d'un système simple qui permet d'effectuer le passage d'un fil au travers de la coiffe par l'intermédiaire d'un relais métallique.

III.5.1.2.3 *Speed Pass Suture Retrifer (Arthrotek)*



Il s'agit d'un système identique au précédent.

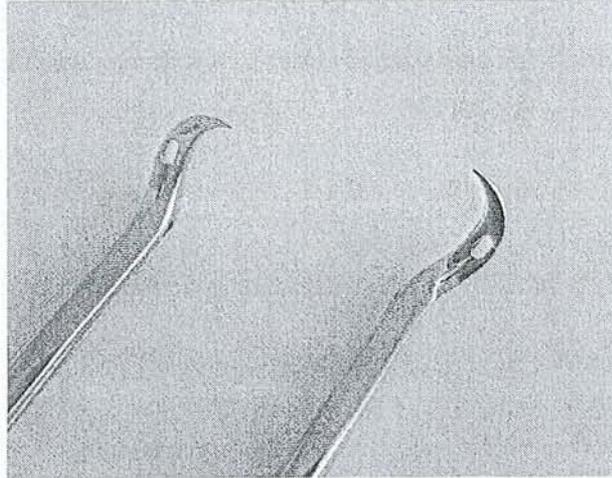
III.5.1.2.4 *Banana Suture Lasso (Arthrex)*



Il s'agit d'un système original qui utilise la voie de Neviaser et qui permet de passer un point simple à

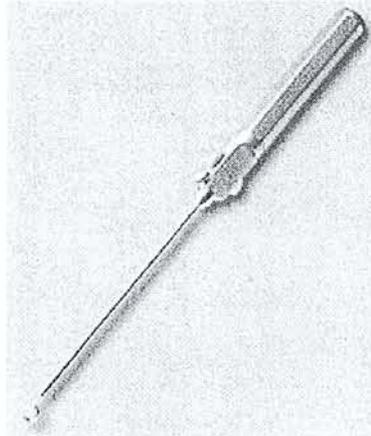
l'aide d'un relais. Les concepteurs avancent le fait que ce système permet une prise médiale de la coiffe, en zone supposée saine.

III.5.1.2.5 Clever Hook ou pince rhinocéros (Mitek)



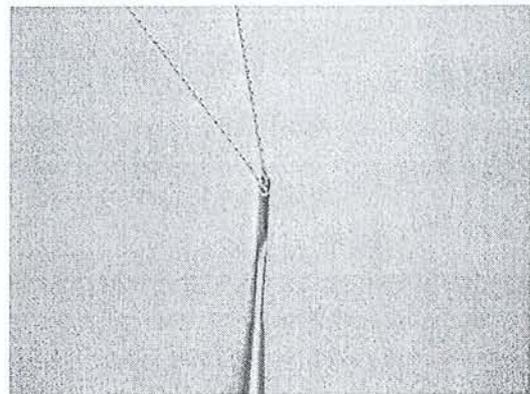
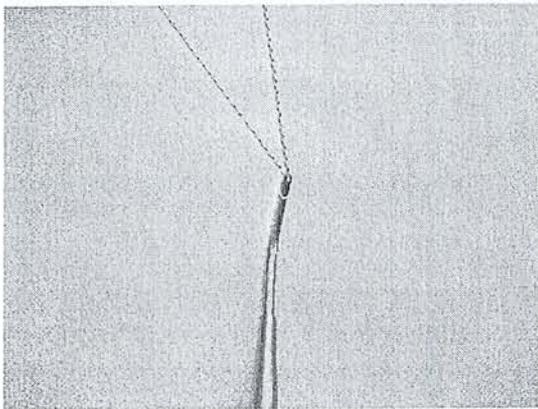
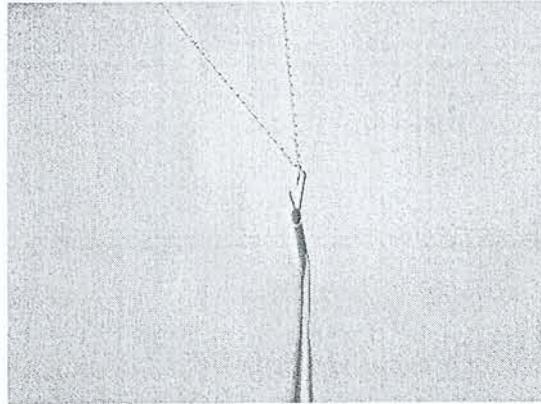
Plus affûtées et plus adaptées, elles sont l'équivalent des pinces Bird Beak.

III.5.1.2.6 Crochet Spectrum (Linvatec)



C'est le crochet que nous utilisons le plus. Il permet de passer un fil de PDS dans la coiffe qui sert de relais pour passer les fils des ancrs.

III.5.1.2.7 *Pince Suture Grasper (Innovative)*



C'est une pince très efficace qui s'utilise comme les Bird Beak et les Clever Hook. Le problème c'est qu'il s'agit d'un matériel à usage unique dont le prix est élevé.

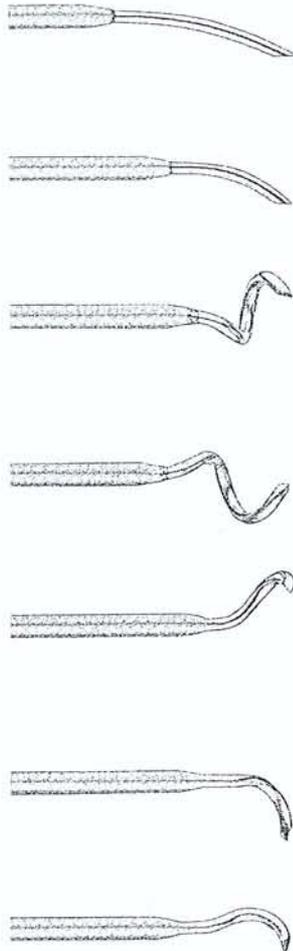
III.5.1.2.8 *Suture Hook (Storz)*



Il s'agit de crochets à chas qui permettent de passer directement le fil des ancrs à travers la coiffe.

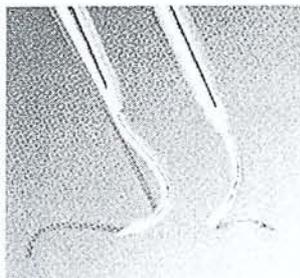
III.5.1.2.9

Suture attachment (Storz)



il s'agit du même principe que les crochets Linvatec qui se déclinent sous plusieurs angles.

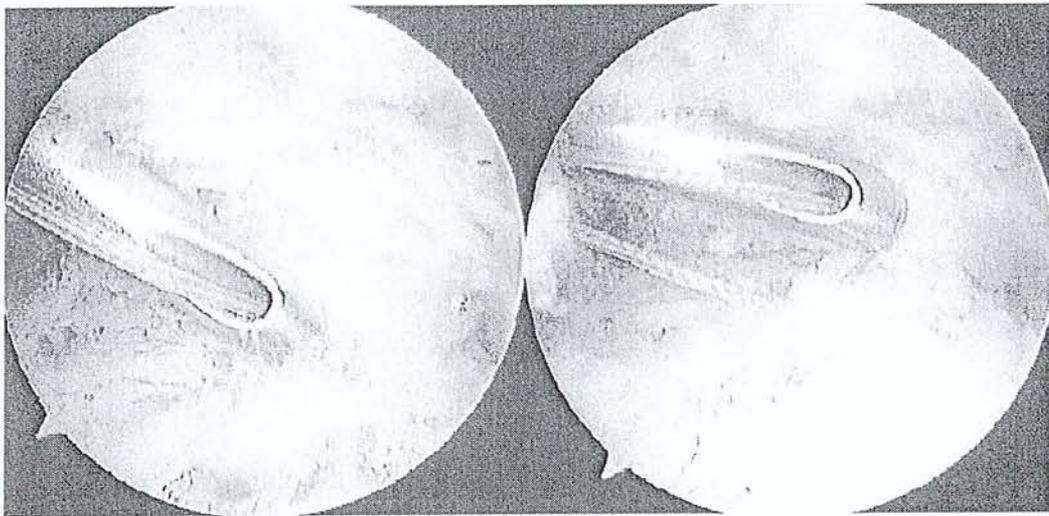
III.5.1.2.10 Passe Suture Queue de Cochon (Arthrex)



III.5.2 Les pousses-nœuds

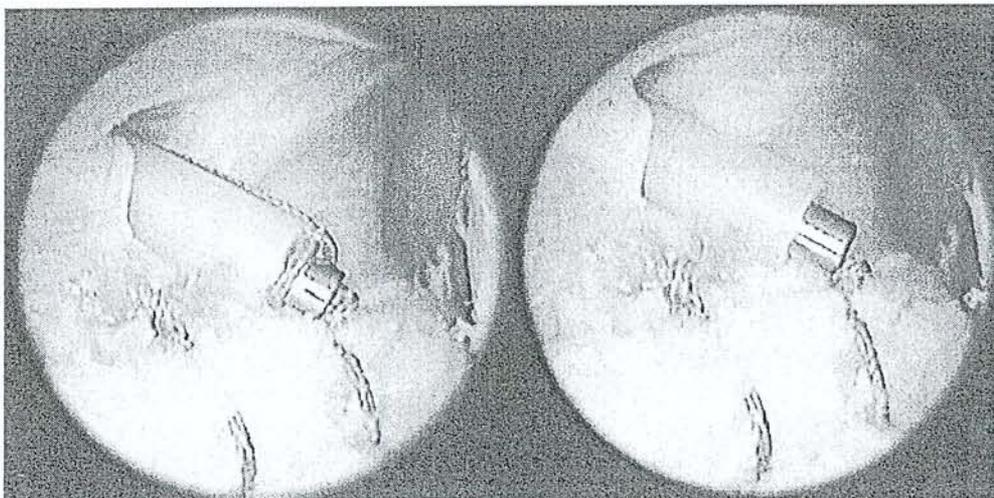
Milia et al.¹²⁶, en 2005, ont présenté une étude in vitro sur la résistance des nœuds arthroscopiques en fonction du matériel utilisé. Les auteurs comparent 3 pousses nœuds : le pousse-nœud simple (Linvatec), le double pousse-nœud (Arthrex) et le noeud mécanique (Arthrotek). Le déplacement et la résistance maximale sont enregistrés. Les résultats sont significativement meilleurs pour le noeud mécanique de chez Arthrotek.

III.5.2.1 Simple



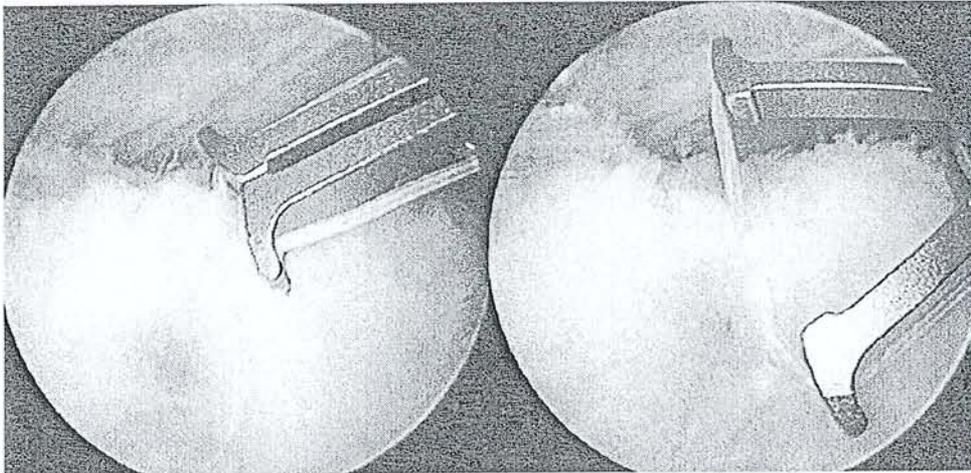
C'est l'instrument que nous utilisons. Sa simplicité est un avantage. Nous n'avons pas rencontré de difficultés techniques.

III.5.2.2 Sixième doigt (Arthrex)



Son utilisation est identique au pousse-nœud simple mais un deuxième nœud peut être mis en attente grâce à un cylindre qui coulisse sur le corps de l'instrument.

III.5.2.3 Nordt (Arthrotek)



Il s'agit d'un concept intéressant qui mérite d'être cité. Les nœuds ainsi réalisés seraient plus sûrs d'après l'étude de Milia¹²⁶.

III.6 les nœuds arthroscopiques

Deux situations sont possibles :

Le fil de suture peut glisser au niveau de l'œillet de l'ancre. On peut donc utiliser un nœud coulissant.

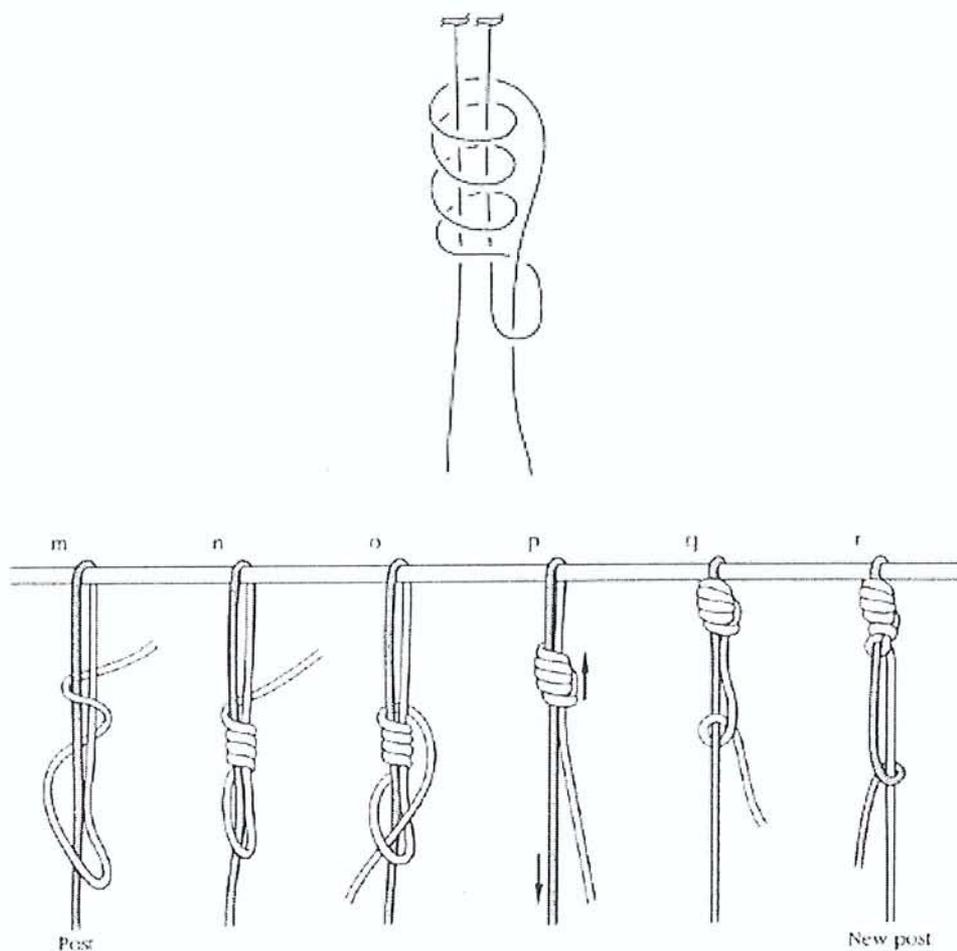
Le fil de suture ne peut pas glisser au niveau de l'œillet de l'ancre. On effectue alors des demi-clefs.

III.6.1 Le fil de suture peut glisser au niveau de l'ancre.

Leur réalisation demande de l'entraînement. Il est important de se rappeler que le brin dormant doit être court pour permettre la descente du nœud.

Les nœuds coulissants peuvent être divisés en 5 groupes. Les nœuds coulissants non bloquants, les nœuds coulissants bloquants du côté du chirurgien, les nœuds coulissants bloquants du côté du patient, les nœuds coulissants bloquants au centre du nœud et les nœuds autobloquants.

III.6.1.1 Les nœuds coulissants mais non bloquants. Le nœud de pêcheur ou nœud de Duncan ou de Hangman.



Pêcheur-Duncan-Hangman

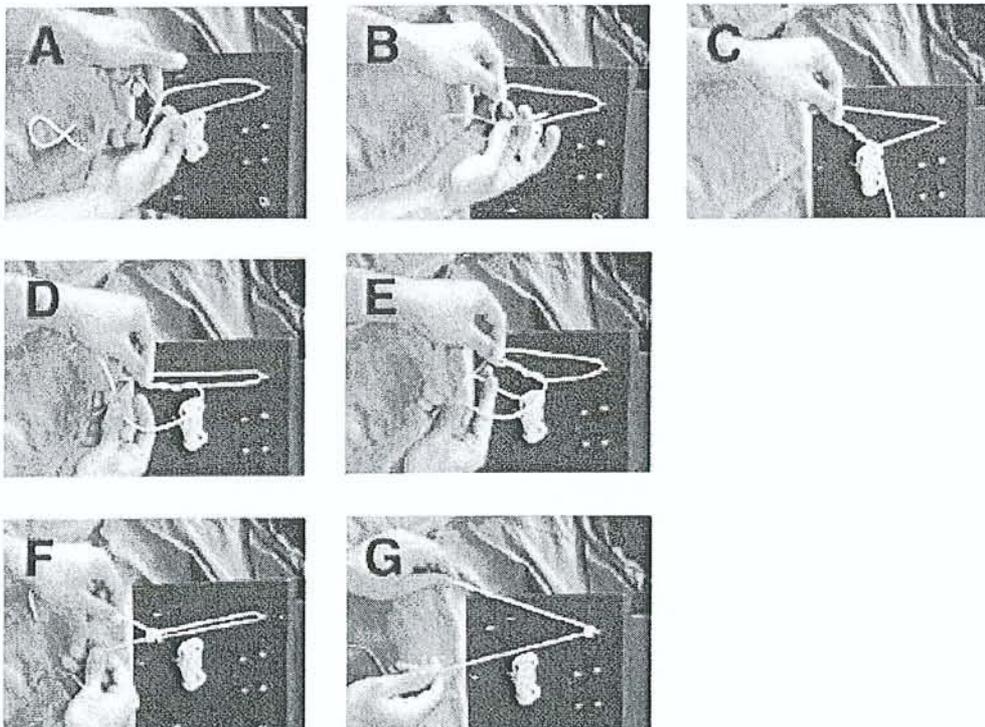
Le nœud est ensuite bloqué par la descente de demi-clefs successives en inversant le brin dormant..

III.6.1.2 Les nœuds coulissants et autobloquants du côté du chirurgien. Le nœud de Tautline ou nœud de Nicky⁴⁹.



Tautline-Nicky

Le blocage du nœud s'effectue après sa descente. Le brin dormant est gardé en tension et le brin noué est mis en tension déformant ainsi le brin dormant et inversant alors la demi-clef. Le nœud est bloqué du côté du chirurgien. Le brin dormant est donc changé et le nœud bloqué permettant de descendre les demi-clefs successives pour sécuriser le nœud.



Tautline-Nicky

III.6.1.3 Les nœuds coulissants et bloquants du côté du patient. Le nœud de Weston, de Roeder, de Tennessee, de Field⁶⁴ et le mid-ship.



Weston



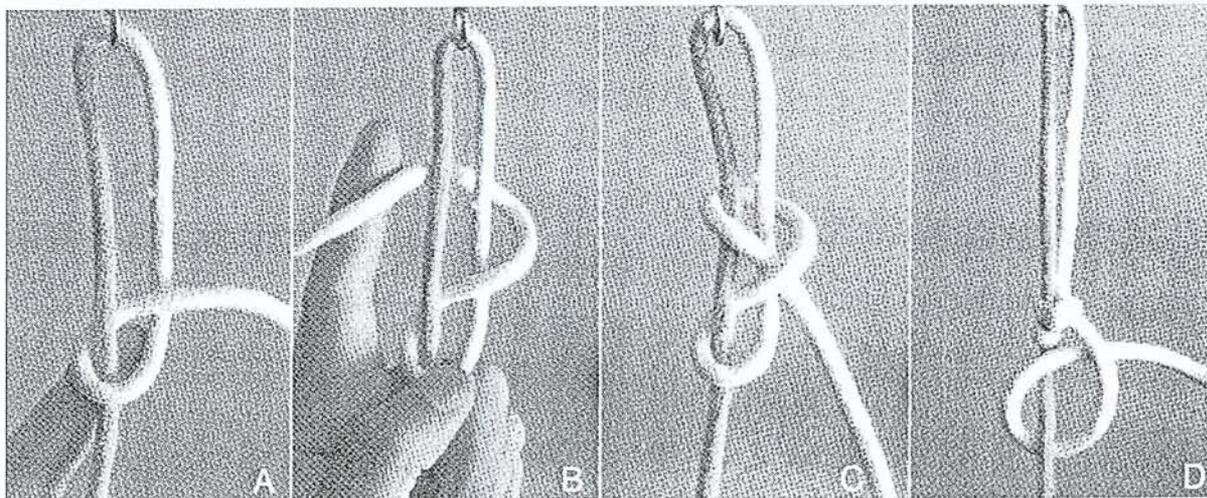
Roeder



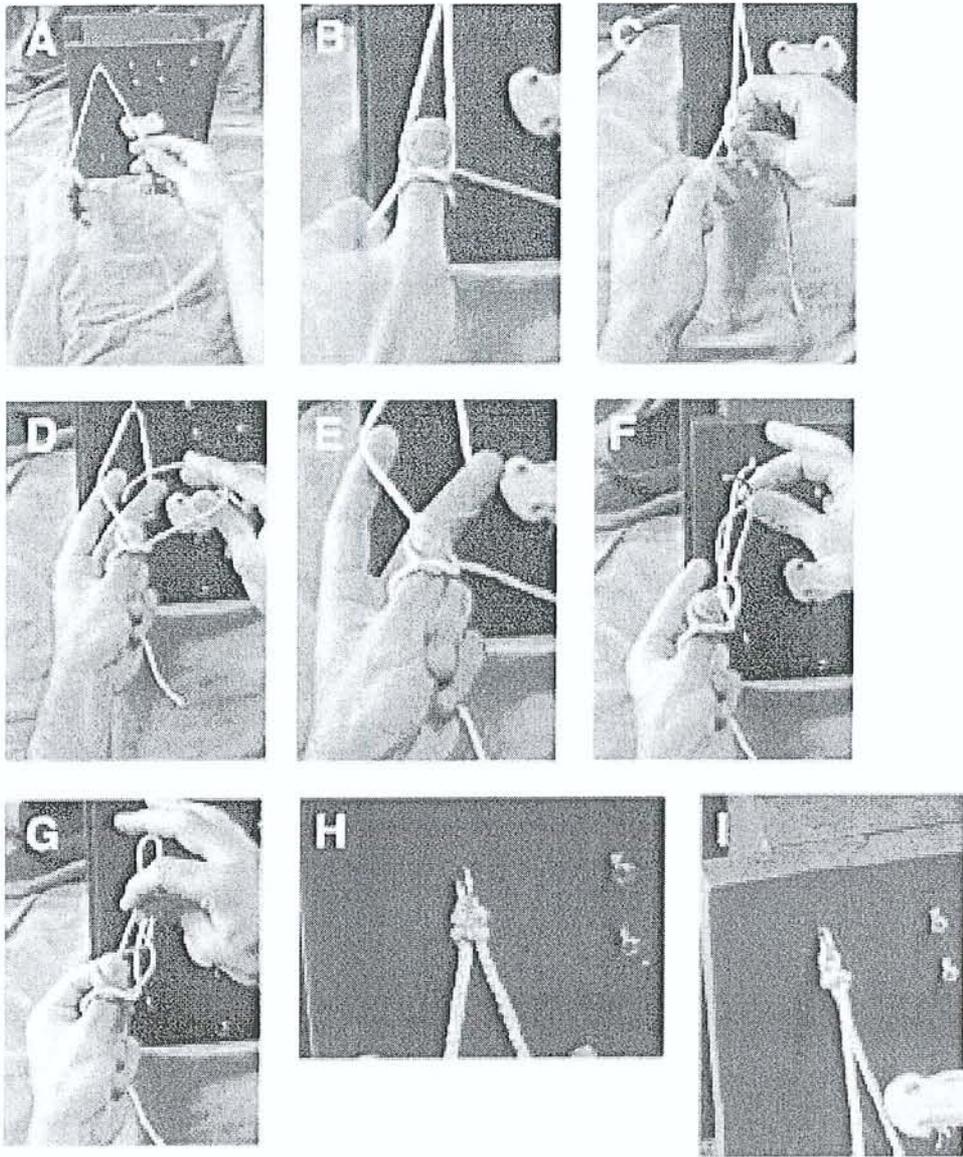
Tennessee



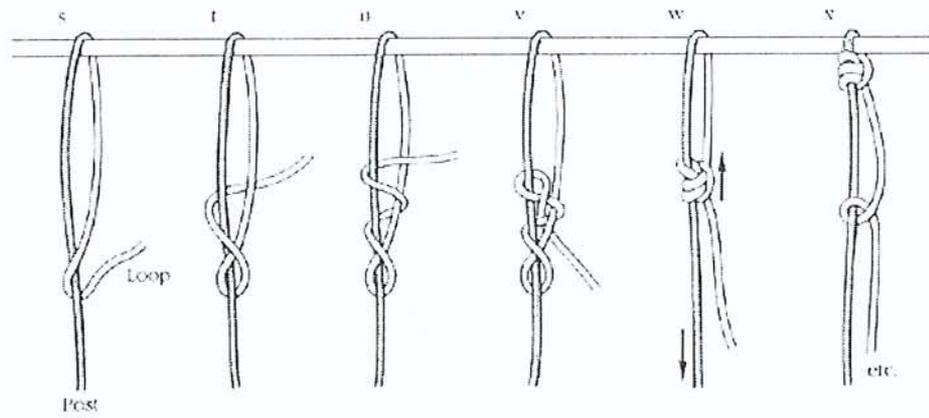
Field



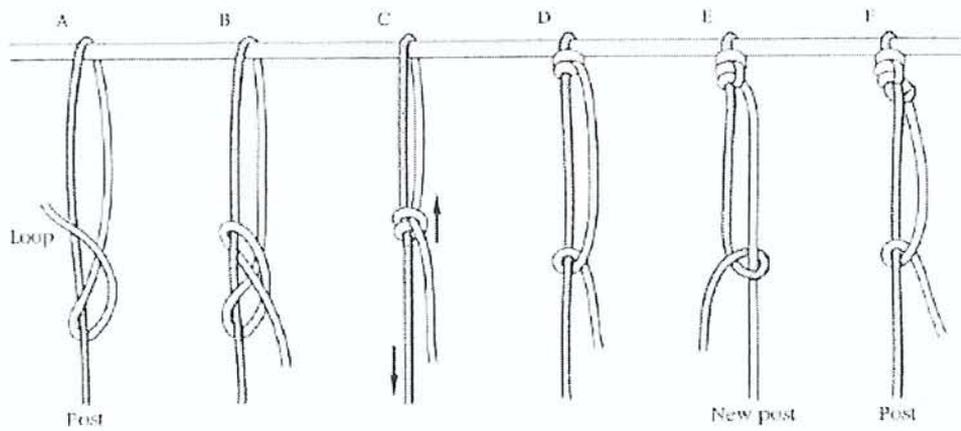
mid-ship



Weston



Roeder



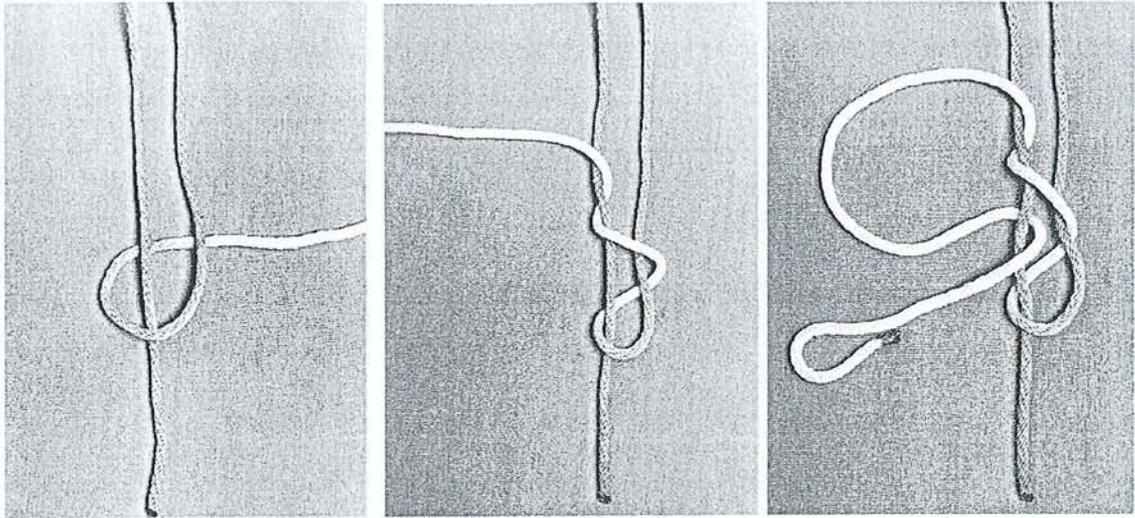
Tennessee

Dans ces quatre cas, la traction du brin noué va déformer le brin dormant et bloquer le nœud du côté du patient. Les demi-clefs successives en inversant le brin dormant sécuriseront le nœud.

III.6.1.4 Les nœuds coulissants et bloquants au centre du nœud. Le nœud SMC (Samsung Medical Center)⁹⁷.



SMC

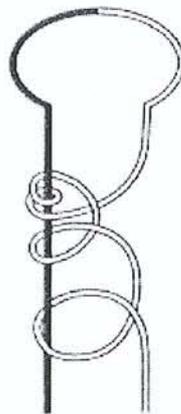


SMC

La traction du brin noué entraîne le blocage du nœud en son centre. Le nœud est ensuite sécurisé par des demi-clefs successives.

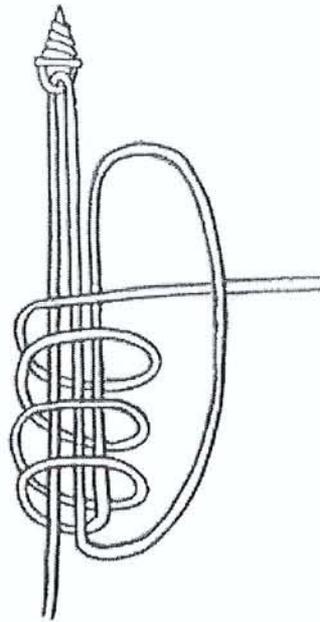
III.6.1.5 Les nœuds coulissants autobloquants

III.6.1.5.1 Le nœud de Giant⁶⁵.

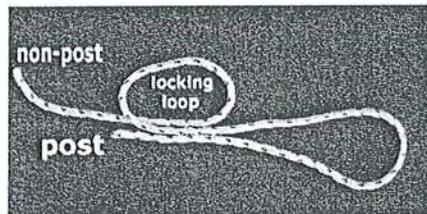


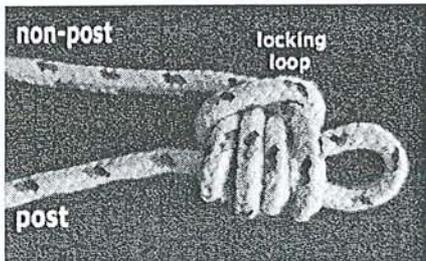
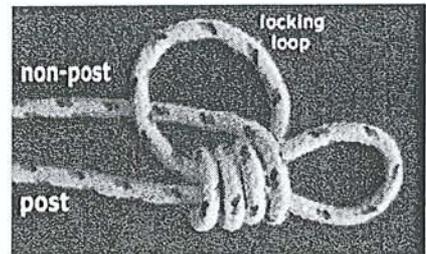
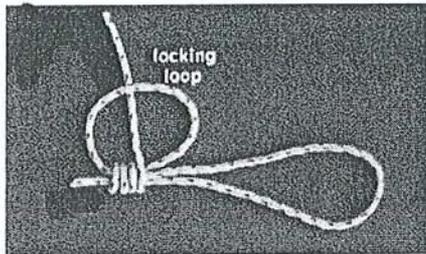
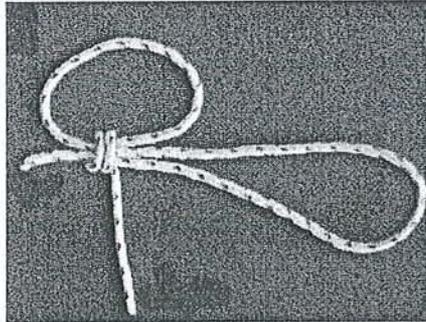
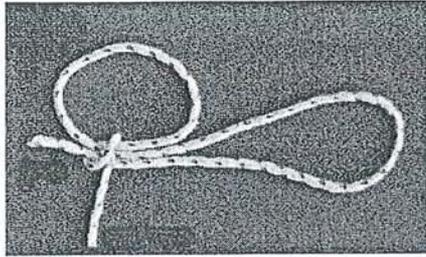
Giant

III.6.1.5.2 Le nœud de Triad¹⁹⁰



Triad

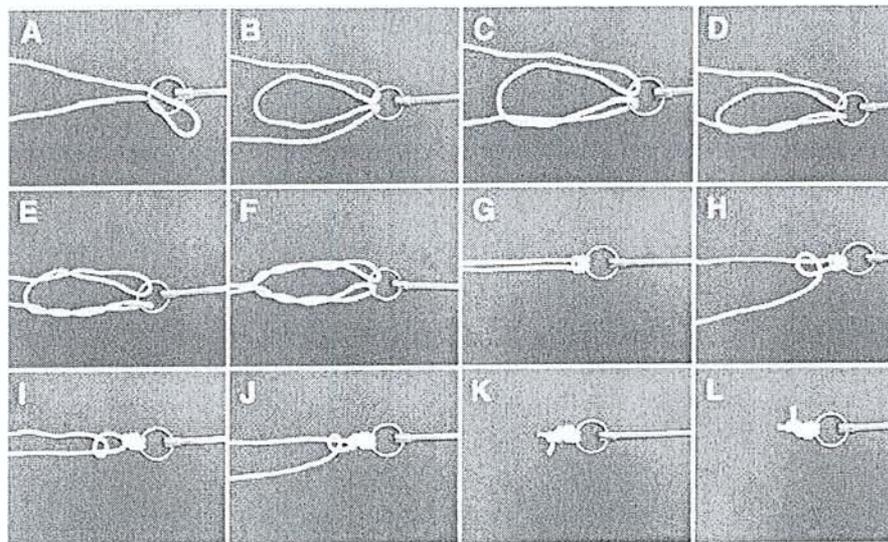
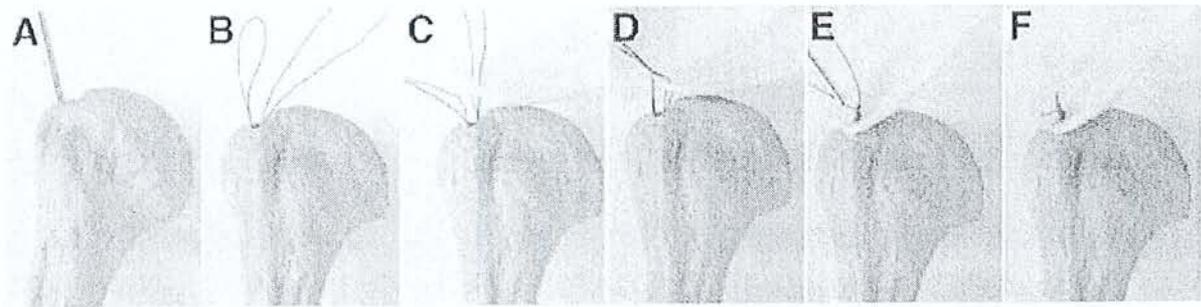




Nœud récemment décrit. Le blocage s'obtient après descente du nœud par traction sur le brin dormant qui serre la boucle autour du noeud et le bloque. Les auteurs recommandent 3 demi-clefs inversées de sécurité

III.6.1.6 Cas particulier : le nœud DTK (Double Twist Knot)¹⁵⁰.

Concept original qui nécessite l'utilisation d'une ancre à gros œillet permettant de recevoir deux brins sous la forme d'une boucle. Les deux brins libres sont passés dans la coiffe et sont récupérés avec la boucle dans la canule de travail. Le nœud est réalisé et descendu avec le pousse nœud alternativement sur chacun des brins.



DTK

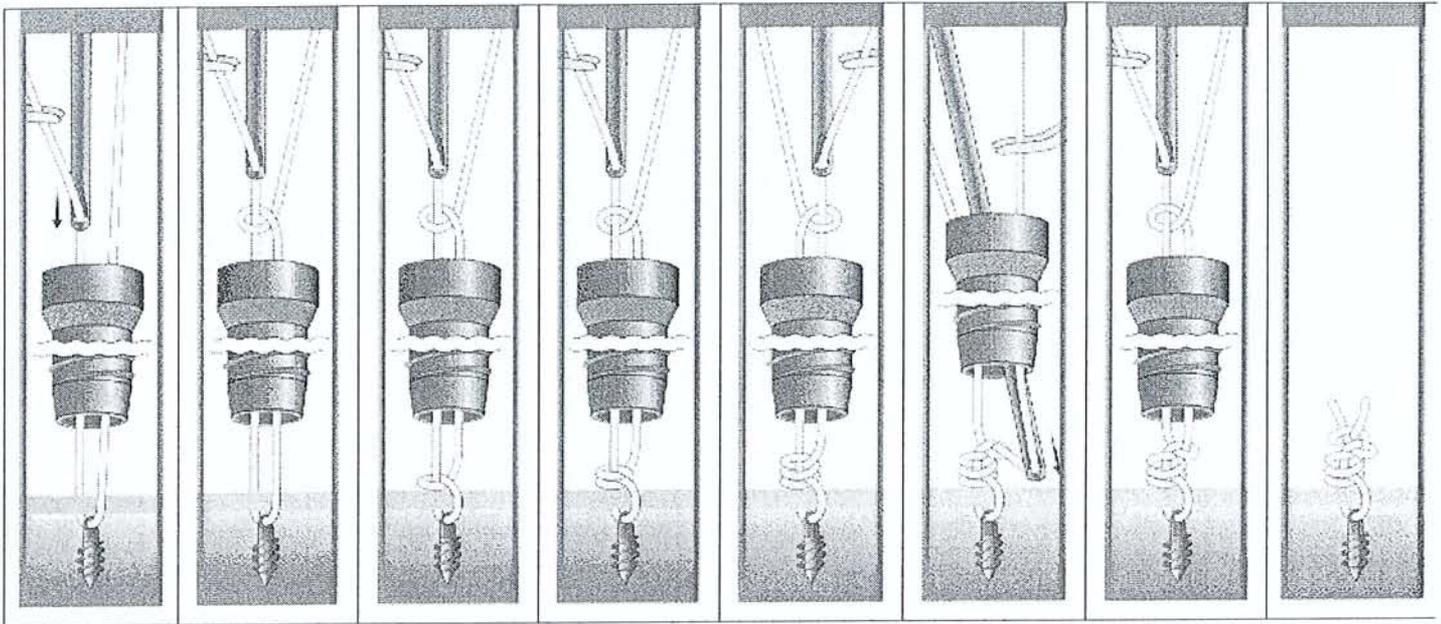
Le nœud est ensuite sécurisé par trois demi-clefs inversées.

III.6.2 Le fil de suture ne peut pas glisser au niveau de l'ancre.

Dans cette situation, qui n'est pas rare, d'autant plus que faire coulisser le fil dans l'ancre peut être à l'origine d'une fragilisation du fil, dans une ancre métallique, ou de l'œillet, dans une ancre résorbable, deux nœuds sont disponibles.

III.6.2.1 Le nœud Revo.ou nœud de Snyder.

Deux demi-clefs sont descendues l'une après l'autre sur le même brin dormant. Une demi-clef inversée est ensuite descendue sur le même brin dormant. Le brin dormant change et deux ou trois demi-clefs alternativement inversées sont réalisées.



Revo

III.6.2.2 Le nœud Square.

Il s'agit d'un nœud plat difficile à réaliser. Une première demi -clef est descendue et serrée avec le pousse-nœud qui prend appui au-delà du nœud pour effectuer un nœud plat. La demi-clef suivante est inversée sur le même brin dormant. Elle est descendue jusqu'à la demi-clef précédente et serrée avec le pousse-nœud qui prend appui au-delà du nœud sur le brin dormant. Trois demi-clefs inversées viennent sécuriser le nœud.

III.6.3 Discussion.

Les cinq règles de Nottage et Lieurance¹³⁸.

- Seulement une suture c'est-à-dire 2 brins par canule.
- Si le fil coulisse librement, il faut choisir un nœud coulissant. Si le fil ne coulisse pas librement, il faut choisir un nœud non coulissant.
- L'assistant doit maintenir la canule dans l'axe de la suture au-dessus de la zone de travail pour éviter les frottements de la suture et l'interposition tissulaire.
- Il faut s'assurer de l'absence de twist entre les deux brins avant de faire le nœud. Les auteurs recommandent l'utilisation d'un pousse-nœud double qui permet de séparer et de détwister les deux brins. L'assistant, tout en maintenant la canule, place un doigt entre les deux brins à l'entrée de la canule pour éviter tout mélange.
- Le pousse-nœud simple est mis en place sur le brin dormant et verrouillé au bout du fil par une pince de Kelly de repère. Le nœud choisi est descendu. Les nœuds suivants seront descendus, en changeant, à chaque fois, de brin dormant. Les fils seront coupés à 3 mm du nœud.

Lo et al.¹¹⁰ ont étudié les différents nœuds avec et sans les 3 demi-clefs de sécurité. Cette étude concerne les nœuds de Duncan, Nicky, Tennessee, Roeder, SMC, et Weston. La résistance de tous les nœuds est significativement supérieure avec les 3 nœuds de sécurité. L'utilisation du FiberWire n°2 augmente la résistance des nœuds par rapport à l'Ethibon n°2. Le nœud de Roeder apparaît comme étant le meilleur compromis entre la sécurité du nœud et la résistance avec 3 demi-clefs de sécurité.

L'étude de Elkousy et al.⁵⁷, qui compare la résistance du nœud de Duncan, du nœud de Nicky, du Nœud de Weston avec et sans demi-clefs de sécurité et du nœud Square non arthroscopique, montre que la résistance de ces 3 nœuds sécurisés par 3 demi-clefs inversées est aussi importante que le nœud de Square de référence.

Kim et al.⁹⁹, ont prouvé qu'il est nécessaire d'ajouter 3 demi-clefs successivement inversées en changeant de brin dormant pour obtenir un nœud sécurisé. Cette étude concerne les nœuds de Duncan, de Field, de Giant et de SMC. Seul le nœud de Duncan nécessite plus de 3 demi-clefs.

L'étude récente de Burkhart²⁷ confirme la supériorité du FiberWire en terme de résistance et de sécurité sur les nœuds de Roeder et Weston.

IV. Etude prospective randomisée

IV. Etude prospective randomisée

IV.1 Introduction

Le but de cette étude est d'évaluer l'intérêt de la réparation arthroscopique des ruptures distales du supraspinatus par rapport à la réparation à ciel ouvert qui reste actuellement la référence.

L'évaluation porte sur 5 aspects.

- La douleur postopératoire évaluée par l'EVA (évaluation visuelle analogique) et la dose de morphine administrée au patient.
- L'aspect clinique à cours (3 mois) et à moyen terme (1 an) évalué par le score de Constant et Murrey et le SST (simple shoulder test).
- Les délais de récupération et de reprise professionnelle.
- L'aspect iconographique avec contrôle par arthroscanner de la coiffe réparée.
- Et l'aspect économique évalué par la durée d'hospitalisation.

IV.2 Patients et méthode

Il s'agit d'une étude *prospective randomisée* menée entre octobre 2003 et janvier 2005.

Les patients inclus dans cette étude devaient présenter une rupture distale isolée du supra spinatus authentifiée soit par arthroscanner, soit par IRM.

Des antécédents chirurgicaux au niveau de l'épaule concernée constituaient un critère d'exclusion.

L'indication opératoire était posée devant le caractère symptomatique de la lésion.

Les patients étaient informés, en préopératoire, de la nécessité d'effectuer un contrôle anatomique de la réparation, 1 an après l'intervention, par arthroscanner. Les patients allergiques à l'iode étaient contrôlés par IRM.

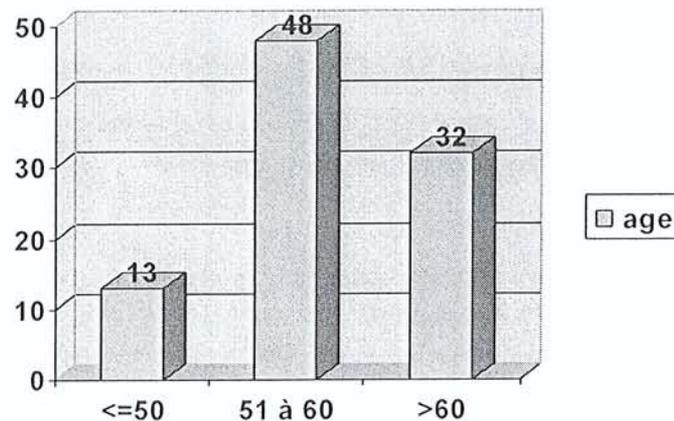
IV.2.1 Patients

Du 1^{er} Octobre 2003 au 21 Janvier 2005, 93 épaules sur 92 patients ont été traitées à la Clinique de Traumatologie et d'Orthopédie de Nancy pour une rupture distale du supra spinatus.

IV.2.1.1 Caractéristiques générales de la population

Les caractéristiques concernant l'état civil de notre série sont les suivantes :

- Sexe : 44 femmes (47.3%) et 49 hommes (52.7%).
- Age moyen au moment de l'intervention : 57.9 ans avec des extrêmes allant de 37.9 à 73.8 ans. La répartition en catégories d'âges a permis de classer les patients en trois classes.



- Profession : nous avons réparti les patients en quatre groupes selon leur activité professionnelle au moment de l'intervention.
 1. Patients sédentaires ; 7 (7.5%)
 2. Patients actifs ; 68 (73.2%)
 3. Patients sportifs de loisir ; 17 (18.3%)
 4. Patient sportif de compétition ; 1 (1%)
- Côté opéré : il s'agissait de 64 épaules droites (68.8%) et 29 épaules gauches (31.2%). Dans 69 cas (74.2%), le côté opéré est le membre dominant. Dans 1 cas nous avons opéré les deux épaules.
- Le délai d'évolution pré-opératoire des symptômes a été de 23.7 mois en moyenne (1 mois à 14.5 ans).
- 55 patients (59.1%) ont bénéficié d'une ou de plusieurs infiltrations au niveau de l'épaule.
- 50 patients (53.7%) ont effectué une rééducation préopératoire.

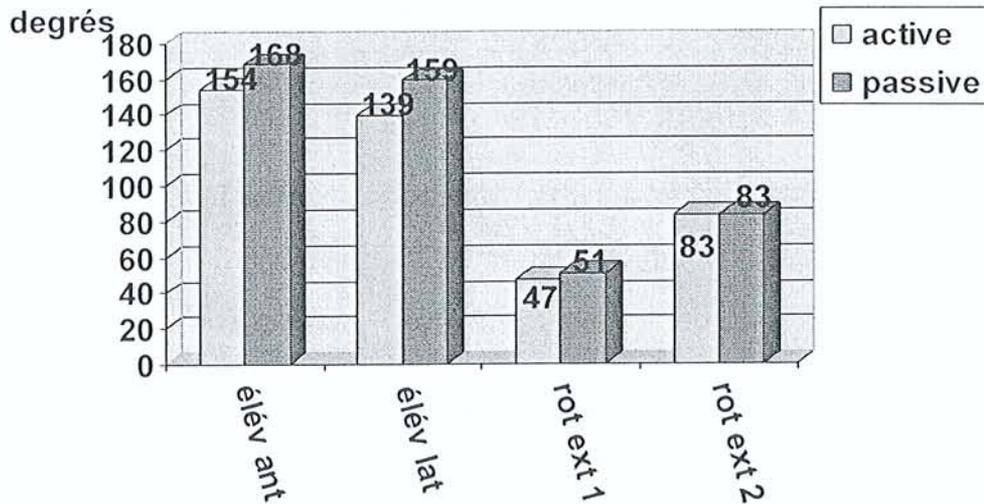
- 29 patients (31.2%) ont rattaché le début de leurs symptômes à un traumatisme déclenchant.
- 17 patients (18.3%) ont été pris en charge en accident du travail ou en maladie professionnelle pour ce problème d'épaule au moment de l'intervention.
- 8 patients (8%) ont une mobilité passive diminuée en pré opératoire avec une élévation antérieure passive inférieure à 140°.

IV.2.1.2 Bilan pré opératoire

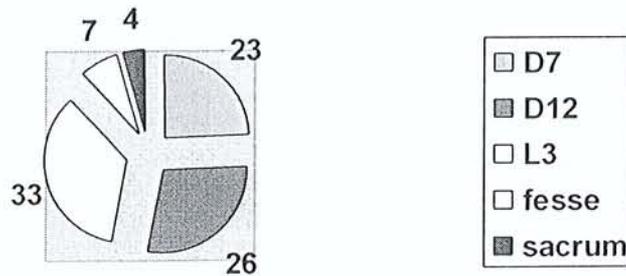
L'état pré-opératoire a pu être évalué à la fois cliniquement par un examen programmé de l'épaule et par le score de Constant :

- Tous les patients présentaient à divers degrés des signes de conflit sous acromial positifs.
- 18 patients (19.3%) présentaient des douleurs de l'articulation acromioclaviculaire.
- Le test de Jobe⁹² a été estimé positif dans 67 cas (72%), négatif dans 15 cas (16%) et douloureux mais soutenu dans 11 cas (11.8%).
- Le « palm up test »⁴⁶ a été jugé positif dans 18 cas (19.3%), le « lift of test »⁷⁸ a été jugé positif dans 6 cas (6.4%) et le test de Patte a été jugé positif dans 14 cas (15%).
- Les amplitudes articulaires préopératoires actives et passives sont résumées dans les graphiques ci-dessous.

Amplitudes préopératoires



Rotation interne active



- Le score de Constant moyen préopératoire a été évalué à 59/100 avec des extrêmes allant de 24 à 91 points). La douleur était en moyenne de 6/15 points (0-10). Concernant les trois autres items du score de Constant, l'activité était en moyenne de 11.5/20 points (4-20), la mobilité était à 33/40 points (8-40), et la force en moyenne à 9/25 points (0-25).
- Le SST préopératoire moyen est de 7.1/12 avec des extrêmes allant de 0/12 à 12/12.

Tous les patients ont bénéficié dans les jours précédents l'intervention d'un bilan radiographique systématique de l'épaule concernée (un cliché de face stricte, un cliché de face de Liotard et un cliché de profil de Liotard), ce qui a permis de retrouver :

- Selon la classification de Bigliani et Morrison²² la morphologie pré-opératoire de l'acromion se répartissait en :
 - Acromion de type 1 (plat) : 6 cas (6.4%).
 - Acromion de type 2 (courbe) : 60 cas (64.5%).
 - Acromion de type 3 (en crochet) : 27 cas (29%).

- Il existait des signes radiographiques d'arthrose acromio-claviculaire dans 29 cas (31.2%).

- Un os acromial n'a été retrouvé que 1 fois (1%).

- L'arthrose gléno-humérale a été jugée sur la classification de Samilson¹⁵⁴. La répartition des stades arthrosiques retrouvait :
 - Absence de signe d'arthrose ou stade 1 : 91 cas (97.8%).
 - Stade 2 : 2 cas (2.1%).
 - Stade 3, Stade 4 et 5 : 0 cas pré-opératoire.

- La hauteur de l'espace sous-acromial¹³⁹ a été mesurée en moyenne à 8.58mm (6-11).

Enfin, tous les patients ont bénéficié d'un ou plusieurs examens complémentaires pré-opératoires autres que les radiographies standards :

- 65 patients (78.4%) ont bénéficié d'un arthroscanner.
- 20 patients (21.5%) ont bénéficié d'une IRM.
- 8 patients (8.3%) ont bénéficié des 2 examens.

Sur ces examens, nous avons évalué la dégénérescence graisseuse (DG) préopératoire du supraspinatus selon la classification de Goutallier⁸⁴. Cette analyse n'a pu être effectuée que sur 85 dossiers.

- Absence de DG ou Stade 0 : 63 cas (74.1%).
- Stade I : 18 cas (21.1%).
- Stade II : 4 cas (4.7%).
- Stade III et stade IV : 0 cas préopératoire.

IV.2.2 Méthode

Un tirage au sort a été effectué la veille de chaque intervention permettant de définir le mode opératoire : arthroscopique ou ciel ouvert. 58 patients ont été opérés par chirurgie arthroscopique et 35 par chirurgie conventionnelle dite « à ciel ouvert ».

Nous avons effectué une étude statistique en recueillant l'ensemble des informations sur tableur Excel®. Nous avons mené l'étude en utilisant le logiciel de traitement Staviw®.

Cinq tests statistiques ont été réalisés :

- Le test du Chi 2 a permis de comparer les variables qualitatives.
- Nous avons utilisé des tests de régression simple, de Fischer, de Student et de Bartlett pour comparer les variables quantitatives et qualitatives.
- Le test non paramétrique de Kruskal et Wallis a été utilisé lorsque les variances des sous groupes n'étaient pas égales ou lorsque les distributions n'étaient pas gaussiennes.

Enfin, le taux de significativité minimal retenu a été de 5% ($p < 0,05$).

IV.2.2.1 Techniques chirurgicales et constatations peropératoires

IV.2.2.1.1 Technique à ciel ouvert

IV.2.2.1.1.1 L'anesthésie

L'intervention a été réalisée sous anesthésie générale dans 33 cas et sous ALR dans 2 cas. Les AG ont été complétées par un bloc interscalénique dans 26 cas (74.3%) pour l'antalgie post opératoire. Le patient est installé en position demi assise.

IV.2.2.1.1.2 La voie d'abord

La voie d'abord, supéroexterne de 3 à 4cm, permet de disciser les fibres du deltoïde, entre chef antérieur et chef moyen, et de désinsérer le chef antérieur de son attache acromiale.

Un écarteur contre coudé est mis en place dans l'espace sous-acromial afin de le décoapter et de protéger la tête humérale pendant le temps de l'acromioplastie.

IV.2.2.1.1.3 L'acromioplastie

L'acromioplastie antéroexterne est réalisée à la scie oscillante selon la technique de Neer¹³⁴ : transformer un acromion agressif (type 2 ou 3 selon la classification de Bigliani et Morisson) en un acromion plat (type 1). Dans 4 cas, l'acromioplastie a été associée à un co-planning acromioclaviculaire consistant en la résection des ostéophytes claviculaires inférieurs.

La bourse acromiale est ensuite excisée permettant d'analyser la coiffe et la rupture à l'aide du palpeur.

IV.2.2.1.1.4 Evaluation de la rupture

La perforation du supraspinatus est mesurée dans le plan frontal et sagittal après excision des différents feuillet de la bourse.

La taille de la rupture a été estimée, en moyenne, dans le plan sagittal à **1.6cm** avec des extrêmes allant de **0.5 à 2.5cm** et dans le plan frontal, correspondant à la rétraction tendineuse, à **1.16cm** avec des extrêmes allant de **0.5 à 2cm**.

Dans **18 cas (51.4%)** la rupture a été jugée **totale**, dans **13 cas (37.1%)** **antérieure**, et dans **4 cas (11.4%)** **postérieure**. Dans **5 cas (14.3%)** la rupture s'étendait en avant à l'intervalle des rotateurs et dans **10 cas (28.5%)** la rupture s'étendait en arrière à la partie haute du tendon de l'infraspinatus.

Le tendon était jugé souple et réductible dans **33 cas (94.3%)** et délaminé dans **24 cas (68.5%)**.

IV.2.2.1.1.5 Le biceps

Le biceps a été jugé **normal** dans **3 cas (8.5%)**, **inflammatoire** dans **28 cas (80%)**, **rompu partiellement** dans **3 cas (8.5%)**, **rompu spontanément** dans **1 cas (2.8%)**, **couvert** dans **23 cas (65.7%)** et **instable** dans **3 cas (8.5%)**.

Dans **32 cas (91.4%)** une **ténodèse** a été réalisée. Dans **3 cas (8.5%)** aucun geste n'a été effectué. La technique utilisée permet d'enfouir le tendon bicipital par des points trans osseux d'Ethibon dans un orifice foré à la partie haute de la gouttière.

IV.2.2.1.1.6 La réparation tendineuse

Les berges tendineuses sont avivées et 1 ou 2 points en « U » sont mis en place sur le tendon pour arrêter la délamination si celle-ci est présente.

Le foot print est préparé pour recevoir le tendon. Une **tranchée osseuse** (fig1) a été utilisée dans **11**

cas (31.4%) et un simple **avivement osseux** (fig2) dans 24 cas (68.6%).

Le tendon est réinséré par des points trans osseux d'Ethibon n°2 en configuration simple ou en « U » selon l'importance de la rupture.

La suture tendineuse est complétée par des points de vicryl n°1 notamment pour fermer l'intervalle des rotateurs et la gouttière bicipitale.



fig1 tranchée osseuse



fig2 avivement osseux

Un drain de redon est laissé en place dans l'espace sous acromial. Le deltoïde antérieur est réinséré par 2 points en « X » transosseux de Mersuture n°1 et 1 point dans l'articulation acromioclaviculaire. Le deltoïde et la sous-peau sont fermés par des points de Vicryl et la peau par des agrafes.

Une écharpe simple assure la contention.

IV.2.2.1.2 Technique arthroscopique

IV.2.2.1.2.1 L'anesthésie

L'anesthésie générale a été largement utilisée (54 cas). L'ALR a été utilisée dans 4 cas. Dans 39 cas (67%) un BIS a été utilisé pour l'antalgie postopératoire, dans 4 cas un cathéter a été mis en place, en fin d'intervention, dans l'espace sous acromial et dans 2 cas une infiltration de Naropéine été effectuée à la fin de l'intervention dans l'espace sous acromial.

IV.2.2.1.2.2 L'installation

Le patient est installé en décubitus latéral (fig 1) sur table ordinaire avec traction en décoaptation. Le bras est en abduction d'environ 30° ce qui suffit à bien exposer l'espace sous-acromial. La force de traction dépend de la corpulence du patient et de la capacité à décoapter l'espace sous-acromial. Elle ne doit pas dépasser 10% du poids du corps. De plus, cela évite les étirements du plexus brachial. L'intérêt de cette installation est d'être simple, sans nécessité d'utiliser une table spéciale. Son seul reproche est de ne pas pouvoir convertir par voie deltopectorale. Cette installation a actuellement notre préférence.

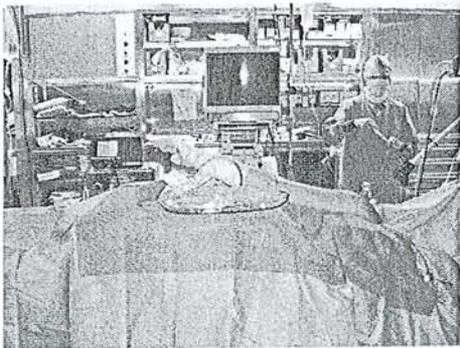


fig 1 décubitus latéral

IV.2.2.1.2.3 Les voies d'abord

Avant de débiter l'intervention, on dessine les repères osseux au crayon dermographique ; l'acromion, l'articulation acromioclaviculaire, la clavicule et l'apophyse coracoïde (fig 3).

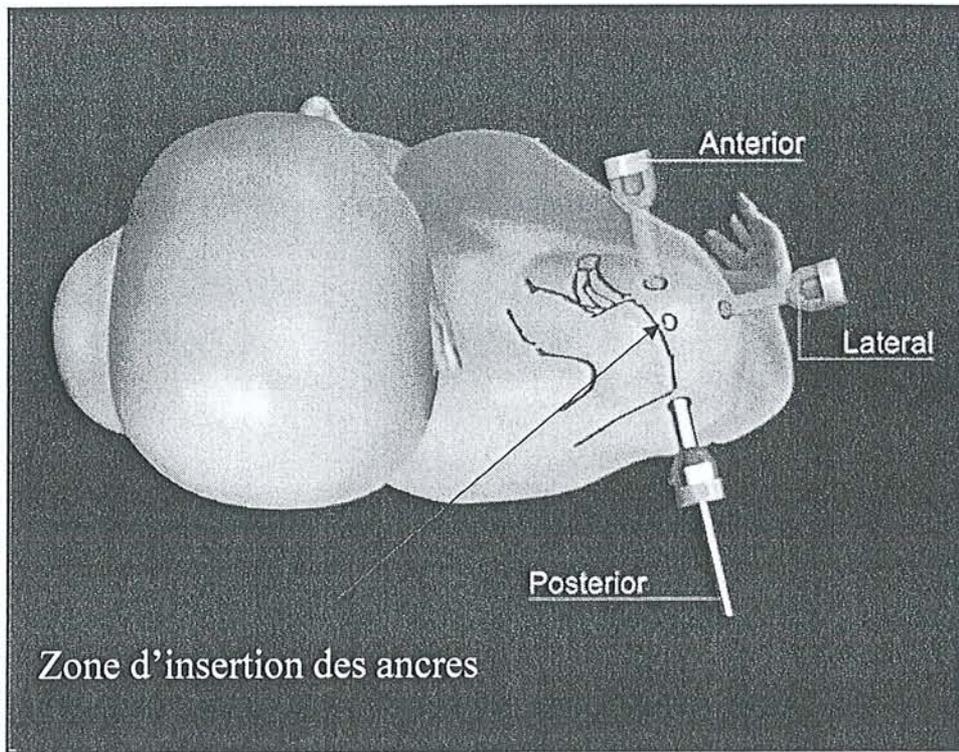


fig 3 les voies d'abord

Quatre voies d'abords sont habituellement nécessaires pour cette intervention avec d'arrière en avant ;

La voie postérieure (voie P) pour l'optique, située 1.5 cm en dessous et 1.5 cm en dedans de l'angle postéro-latéral de l'acromion au niveau du « soft point » entre infra spinatus et teres minor.

La voie antéro-latérale (voie AL) instrumentale, située 2 cm en dehors de l'angle antéro-latéral de l'acromion.

La voie latéro-acromiale (voie L), de localisation variable en fonction des lésions, située à proximité du bord latéral de l'acromion.

La voie antéro-médiale (voie AM) instrumentale, symétrique de la voie AL par rapport à la longue portion du biceps et en dehors de l'apophyse coracoïde. Cette voie est mise en place de dedans en dehors au dessus du tendon du subscapularis.

IV.2.2.1.2.4 L'exploration gléno-humérale

L'optique est mis en place par la voie postérieure. Après irrigation et vérification de la situation intra-articulaire de l'optique, on met en place la voie instrumentale AM de dedans en dehors. Le trocart de l'arthroscope est poussé à travers l'intervalle des rotateurs juste au dessus du tendon du subscapularis selon la technique de Wissinger. Une canule est alors introduite guidée par l'arthroscope. Un palpeur permet de faire le bilan lésionnel.

L'exploration gléno-humérale est un temps opératoire dynamique. Chaque structure sera palpée et testée. La visualisation des différentes structures pourra être améliorée par la mobilisation de l'épaule en abduction et surtout en rotation interne et externe.

On explore :

Les surfaces articulaires

Le bourrelet

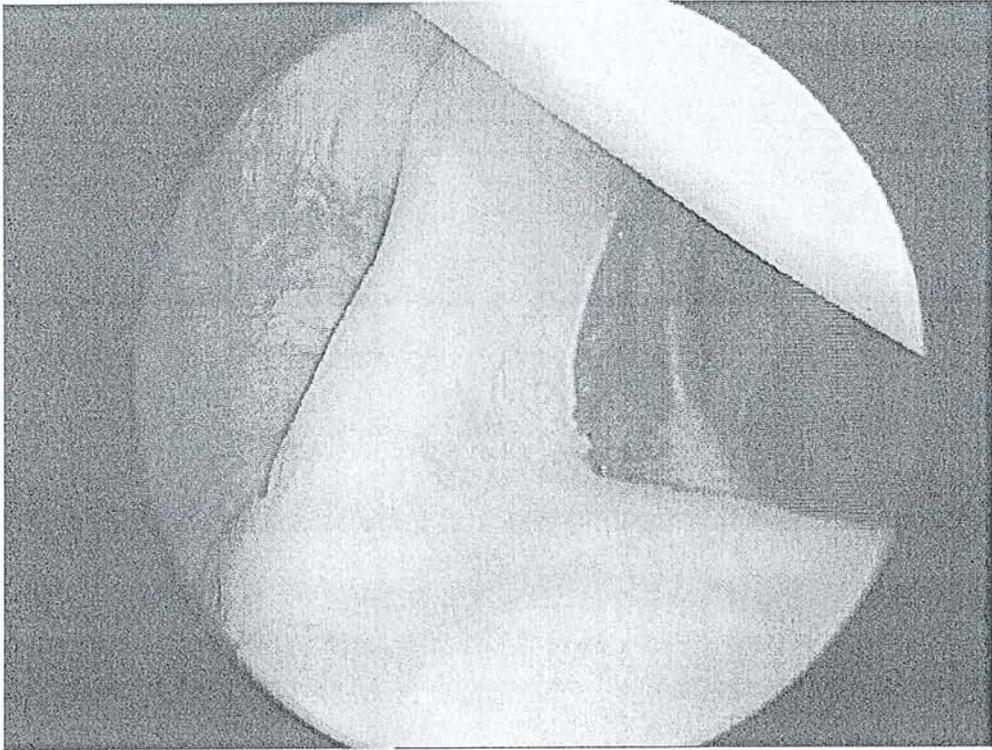
Le subscapularis

Le biceps : l'insertion du complexe labro-bicipital, la stabilité et la mobilité dans la gouttière, l'aspect du tendon (inflammatoire, hypertrophique, rupture partielle ou totale). C'est à ce moment que sera prise la décision d'effectuer une ténodèse ou une ténotomie.

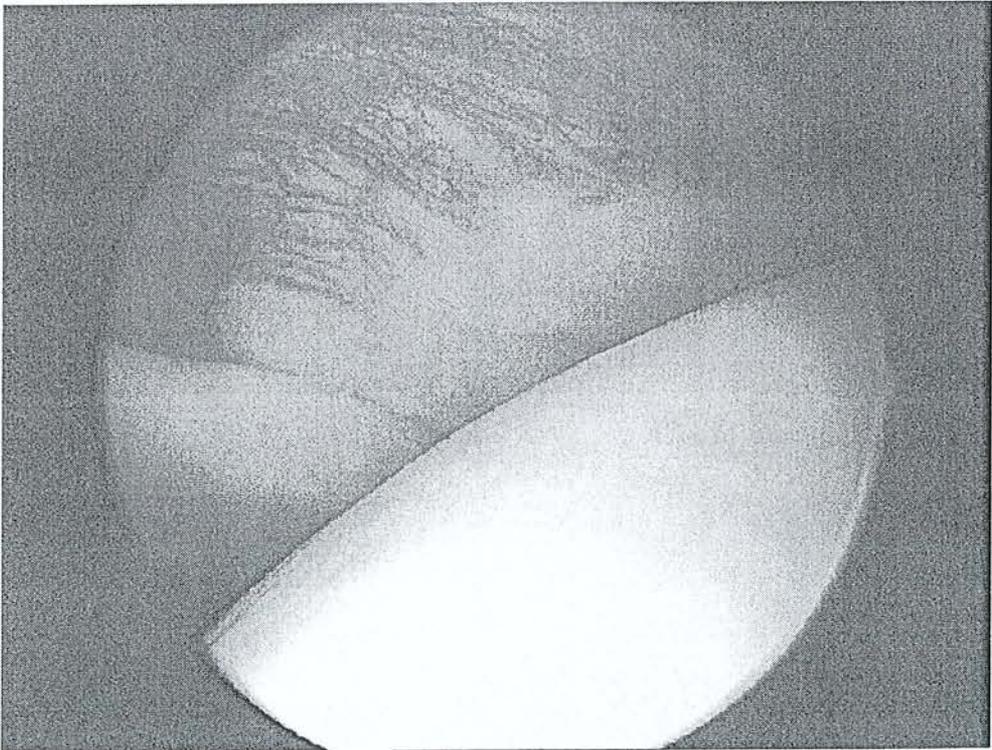
La face profonde de la coiffe : elle est parfaitement visible lorsque le bras est mis en rotation externe. On observe alors la taille de la rupture, son extension en arrière par rapport au sulcus et son extension en avant par rapport à la gouttière bicipitale et au biceps.

IV.2.2.1.2.5 Le biceps

Le biceps a été jugé **normal** dans **10 cas (17.2%)**, **inflammatoire** dans **40 cas (68.9%)**, **rompu partiellement** dans **14 cas (24.1%)**, **rompu spontanément** dans **aucun cas**, **couvert** dans **42 cas (72.4%)** et **instable** dans **8 cas (13.8%)**.



Biceps normal



Face profonde du supraspinatus

Dans **31 cas (53.4%)** une **ténodèse** a été réalisée et dans **17 cas (29.3%)** une simple **ténotomie**. Dans **10 cas (17.2%)** aucun geste n'a été effectué sur le biceps.

Nous utilisons, dans le service, deux techniques de ténodèse ; la technique décrite par Sekiya, Elkousy et Rodosky ¹⁵⁶ qui consiste à ténodéser la longue portion du biceps dans l'intervalle des rotateurs. Cette technique a été utilisée dans **16 cas** ce qui représente **51.61%** des ténodèses, et la ténodèse sur ancre, positionnée à la partie haute de la gouttière, utilisée dans **15 cas (48.39%)** ; 13 fois avec une ancre TwinFix Ti Quick T et 2 fois avec une ancre FastTak.

Technique de Rodosky ;

La technique commence dans l'articulation gléno-humérale et se termine dans l'espace sous acromial. Le biceps est traversé à la sortie de sa gouttière par une aiguille de rachianesthésie. Dans cette aiguille, on introduit un fil de PDS n°1 qui sera récupéré, en intra-articulaire, par une pince préhensive utilisant la canule AM et mis en attente. Un deuxième fil sera introduit de façon identique et récupéré par la même canule. Un pont tendineux doit être respecté entre les deux passages. Les 2 fils récupérés par la canule sont noués à l'extérieur. La traction externe sur les autres extrémités permet de plaquer le nœud sur le tendon. Les deux fils seront ensuite retrouvés dans l'espace sous acromial puis noués.

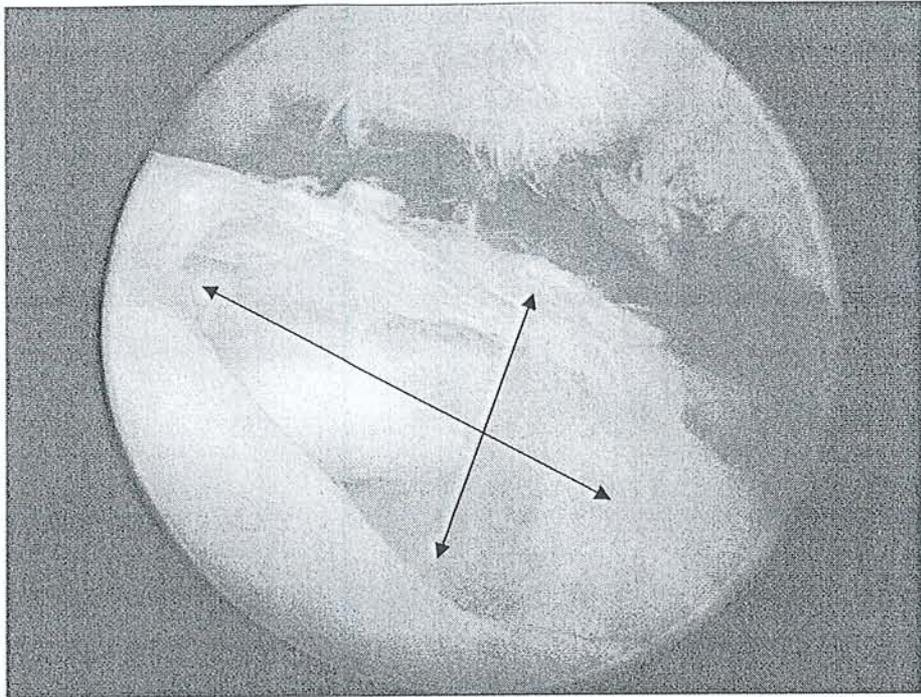
Dans la technique initiale, les auteurs se servent des fils de PDS pour faire un relais à un fil tressé non résorbable. Dans notre pratique, on préfère doubler le montage en conservant le fil de PDS.

Il existe une variante à cette technique qui consiste à récupérer le fil de PDS avec une pince Bird Beak qui traverse elle-même le biceps. Cette technique permet d'éliminer la présence du nœud intra-articulaire et de conserver un montage qui coulisse, qui est bien plus facile à noué dans l'espace sous acromial.

IV.2.2.1.2.6 La bursoscopie

L'arthroscope, toujours par la voie P, est retiré de l'articulation pour être glissé dans l'espace sous-acromial. La perception osseuse au bout de l'arthroscope permet de confirmer sa bonne position. Création de la voie AL pour le palpeur et le shaver. On effectue une bursectomie la plus exhaustive possible ce qui permet d'exposer la face superficielle de la coiffe, l'acromion et le ligament acromio-claviculaire. En cas de pathologie acromio-claviculaire associée, on exposera le bord inférieur de la clavicule.

La perforation du supraspinatus est mesurée dans le plan frontal et sagittal après excision des différents feuillets de la bourse.



Rupture totale isolée du supraspinatus 2cm x 2cm

La taille de la rupture a été estimée, en moyenne, dans le plan sagittal à **1.54cm** avec des extrêmes allant de **0.5 à 2.5cm** et dans le plan frontal, correspondant à la rétraction tendineuse, à **1.09cm** avec des extrêmes allant de **0.5 à 2cm**.

Dans **27 cas (46.5%)** la rupture a été jugée **totale**, dans **29 cas (50%)** **antérieure**, et dans **2 cas (3.4%)** **postérieure**. Dans **13 cas (22.4%)** la rupture s'étendait en avant à l'intervalle des rotateurs et dans **7 cas (12%)** la rupture s'étendait en arrière à la partie haute du tendon de l'infraspinatus. Le tendon était jugé souple et réductible dans **57 cas (98.2%)** et délaminé dans **15 cas (25.8%)**.

IV.2.2.1.2.7 L'acromioplastie

Après repérage, le ligament acromio-coracoïdien est sectionné et réséqué. Le principe de l'acromioplastie sous arthroscopie est le même que l'acromioplastie décrite par Neer¹³⁴ : transformer un acromion agressif (type 2 ou 3 selon la classification de Bigliani et Morisson) en un acromion plat (type1).

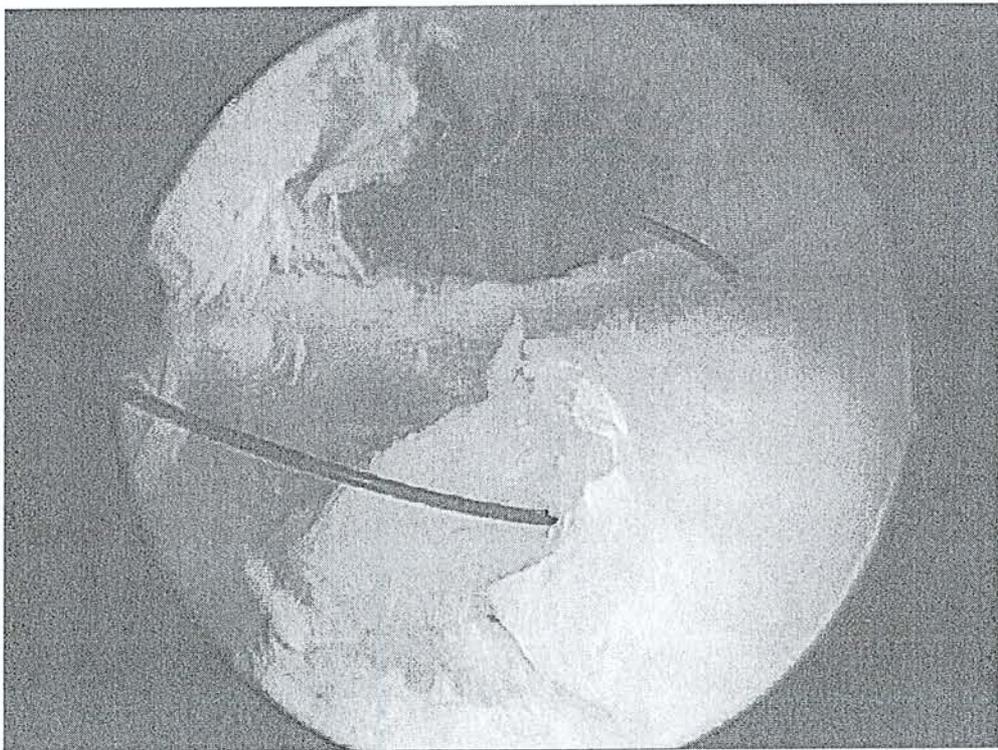
Dans 2 cas, l'acromioplastie s'est accompagnée de la résection du centimètre externe de la clavicule et dans 4 cas d'un co-planning acromioclaviculaire consistant en la résection des ostéophytes claviculaires.

IV.2.2.1.2.8 La réparation tendineuse

La rupture tendineuse est analysée par son extension frontale et sagittale ainsi que par sa délamination. La rupture est mesurée à l'aide du crochet palpeur gradué tous les 5mm. Le tendon est mobilisé en libérant les adhérences superficielles et avec une pince préhensive on vérifie que le tendon peut être réduit à l'aplomb du trochiter. Les berges tendineuses sont avivées au shaver et le foot print à la fraise motorisée.

Dans **12 cas** nous avons effectué une réinsertion en **double rang** et dans **46 cas** une réinsertion en **simple rang**.

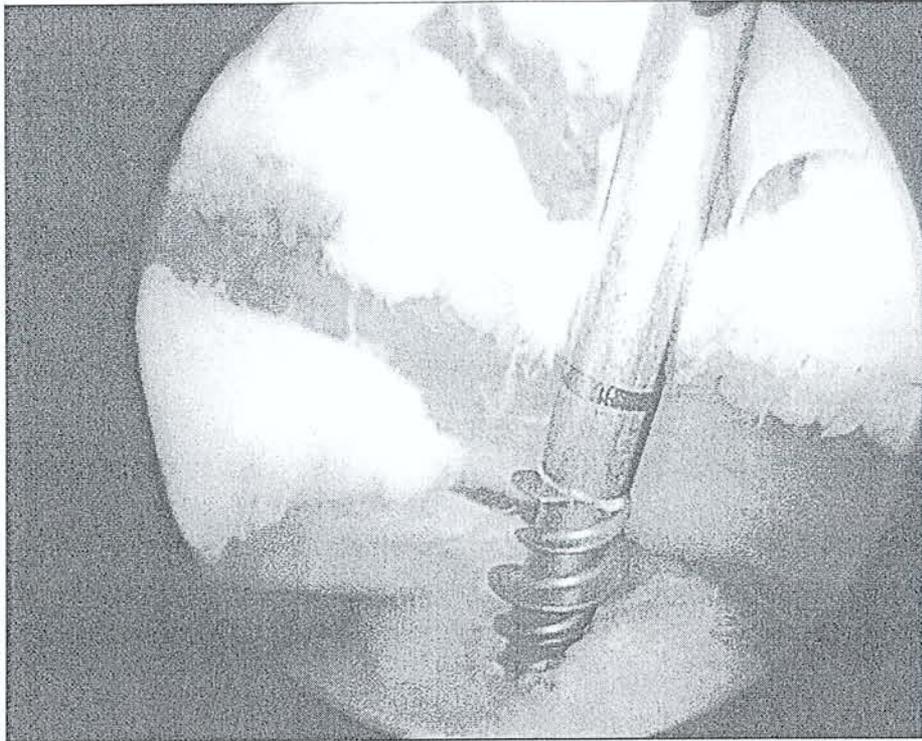
On utilise pour le passage des fils le crochet spectrum (Linvatec) ou les pinces Bird Beak. Le crochet spectrum permet de passer un fil de PDS n°1 soit en simple, soit en « U ». Le fil de PDS sert ensuite de relais pour mettre en place le fil non résorbable.



Relais de PDS

Au début de notre série nous utilisons des ancrés impactées (Mitek Rotator Cuff Anchor). Dans ce cas, le passage des fils est effectué avant l'introduction de l'ancre et l'ancre est descendue sur le fil en place. Cette technique a été utilisée 11 fois.

Actuellement nous utilisons une ancre vissée (Corkscrew 3.5 et 5.0 Arthrex) avec du fil FiberWire monté sur l'ancre. Dans ce cas l'ancre est d'abord mise en place et les fils sont secondairement passés dans la coiffe par le relais de PDS.



Ancre vissée

L'utilisation des pinces Bird Beak est une alternative pour le passage des fils. Après avoir vissé l'ancre et libéré les fils de l'ancillaire, on utilise les pinces Bird Beak pour transfixier la coiffe de dessus en dessous et récupérer le fil au niveau de l'ancre. Cette technique a l'avantage de ne plus utiliser le relais de PDS.

L'ancre TwinFix T Quick T a parfois été utilisée pour appliquer « l'oreille » qui se forme parfois en avant ou en arrière de la réparation. L'utilisation de ce dispositif transfixiant la coiffe permettait d'améliorer l'application de la coiffe au trochiter mais n'a jamais été utilisé seul pour réinsérer le tendon en dehors d'un cas où la rupture était de petite taille.

Les ancres sont insérées au sommet de la grosse tubérosité à environ 5mm du cartilage articulaire avec une inclinaison d'environ 45° par rapport à l'axe de traction de la coiffe selon les recommandations de Burkhart²⁶.

Dans les cas de réinsertion en double rang (12 cas), les ancres les plus médiales sont implantées à proximité du cartilage articulaire et les ancres les plus latérales sur le bord latéral du trochiter. Habituellement trois sont nécessaires : une ancre médiale, une Corkscrew 5.0 et deux ancres latérales, des Corkscrew 3.5 (fig 1). Dans les petites ruptures, une seule ancre latérale a parfois été suffisante (fig 2).

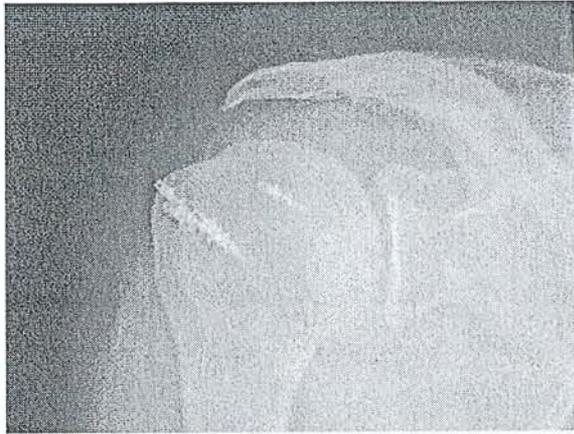


fig1 double rang, 2 ancrés latérales, ténodèse sur ancre

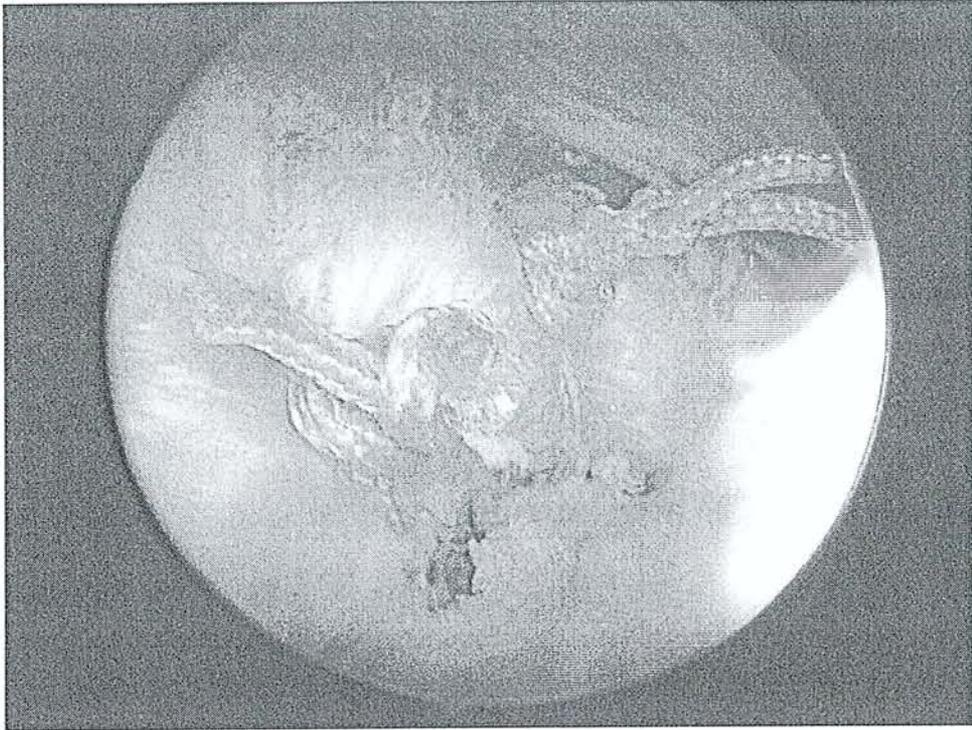


fig 1 double rang, 1 ancre latérale

Nous utilisons le nœud de **Duncan** plus communément appelé nœud de pêcheur et le nœud de **mid-ship** pour nouer les brins. Le nœud, réalisé à l'extérieur, est descendu à l'aide du pousse nœud jusqu'au contact de la coiffe. Le nœud est ensuite bloqué par des demiclefs successives réalisées alternativement sur chacun des deux brins.

La qualité de la réparation, la tension et la solidité de la réparation étaient systématiquement vérifiées visuellement et à l'aide du crochet palpeur.

En moyenne, **1.8 ancrés par réparation** ont été nécessaires avec des extrêmes allant de 1 à 3 ancrés. Dans **19 cas (32.7%)** nous avons utilisé **1 ancre**, dans **27 cas (46.5%) deux ancrés** et dans **12 cas (20.7%) 3 ancrés**.



Aspect final

En fin de procédure, le liquide de drainage est évacué et les points d'introductions sont laissés à la cicatrisation dirigée.

IV.2.2.1.2.9 Geste complémentaire

Dans un cas l'exérèse d'une calcification du supraspinatus a été réalisée.

IV.2.2.2 Suites opératoires

Quelque soit la technique utilisée, le protocole de rééducation est identique et est enseigné aux patients en post opératoire. Ils effectueront les exercices eux-mêmes le premier mois en respectant le seuil de la douleur.

Une immobilisation simple par écharpe est mise en place à titre antalgique pour 1 mois associée à la prescription d'un traitement antalgique peros si besoin.

IV.2.2.2.1 Groupe ciel ouvert

2 patients ont effectué leur rééducation en centre.

On ne note pas de complication particulière dans ce groupe, notamment de lésion vasculonerveuse, infectieuse, cicatricielle ni de déhiscence du deltoïde.

Dans 5 cas, en raison d'importantes douleurs postopératoires immédiates, il a été nécessaire de mettre en place une attelle d'abduction pour une durée de 48 heures dans 4 cas et 8 jours dans 1 cas.

La durée moyenne de l'hospitalisation a été de 2.9 jours (1-5).

IV.2.2.2.2 Groupe arthroscopie

Trois patients ont effectué leur rééducation en centre.

On ne note pas de complication particulière dans ce groupe, notamment de lésion vasculonerveuse, infectieuse ou cicatricielle.

Il faut souligner que dans 11 cas (18.9%), des difficultés peropératoires d'ordre technique sont survenues ;

- 4 cas de rupture de fil (Ethibon) sur ancre Mitek Rotator Cuff Anchor.
- 1 cas de rupture de fil (FiberWire) sur ancre Corkscrew.
- 1 cas de section d'un des fil de ténodèse avec le shaver.
- 1 cas de lachage du nœud.
- 1 cas d'expulsion d'ancre Corkscrew au serrage du nœud.
- 1 cas d'échec de ténodèse sur ancre FastTak.
- Et 2 cas de désolidarisation du fil de l'ancre pendant un relais au PDS.

Un patient a nécessité une conversion peropératoire en miniopen en raison de difficultés d'ordre technique.

La durée moyenne de l'hospitalisation a été de 2.1 jours (1-6).

IV.2.2.3 Récapitulatif

	Ciel ouvert	Arthroscopie	p
Nb patient	35	58	-
Taille rupture sagittale	1,6 cm (0,5-2,5)	1,5 cm (0,5-2,5)	NS
Taille rupture frontale	1,16 cm (0,5-2)	1,1 cm (0,5-2)	NS
Biceps normal	3 (8,5%)	10 (17,2%)	-
Biceps inflammatoire	28 (80%)	40 (68,9%)	-
Biceps rompu partiellement	3 (8,5%)	14 (24,1%)	-
Biceps rompu	1 (2,8%)	0	-
Ténodèse	32 (91,4%)	31 (53,4%)	-
Ténotomie	0	17 (29,3%)	-
Tranchée osseuse	11 (31,4%)	0	-
Avivement osseux	24 (68,6%)	58 (100%)	-
Simple rang	-	46 (79%)	-
Double rang	-	12 (21%)	-
BIS post opératoire	26 (74,3%)	39 (67%)	-

IV.2.2.4 Evaluation postopératoire

IV.2.2.4.1 Clinique

La douleur postopératoire a été évaluée par EVA (évaluation visuelle analogique) le soir de l'intervention, le lendemain et au septième jour postopératoire par téléphone.

Les révisions cliniques ont été effectuées au 3^e mois et à 1 an de l'intervention. L'examen consistait en la mesure des amplitudes articulaires actives et passives ainsi qu'en la réalisation d'un score de Constant. L'examen comportait également la réalisation des tests spécifiques de la coiffe et notamment le test de Jobe. Les patients remplissaient à chaque révision un SST (Simple Shoulder Test).

A la révision de 1 an ils répondaient au questionnaire de satisfaction qui comportait 4 items : très satisfait, satisfait, moyennement satisfait, non satisfait.

IV.2.2.4.2 Radiographique

Les radiographies postopératoires comportaient une incidence de face stricte et deux incidences de Liotard, de face et de profil. L'espace sous-acromial a été mesuré à la révision de 1 an.

IV.2.2.4.3 Scannographique

Tous les patients qui ont accepté ont été contrôlés par arthroscanner. Dans un cas une simple arthrographie a été réalisé et dans deux cas, une IRM, en raison d'une allergie supposée à l'iode.

IV.3 Résultats

Au recul de 3 mois, tous les patients ont été cliniquement contrôlés.

Au recul de 1 an, 6 patients ont refusé de revenir à la consultation de contrôle. Ils n'ont donc pas eu de contrôle anatomique. Il s'agissait de 5 patients opérés par arthroscopie et 1 patient opéré à ciel ouvert. Ils ont tous expliqué que leur épaule allait bien et que leur état ne nécessitait pas de consultation.

Au total, le taux de révision clinique et anatomique à 1 an est de 93,5%.

IV.3.1 Caractéristiques de chaque groupe

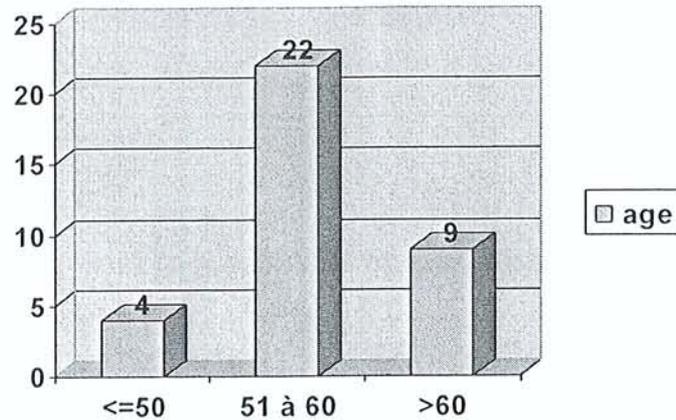
IV.3.1.1 Groupe des réparations à ciel ouvert

Durant cette étude, 35 patients ont bénéficié d'une réinsertion du supraspinatus à ciel ouvert.

IV.3.1.1.1 Caractéristiques générales

Les caractéristiques concernant l'état civil du groupe des réparations à ciel ouvert sont les suivantes :

- Sexe : 22 femmes (62.8%) et 13 hommes (37.1%).
- Age moyen au moment de l'intervention : 56.9 ans avec des extrêmes allant de 37.9 à 69.8 ans. La répartition en catégories d'âge a permis de classer les patients en trois classes.

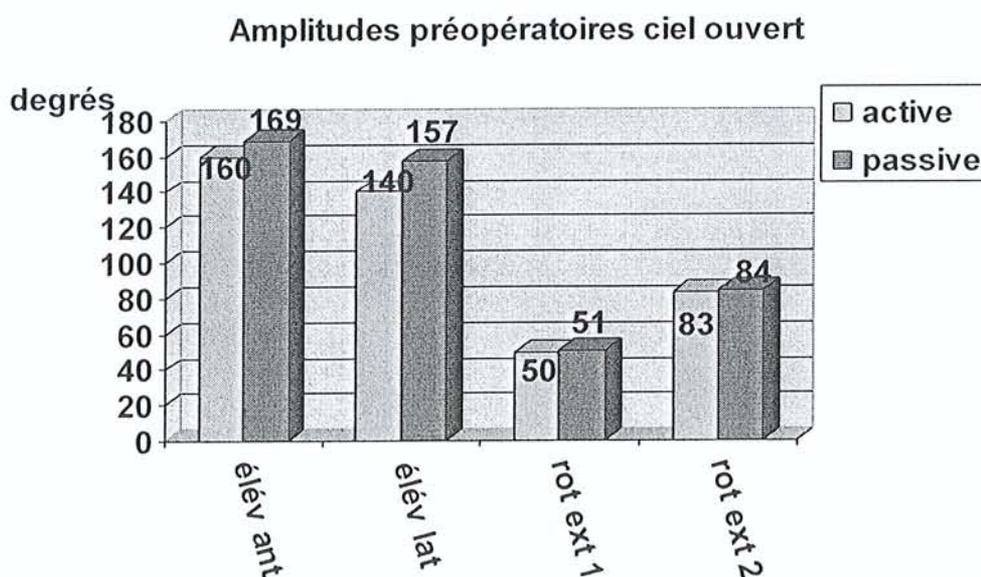


- Profession : nous avons réparti les patients en quatre groupes selon leur activité physique au moment de l'intervention.
 1. Patients sédentaires ; 1 (2.8%)
 2. Patients actifs ; 26 (74.3%)
 3. Patients sportifs de loisir ; 8 (22.8%)
 4. Patient sportif de compétition ; 0 (0%)
- Coté opéré : il s'agissait de 20 épaules droites (57.1%) et 15 épaules gauches (42.8%). Dans 20 cas (57.1%), le coté opéré est le membre dominant.
- Le délai d'évolution pré-opératoire des symptômes a été de 27.7 mois en moyenne (1 mois à 14.5 ans).
- 17 patients (48.5%) ont bénéficié d'une ou de plusieurs infiltrations, en préopératoire, au niveau de l'épaule. Ce nombre est en moyenne de 2.2 (1-4).
- 21 patients (60%) ont effectué une rééducation préopératoire. La durée moyenne de la rééducation est de 2.52 mois (1-15).
- 12 patients (34.3%) ont rattaché le début de leurs symptômes à un traumatisme déclenchant.
- 9 patients (27.2%) ont été pris en charge en accident du travail ou en maladie professionnelle pour ce problème d'épaule au moment de l'intervention.
- 3 patients (8.5%) ont une mobilité passive diminuée en pré opératoire avec une élévation antérieure passive inférieure à 140°.

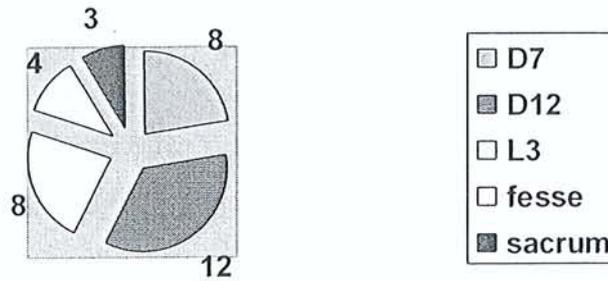
IV.3.1.1.2 Bilan préopératoire

Sur les 35 patients de ce groupe on note que :

- 8 patients (24.8%) présentaient des douleurs de l'articulation acromioclaviculaire.
- Le test de Jobe⁹² a été estimé positif dans 25 cas (71.4%), négatif dans 5 cas (14.3%) et douloureux mais soutenu dans 5 cas (14.3%).
- Le « palm up test »⁴⁶ a été jugé positif dans 3 cas (8.5%), le « lift of test »⁷⁸ a été jugé positif dans 2 cas (5.7%) et le test de Patte a été jugé positif dans 7 cas (20%).
- Les amplitudes articulaires préopératoires actives et passives sont résumées dans les graphiques ci-dessous.



Rotation interne active ciel ouvert



- Le score de Constant moyen préopératoire a été évalué à 62/100 avec des extrêmes allant de 32 à 82 points). La douleur était en moyenne de 6/15 points (0-10). Concernant les trois autres items du score de Constant, l'activité était en moyenne de 12/20 points (4-18), la mobilité était à 34/40 points (20-40), et la force en moyenne à 10/25 points (4-21).
- Le SST moyen est de 7.6/12 (3-12).
- Selon la classification de Bigliani et Morrison²² la morphologie pré-opératoire de l'acromion se répartissait en :
 - Acromion de type 1 (plat) : 3 cas (8.5%).
 - Acromion de type 2 (courbe) : 26 cas (74.3%).
 - Acromion de type 3 (en crochet) : 6 cas (17.1%).
- Il existait des signes radiographiques d'arthrose acromio-claviculaire dans 8 cas (22.8%).
- Un os acromial n'a été retrouvé que 1 fois (2.8%).
- L'arthrose gléno-humérale a été jugée sur la classification de Samilson¹⁵⁴. La répartition des stades arthrosiques retrouvait :
 - Absence de signe d'arthrose ou stade 1 : 35 cas (100%).
 - Stade 2, Stade 3, Stade 4 et 5 : 0 cas pré-opératoire.
- La hauteur de l'espace sous-acromial¹³⁹ a été mesurée en moyenne à 8.77mm (7-11).

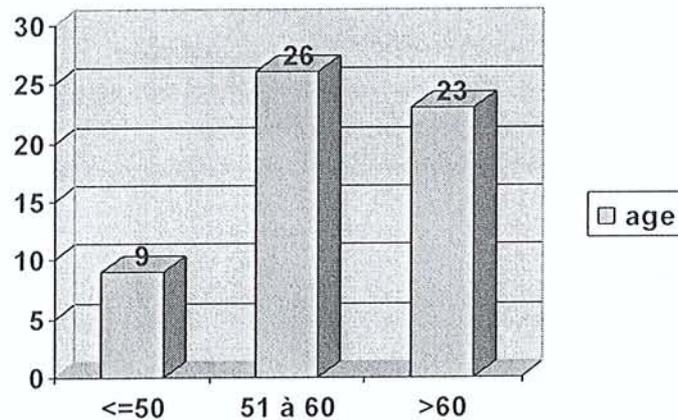
IV.3.1.2 Groupe des réparations arthroscopiques

Durant cette étude, 58 patients ont bénéficié d'une réinsertion du supraspinatus sous arthroscopie.

IV.3.1.2.1 Caractéristiques générales

Les caractéristiques concernant l'état civil du groupe des réparations sous arthroscopie sont les suivantes :

- Sexe : 29 femmes (50%) et 29 hommes (50%).
- Age moyen au moment de l'intervention : 58.4 ans avec des extrêmes allant de 39.5 à 73.8 ans. La répartition en catégories d'âge a permis de classer les patients en trois classes.



- Profession : nous avons réparti les patients en quatre groupes selon leur activité physique au moment de l'intervention.
 1. Patients sédentaires ; 6 (10.3%)
 2. Patients actifs ; 42 (72.4%)
 3. Patients sportifs de loisir ; 9 (15.5%)
 4. Patient sportif de compétition ; 1 (1.7%)
- Coté opéré : il s'agissait de 44 épaules droites (75.8%) et 14 épaules gauches (24.1%). Dans 49 cas (84.4%), le coté opéré est le membre dominant.
- Le délai d'évolution pré-opératoire des symptômes a été de 21.22 mois en moyenne (1.9 mois à 11 ans).

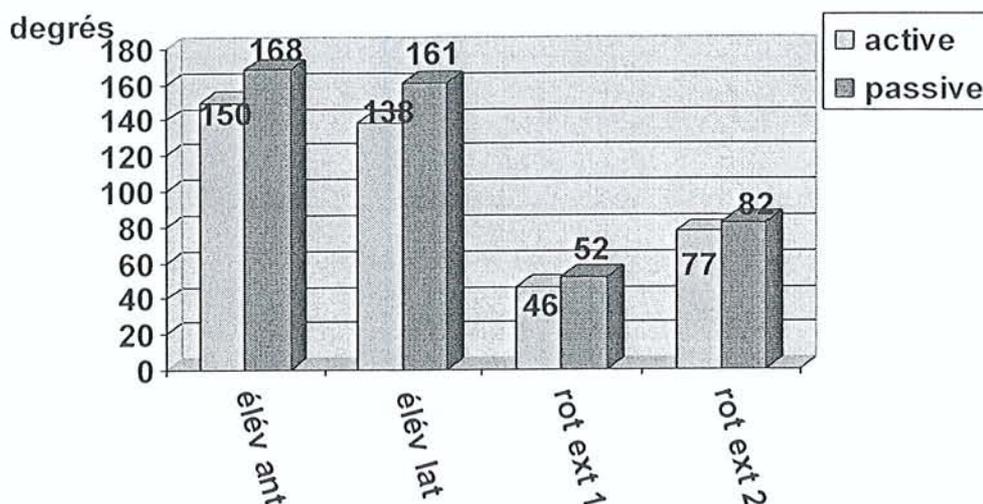
- 38 patients (65.5%) ont bénéficié d'une ou de plusieurs infiltrations, en préopératoire, au niveau de l'épaule. En moyenne ils ont reçu 2 infiltrations (1-6).
- 29 patients (50%) ont effectué une rééducation préopératoire, en moyenne, 2.13 mois avec des extrêmes allant de 1 à 6.
- 17 patients (29.3%) ont rattaché le début de leurs symptômes à un traumatisme déclenchant.
- 8 patients (13.8%) ont été pris en charge en accident du travail ou en maladie professionnelle pour ce problème d'épaule au moment de l'intervention.
- 5 patients (8.6%) ont une mobilité passive diminuée en pré opératoire avec une élévation antérieure passive inférieure à 140°.

IV.3.1.2.2 Bilan préopératoire

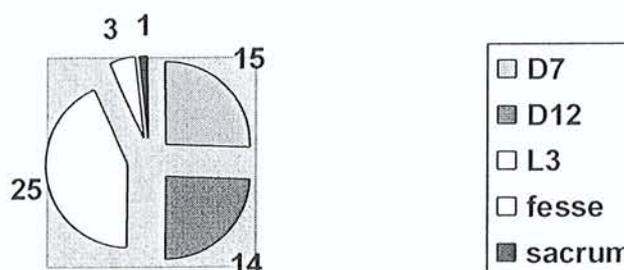
Sur les 58 patients de ce groupe on note que :

- 10 patients (17.2%) présentaient des douleurs de l'articulation acromioclaviculaire.
- Le test de Jobe⁹² a été estimé positif dans 42 cas (72.4%), négatif dans 10 cas (17.2%) et douloureux mais soutenu dans 6 cas (10.3%).
- Le « palm up test »⁴⁶ a été jugé positif dans 15 cas (25.8%), le « lift of test »⁷⁸ a été jugé positif dans 4 cas (6.9%) et le test de Patte a été jugé positif dans 7 cas (12%).
- Les amplitudes articulaires préopératoires actives et passives sont résumées dans les graphiques ci-dessous.

Amplitudes préopératoires ciel ouvert



Rotation interne active ciel ouvert



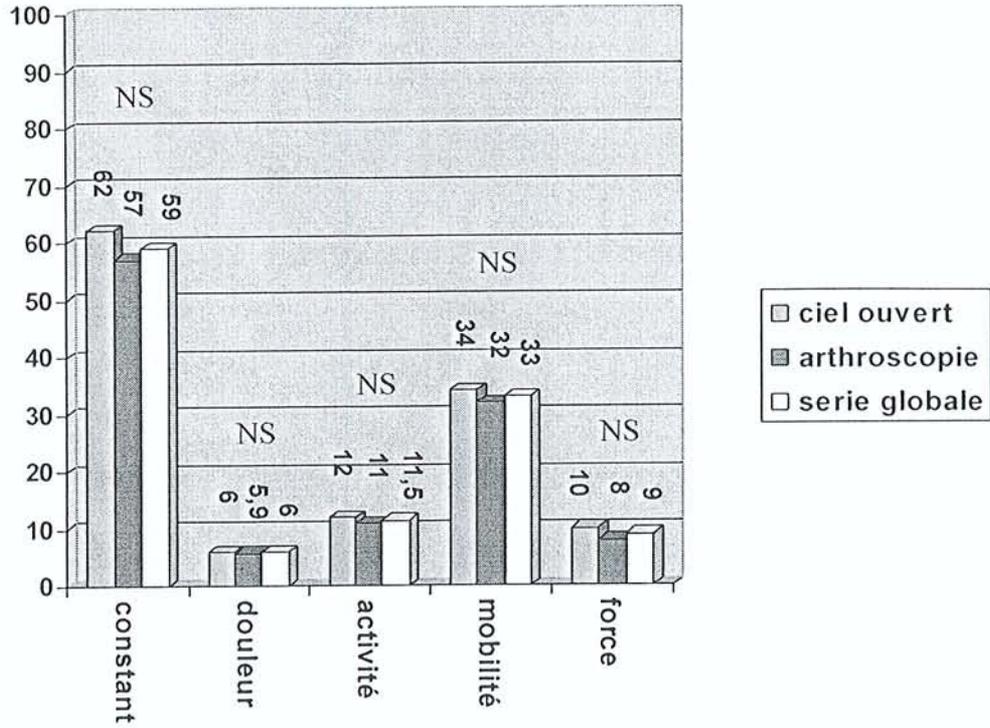
- Le score de Constant moyen préopératoire a été évalué à 57/100 avec des extrêmes allant de 24 à 91 points). La douleur était en moyenne de 5.9/15 points (0-10). Concernant les trois autres items du score de Constant, l'activité était en moyenne de 11/20 points (4-20), la mobilité était à 32/40 points (8-40), et la force en moyenne à 8.3/25 points (0-25).
- Le SST moyen est de 6.8/12 (0-12)
- Selon la classification de Bigliani et Morrison²² la morphologie pré-opératoire de l'acromion se répartissait en :
 - Acromion de type 1 (plat) : 3 cas (5.1%).
 - Acromion de type 2 (courbe) : 34 cas (58.6%).

- Acromion de type 3 (en crochet) : 21 cas (36.2%).
- Il existait des signes radiographiques d'arthrose acromio-claviculaire dans 21 cas (36.2%).
- Aucun os acromial n'a été retrouvé dans ce groupe.
- L'arthrose gléno-humérale a été jugée sur la classification de Samilson¹⁵⁴. La répartition des stades arthrosiques retrouvait :
 - Absence de signe d'arthrose ou stade 1 : 56 cas (96.5%).
 - Stade 2 : 2 cas (3.4%).
 - Stade 3, Stade 4 et 5 : 0 cas pré-opératoire.
- La hauteur de l'espace sous-acromial¹³⁹ a été mesurée en moyenne à 8.47mm (6-11).

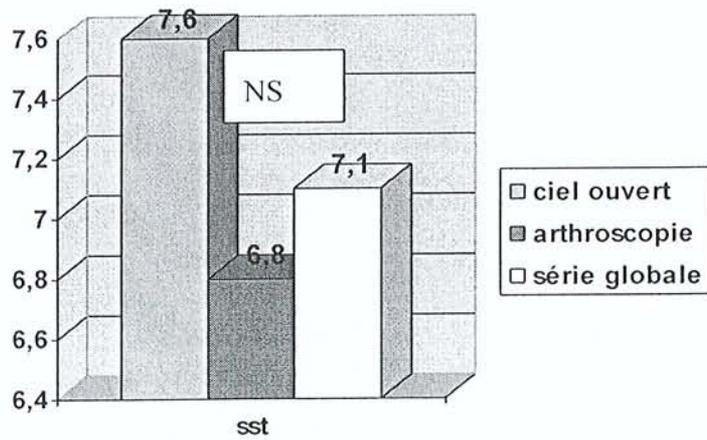
IV.3.1.3 Comparatif

	Ciel ouvert	Arthroscopique	p
Nombre	35	58	-
Femme	22 (62,8%)	29 (50%)	p=0,5
Homme	13 (37,1%)	29 (50%)	p=0,5
Age moyen	56,9 ans (37-70)	58,3 ans (39,5-73)	p=0,3
Coté dominant	57%	84,5%	p=0,2
Délai préopératoire	27,7 mois	21,2 mois	p=0,3
Acc travail ou MP	9 (27%)	8 (14%)	p=0,1
EAP<140°	3 (8,5%)	5 (8,6%)	-
Jobe positif	25 (71,4%)	42 (72,4%)	-
Acromion type 1	8,5%	5%	-
Acromion type 2	74%	59%	-
Acromion type 3	17,5%	36%	-
ESA	8,8 mm (7-11)	8,5 mm (6-11)	-
Constant préopératoire	62 (32-82)	57 (24-91)	p=0,1
Douleur	6 (0-10)	5,9 (0-10)	p=0,9
Activité	12 (4-18)	11 (4-20)	p=0,3
Mobilité	34 (20-40)	32 (8-40)	p=0,2
Force	10 (4-21)	8,3 (0-25)	p=0,09
SST	7,6	6,8	p=0,1

Il n'y a pas de différence significative entre les 2 groupes..



Score de Constant préopératoire



Score SST préopératoire

IV.3.2 Résultats cliniques

Les résultats cliniques ont été recueillis, les 48 premières heures et à J+7 en ce qui concerne la douleur post opératoire, et à 3 mois et 1 an en ce qui concerne l'examen clinique et les scores de Constant et SST.

IV.3.2.1 La douleur postopératoire

La douleur post opératoire immédiate a été analysée par **EVA (évaluation visuelle analogique)** le soir de l'intervention (**EVA1**), le lendemain (**EVA2**) et à J+7 (**EVA3**) par téléphone. De plus, la dose de morphine sous cutanée administrée dans les 48 premières heures a été répertoriée. Cette analyse a été effectuée sur l'effectif complet.

Dans la population globale, l'EVA1 est en moyenne de 2.3/10 (0-10), l'EVA2 à 3.6/10 (0-10) et l'EVA3 à 3.4/10 (1-7.5).

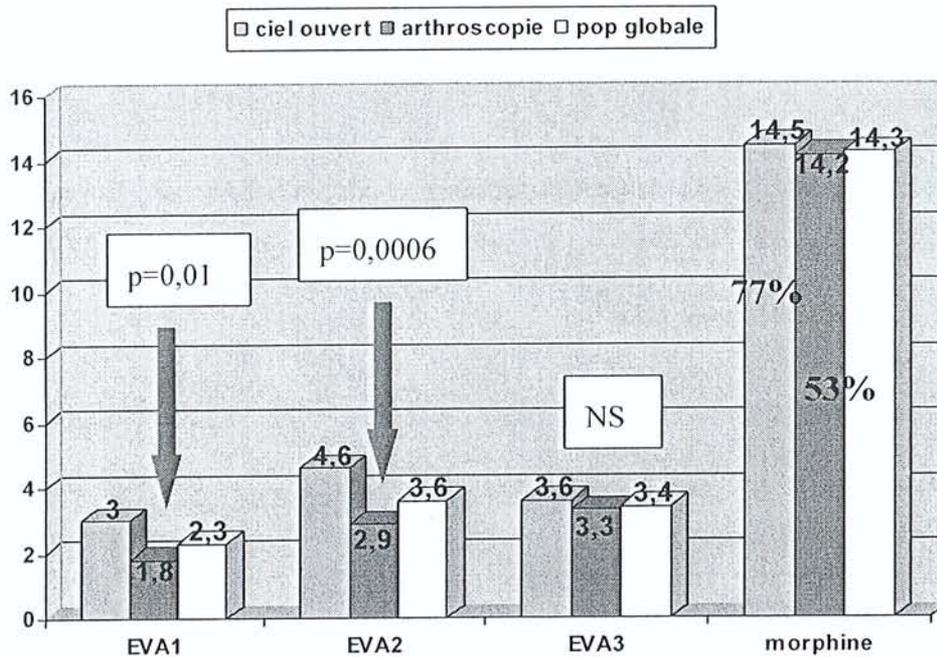
Sur les 93 patients opérés, 58 ont reçu de la morphine en post opératoire, malgré le protocole antalgique habituel (perfalgan, profenid, acupan). La dose moyenne de morphine reçue est de 14.3mg avec des extrêmes allant de 2mg à 40 mg.

Dans le groupe des réparations à ciel ouvert, l'EVA1 est en moyenne de 3/10 (0-10), l'EVA2 à 4.6/10 (0-10) et l'EVA3 à 3.6/10 (1-7.5). La dose moyenne de morphine reçue est de 14.5mg (5-30) et concerne 27 patients de ce groupe soit 77.2%.

Dans le groupe des réparations arthroscopiques, l'EVA1 est en moyenne de 1.8/10 (0-7), l'EVA2 à 2.9/10 (0-9) et l'EVA3 à 3.3/10 (1-7). La dose moyenne de morphine reçue est de 14.2mg (2-40) et concerne 31 patients de ce groupe soit 53.4%.

Il existe une différence **statistiquement significative entre les 2 groupes pour les EVA1 (p=0,01) et 2 (p=0,0006)**. On ne retrouve pas de différence significative pour l'EVA3 (p=0,4).

Les résultats sont résumés dans le tableau sous jacent.



Il faut souligner que même si la dose de morphine est identique, elle concerne 77.2% du groupe des réparations à ciel ouvert alors qu'elle ne concerne que 53.4% du groupe des réparations arthroscopiques. La différence est statistiquement significative ($p=0,02$).

IV.3.2.2 Le score de Constant et le SST

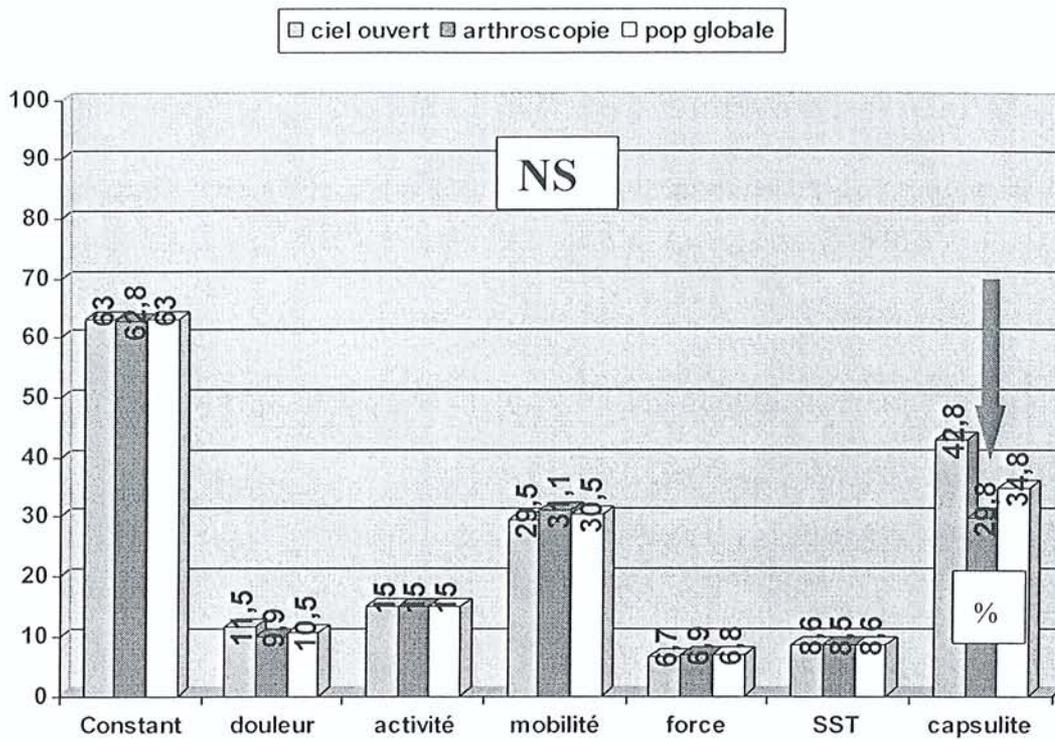
IV.3.2.2.1 Au recul de 3mois

Le score de Constant moyen de la population globale est de **63/100** (20-93). Il est de **62.8/100** (20-87) pour le groupe ciel ouvert et de **63.2/100** (22-93) pour le groupe arthroscopie. Il n'y a pas de différence statistiquement significative.

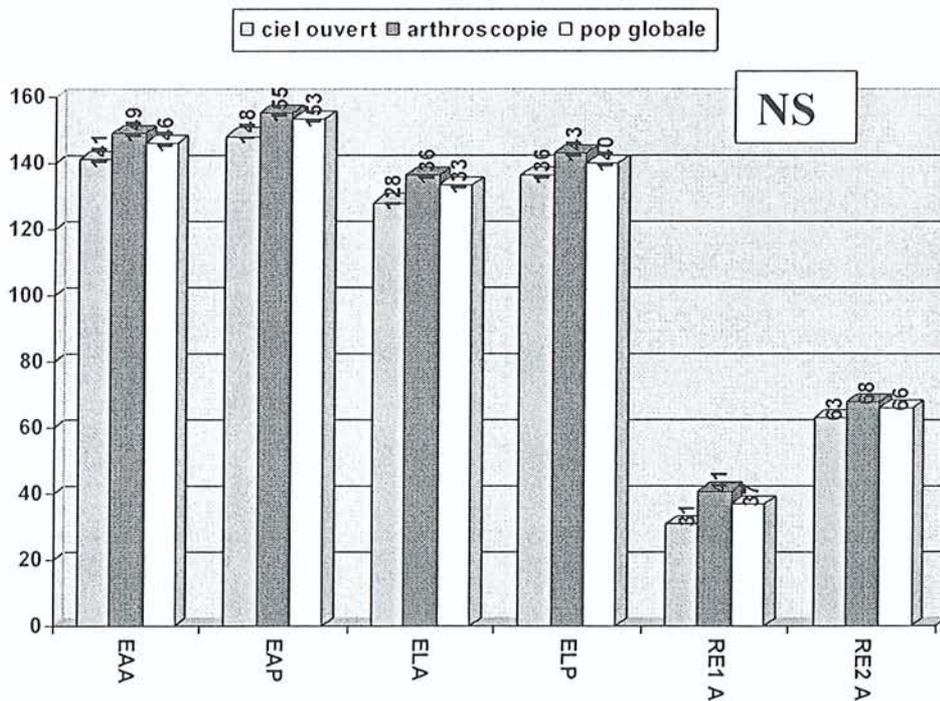
Le score SST 3mois est de **8.6/12** dans la population globale, de **8.6/12** dans le groupe ciel ouvert et de **8.5/12** dans le groupe arthroscopie. Il n'y a pas de différence statistiquement significative.

Le nombre de capsulite rétractile est de 15 cas dans le groupe ciel ouvert ce qui représente **42.8%** et seulement de 17 cas dans le groupe arthroscopie soit **29.8%**. La différence n'est pas statistiquement significative ($p=0,2$).

Le détail de ces résultats apparaît dans le graphique ci-dessous.



Les amplitudes articulaires à 3mois sont résumées dans le graphique suivant.



IV.3.2.2.2 Au recul de 1 an

Le score de Constant moyen de la population globale est de 79,6/100 (50-97). Il est de 79,8/100 (52-95) pour le groupe ciel ouvert et de 79,5/100 (50-97) pour le groupe arthroscopie. Il n'y a pas de différence significative entre les 2 populations.

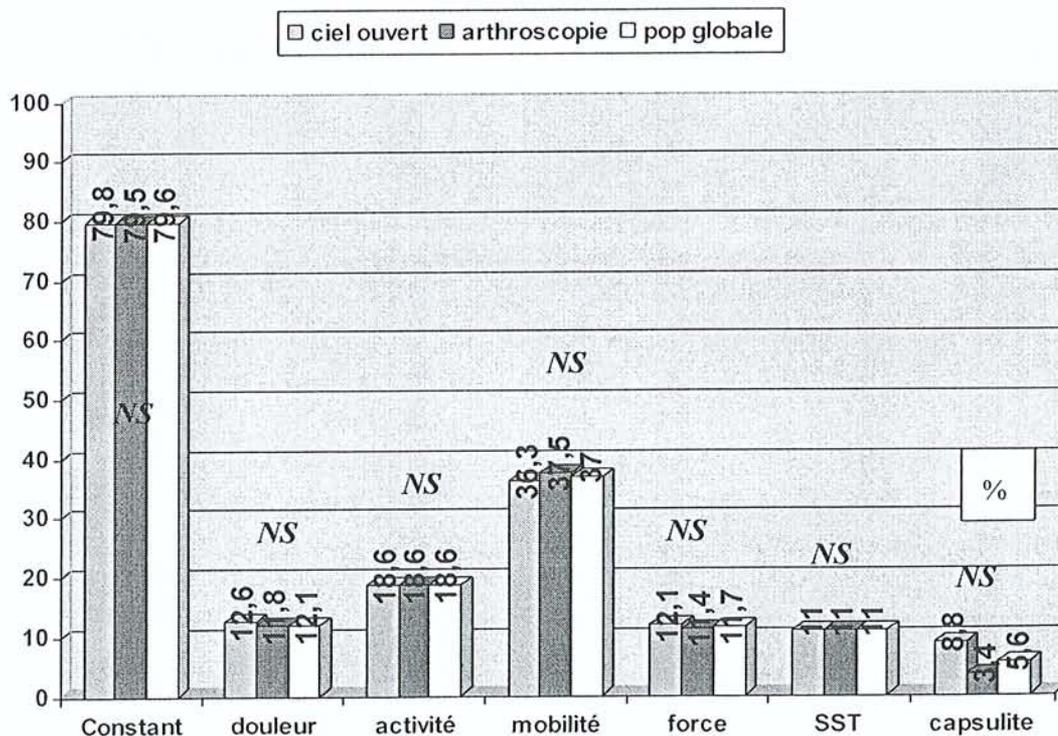
Les résultats sont jugés excellents dans 24,5% des cas, très bons dans 27% des cas, bons dans 31,5% des cas, moyen dans 9% des cas et mauvais dans 8% des cas. Il n'y a pas de différence significative entre les 2 populations.

Le score SST 1 an est de 11/12 (4-12) dans la population globale, de 11/12 dans le groupe ciel ouvert et de 11/12 dans le groupe arthroscopie. Il n'y a pas de différence significative entre les 2 populations.

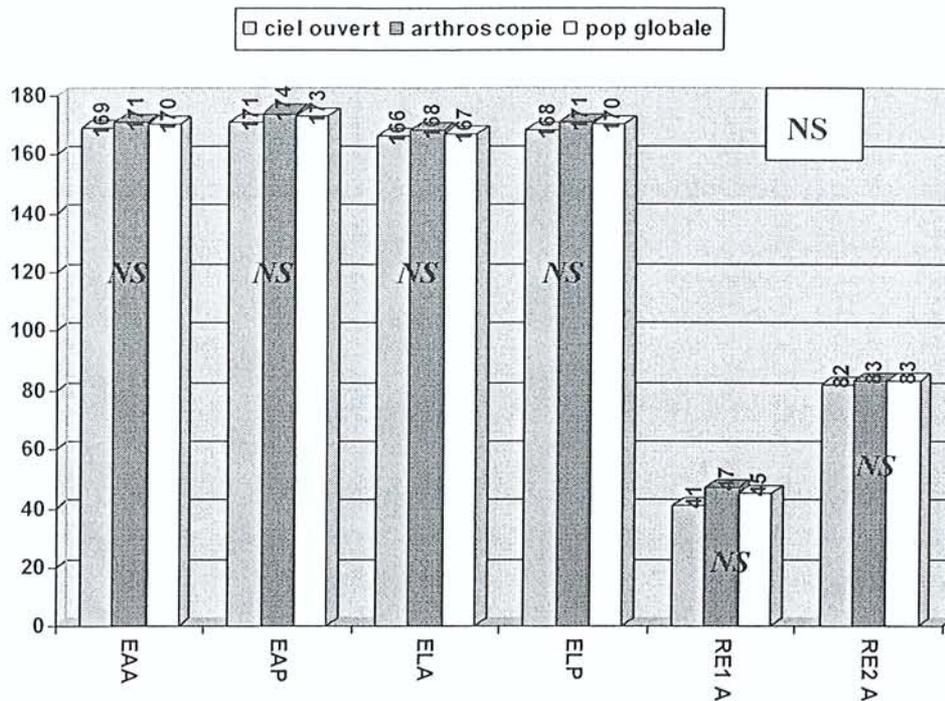
Il persiste des signes de rétraction capsulaire chez 3 patients dans le groupe ciel ouvert soit 8,8% et 2 patients dans le groupe arthroscopie soit 3,4%. La différence n'est pas significative (p=0,4).

La ténodèse de la longue portion du biceps a lâché chez 1 patient (2,8%) dans le groupe ciel ouvert et chez 2 patients (3,4%) dans le groupe arthroscopie.

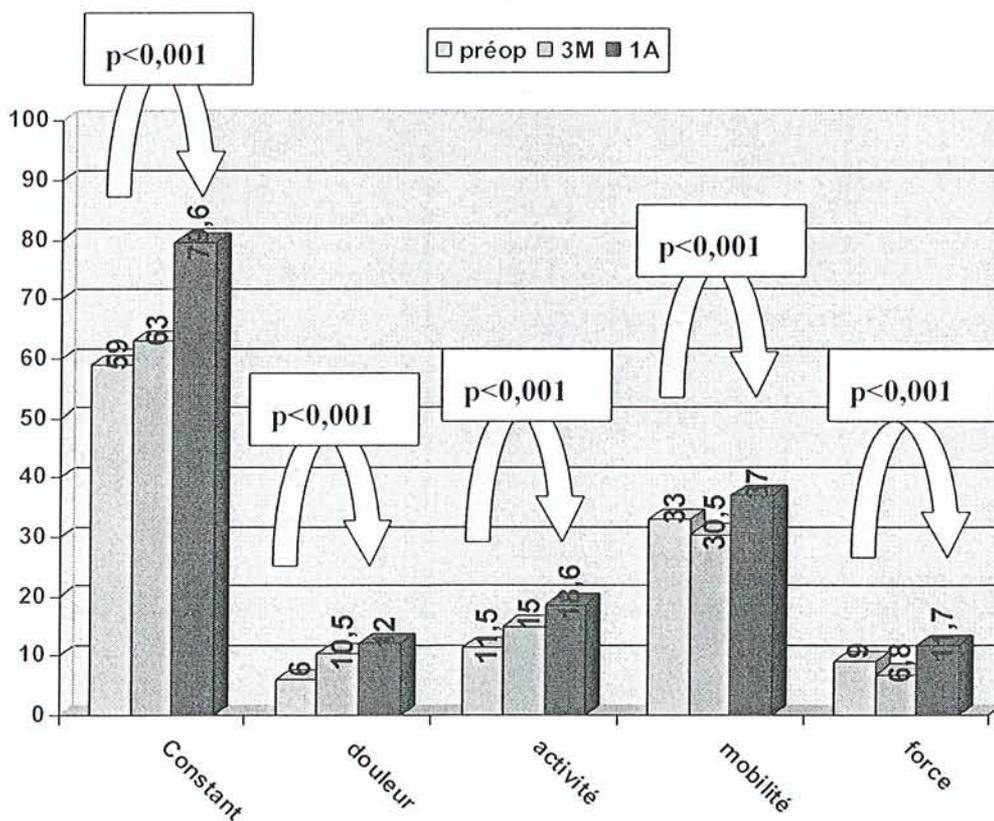
Le détail de ces résultats apparaît dans le graphique ci-dessous.



Les amplitudes articulaires à 1 an sont détaillées dans le graphique ci-dessous.



IV.3.2.3 Evolution des résultats cliniques



Pour le groupe ciel ouvert, le score de Constant, la douleur et l'activité sont significativement améliorés au recul de 1 an.

Pour le groupe arthroscopie, le score de constant et les différents items sont significativement améliorés au recul de 1 an.

Les résultats sont regroupés dans les tableaux ci-dessous :

Ciel ouvert	préop	postop	p
Constant	62	79,8	p<0,001
Douleur	6	12,6	p<0,001
Activité	12	18,6	p<0,001
Mobilité	34	36,3	p=0,06
Force	10	12,1	p=0,05

Arthroscopie	préop	postop	p
Constant	57	79,5	p<0,001
Douleur	5,9	11,8	p<0,001
Activité	11	18,6	p<0,001
Mobilité	32	37,5	p<0,001
Force	8,3	11,4	p<0,001

IV.3.2.4 Le délai de reprise professionnelle

Dans la population globale, le délai moyen de reprise professionnelle est de **4,5 mois** avec des extrêmes allant de 1 et 13 mois.

Dans le groupe **ciel ouvert** on note que :

- 2 patients n'ont pas repris leur activité professionnelle et 1 patient a été mis en invalidité.
- 15 patients ont repris avec un délai moyen de **5,3 mois** avec des extrêmes allant de 2 à 13 mois.

Dans le groupe **arthroscopie** on note que :

- **6** patients n'ont pas repris leur activité professionnelle et 1 patient a été licencié
- **16** patients ont repris avec un délai moyen de **3,7 mois** avec des extrêmes allant de 1 et 12 mois.

La différence n'est pas statistiquement significative ($p=0,3$).

IV.3.2.5 Les accidents du travail et des maladies professionnelles

Le contexte d'accident du travail où de maladie professionnelle pèjore le résultat final. Le score de Constant est plus faible à 74/100 ($p=0,02$), le délai de reprise du travail est plus long à 5,8 mois ($p=0,03$) et le taux de capsulite rétractile dans cette population est supérieur à 64% ($p=0,004$).

IV.3.2.6 Résultats subjectifs

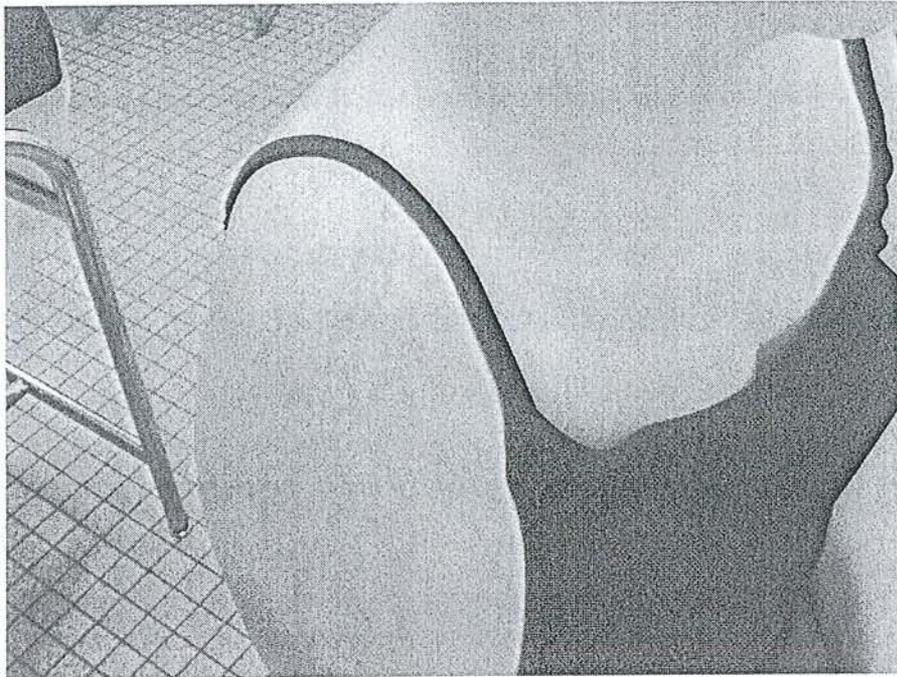
60% des patients étaient **très satisfaits** du résultat de l'intervention, **33%** étaient **satisfaits**, **3,5%** ($n=3$) étaient **moyennement satisfaits** et **3,5%** ($n=3$) étaient **mécontents**.

La répartition de la satisfaction des patients entre les deux techniques chirurgicales est décrite dans le tableau ci-dessous.

	<i>Très satisfait</i>	<i>Satisfait</i>	<i>Moyennement satisfait</i>	<i>Déçu ou non satisfait</i>
<i>Ciel ouvert</i>	53%	38%	6%	3%
<i>arthroscopie</i>	65%	29,5%	1,8%	3,7%
<i>p</i>	NS	NS	NS	NS

IV.3.2.7 L'aspect esthétique

La cicatrice de l'abord supéroexterne est parfois inesthétique.



comparée aux cicatrices laissées par une arthroscopie.

IV.3.3 Résultats iconographiques

IV.3.3.1 La cicatrisation tendineuse

87 épaules ont bénéficié d'un contrôle anatomique de la coiffe suturée ; 84 arthroscanners, 1 arthrographie et 2 IRM.

2 arthroscanners sont ininterprétables en raison de l'impossibilité de ponctionner l'articulation.

Le délai moyen de réalisation de ces examens d'imagerie en post opératoire est de 11,5 mois avec des extrêmes allant de 7 à 21 mois.

Sur 85 contrôles :

Le taux de cicatrisation à la révision est de 63,5%.

Dans 39 cas, soit 46% la coiffe est *anatomique*.

Dans 15 cas, soit 17,5% on constate des irrégularités de la face profonde de la coiffe avec des infiltrations de produit de contraste donnant un aspect de *fuite intratendineuse*.

On constate une *rupture minimale* dans 20 cas soit 23,5%.

On constate une *rupture itérative* dans 11 cas soit 13%.

A la lecture des arthroscanners de contrôle il apparaît donc 4 types de résultats :

- Coiffe anatomique (fig1)
- Fuite intratendineuse (fig2)
- Rupture minimale (fig3)
- Rupture itérative (fig4)



fig1 coiffe anatomique



fig2 fuite intratendineuse

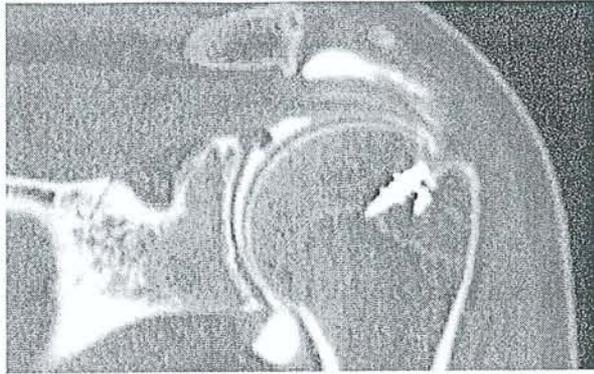


fig3 rupture minime



fig4 rupture itérative

Dans le groupe *ciel ouvert* on constate :

Une coiffe cicatrisée dans 67,5% des cas dont **anatomique dans 53%** et avec **fuite intratendineuse dans 14,5%** des cas.

Une **rupture minime** dans 32,5% des cas.

Aucun cas de rupture itérative.

La cicatrisation tendineuse est obtenue dans 73% des cas en cas de **tranchée osseuse** et dans 65% en cas **d'avivement simple**. La différence n'apparaît pas statistiquement significative ($p=0,66$).

Dans le groupe **arthroscopie** on constate :

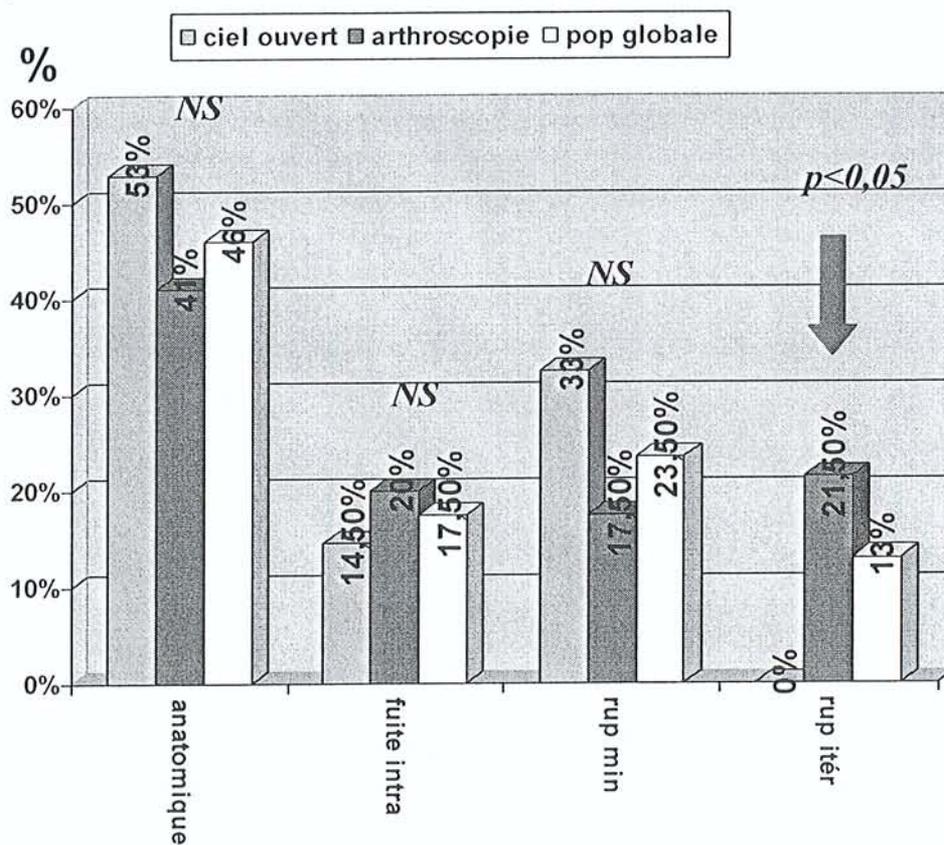
Une **coiffe cicatrisée** dans **61%** des cas dont **anatomique** dans **41%** et avec **fuite intratendineuse** dans **20%** des cas.

Une **rupture minime** dans **17,5%** des cas.

Une **rupture itérative** dans **21,5%** des cas.

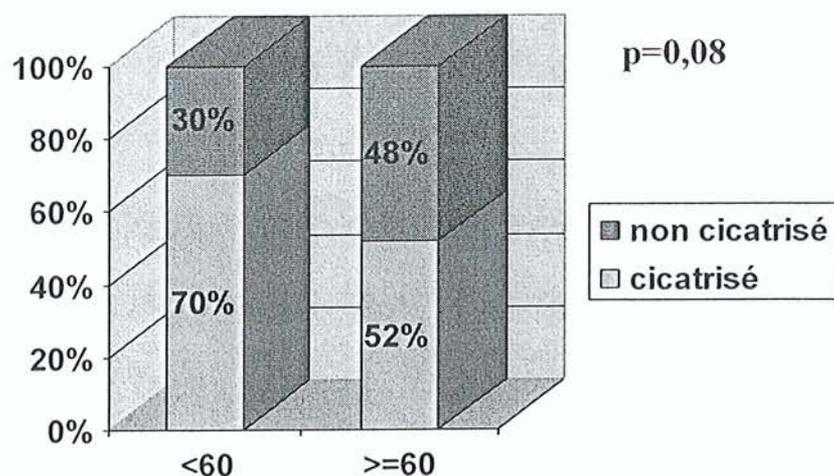
La cicatrisation tendineuse est obtenue dans **63%** des cas en cas de **réparation en simple rang** et dans **50%** en cas de **réparation en double rang**. La différence n'apparaît pas statistiquement significative ($p=0,49$).

Récapitulatif ;



IV.3.3.2 La cicatrisation tendineuse selon l'âge

Dans le groupe des patients âgés de moins de 60 ans, la cicatrisation est obtenue dans 70% des cas contre 52% dans le groupe des patients âgés de plus de 60 ans. Cette différence n'est pas significative ($p=0,08$).



IV.3.3.3 La cicatrisation en fonction de la taille de la rupture initiale

IV.3.3.3.1 Dans le plan frontal

La taille de la rupture dans le plan frontal correspond à la rétraction tendineuse. Dans 80% des cas, la rétraction a été estimée **inférieure ou égale à 1 cm**. Dans ce cas la cicatrisation tendineuse a été obtenue dans 71% des cas.

Dans le cas où la rétraction tendineuse est **supérieure à 1 cm**, la cicatrisation tendineuse a été obtenue dans 31% des cas.

La différence est statistiquement significative ($p=0,002$).

Rétraction frontale	≤ 1 cm	> 1 cm	p
Cicatrisé	71%	31%	0,002
Non cicatrisé	29%	69%	0,002

La rétraction tendineuse supérieure à 1cm influence le résultat anatomique. Ce résultat est très fortement significatif dans le groupe ciel ouvert ($p<0,001$) et non significatif dans le groupe

arthroscopie ($p=0,8$), mais les effectifs sont faibles.

IV.3.3.3.2 Dans le plan sagittal

Dans le plan sagittal, la cicatrisation est obtenue dans **71%** lorsque la taille de la rupture est **inférieure ou égale à 1 cm** et dans **58%** lorsque la rupture est **supérieure à 1 cm**.

On ne retrouve pas de différence significative ($p=0,2$).

Rétraction sagittale	≤ 1 cm	> 1 cm	p
Cicatrisé	71%	58%	0,2
Non cicatrisé	29%	42%	0,2

IV.3.3.4 La cicatrisation en fonction de l'infiltration graisseuse

	<i>Cicatrisé</i>	<i>Non cicatrisé</i>	<i>p</i>
<i>Stade 0</i>	61.3%	38.7%	NS
<i>Stade 1 ou 2</i>	72.7%	27.3%	NS

On ne retrouve pas, dans cette série, d'influence de la dégénérescence musculaire du supraspinatus sur la cicatrisation tendineuse.

IV.3.3.5 La cicatrisation en fonction de la durée d'évolution préopératoire

La **cicatrisation tendineuse** a été obtenue dans 54 cas. Dans ce groupe, le délai d'évolution des douleurs préopératoires est de **23,3 mois**.

Dans 31 cas, la cicatrisation n'a pas été obtenue. Dans ce groupe, le délai d'évolution des douleurs préopératoires est de **25,6 mois**.

On ne retrouve pas de différence significative ($p=0,7$)

IV.3.4 Influence de la cicatrisation sur les résultats cliniques

IV.3.4.1 Résultats subjectifs

La cicatrisation tendineuse n'influence pas la satisfaction globale des patients ($p=0,09$).

IV.3.4.2 Résultats objectifs

IV.3.4.2.1 Le score de Constant

La moyenne du score de Constant lorsque la cicatrisation tendineuse est obtenue est de **80/100**.

La moyenne du score de Constant lorsque la cicatrisation tendineuse n'est pas obtenue est de **77/100**.

Il n'y a pas de différence statistiquement significative ($p=0,4$).

IV.3.4.2.2 Le SST

La moyenne du SST lorsque la cicatrisation est obtenue est de **11,1/12**.

La moyenne du SST lorsque la cicatrisation n'est pas obtenue est de **10,5/12**.

Il n'y a pas de différence statistiquement significative ($p=0,3$).

IV.3.4.2.3 La force

La force moyenne lorsque la cicatrisation tendineuse est obtenue est de **12 kg**.

La force moyenne lorsque la cicatrisation tendineuse n'est pas obtenue est de **10,3 kg**.

Il n'y a pas de différence statistiquement significative ($p=0,2$).

IV.3.4.2.4 Le test de Jobe

Le test de **Jobe est négatif** dans **84%** des cas lorsque la cicatrisation tendineuse est obtenue. Il est **positif** dans **63%** en cas de rupture itérative.

La différence est statistiquement significative ($p<0,001$).

IV.3.5 Résultats économiques

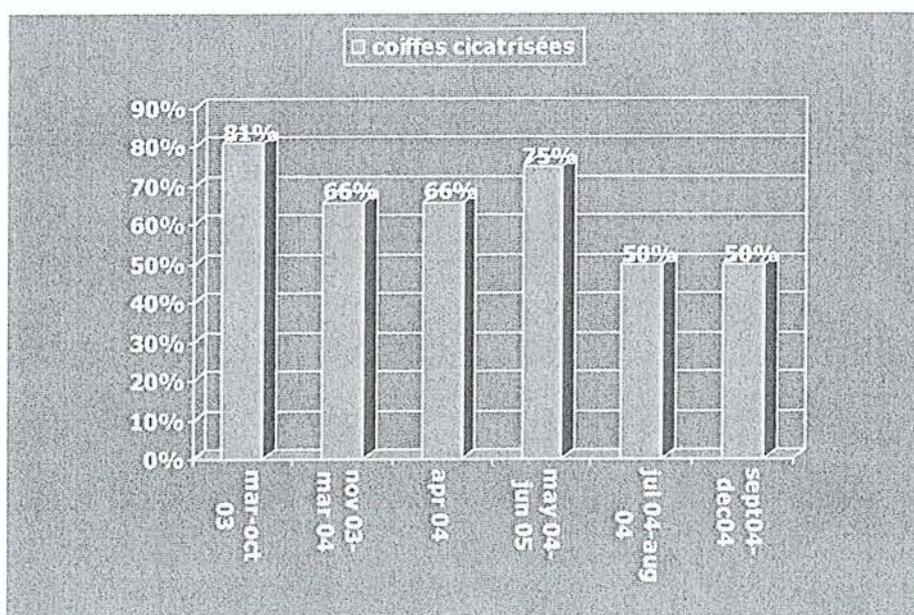
La durée d'hospitalisation est en moyenne de 2.43 jours avec des extrêmes allant de 1 à 6 jours.

Dans le groupe ciel ouvert, ce délai est de **2.9 jours** (1-5) et dans le groupe arthroscopie, de **2.1 jours** (1-6).

IV.3.6 Analyse des mauvais résultats

Il n'a pas été retrouvé de facteur prédictif des mauvais résultats et notamment des échecs de la cicatrisation. Dans 2 cas de rupture itérative, appartenant au groupe des patients opérés par arthroscopie, et compte tenu de la mauvaise tolérance clinique nous avons décidé d'une reprise chirurgicale à ciel ouvert.

IV.3.7 La courbe d'apprentissage



La courbe d'apprentissage n'est pas significative. On n'observe pas d'amélioration de la cicatrisation tendineuse au cours de temps.

De plus il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les résultats anatomiques et le chirurgical ($p=0,6$).

V. Discussion

V. Discussion

V.1 Introduction

Il est admis que les résultats cliniques des réparations de la coiffe des rotateurs sont très bons. Cofield⁴² en 1985 retrouvait 87% de bons et très bons résultats sur 60 séries publiées.

D'autres auteurs^{61: 168} ont cependant montré que l'acromioplastie isolée permettait d'obtenir de très bons résultats à tous les stades de rupture de coiffe et à long terme.

D'autres^{34: 69} ont même montré que d'excellents résultats cliniques étaient compatibles avec un échec complet de la cicatrisation.

Les réponses à ces contradictions ne peuvent venir que de l'étude de la cicatrisation des coiffes réparées et il existe très peu de séries dans la littérature traitant de ce sujet.

La plupart des études actuelles ne traitent que des résultats cliniques qui sont, comme on le sait, très bons dans la majorité des cas.

Cependant, il faut assurer au patient un résultat fonctionnel durable, que seule la cicatrisation tendineuse est en mesure de leur assurer.

En effet la plupart des auteurs^{23: 75: 77: 82: 87: 100: 172: 186} est d'accord sur le fait que la cicatrisation tendineuse permet d'obtenir un meilleur résultat fonctionnel. Seuls Liu¹⁰⁷, Knudsen¹⁰¹ et Galatz⁶⁹ trouvent dans leur série que le résultat anatomique n'est pas prédictif du résultat fonctionnel mais il s'agit de petit groupe de patients et donc de statistiques peu fiables.

Donc le principal but de la chirurgie de réparation des tendons de la coiffe des rotateurs est l'obtention d'une bonne cicatrisation tendineuse.

Comme le préconisait Neer, il faut , fermer le défaut, supprimer le conflit, préserver le deltoïde et réduire prudemment en protégeant la suture et en évitant la raideur.

Seule l'arthroscopie répond au troisième objectif de préservation du deltoïde, mais répond-elle mieux que la chirurgie aux trois autres ?

Les autres avantages de l'arthroscopie (exploration articulaire, diminution des douleurs, récupération fonctionnelle plus rapide, absence de cicatrice) font ils le poids face à l'enjeu de la cicatrisation tendineuse ? Ne nous trompons pas d'objectif.

V.2 Intérêt de l'exploration articulaire

L'exploration de l'articulation glénohumérale présente-t-elle un réel intérêt ? Miller et Savoie¹²⁷ rapportent la découverte de lésions intra articulaires dans 64% des cas débouchant sur un geste dans 12.5% des cas. Paulos et Kody¹⁴² en rapportent 37.5% des cas. Dans cette série, il n'a pas été découvert de pathologie intra articulaire imprévue susceptible d'être traitée en dehors de la parfaite analyse de la face profonde de la coiffe, qui peut être simplement débridée voire complétée et réparée en fonction de son grade⁷¹ et de la longue portion du biceps qui est jugée pathologique et donc ténotomisée ou ténodésée dans 79.3% des cas pour le groupe arthroscopie contre 91.4% pour le groupe ciel ouvert.

Le taux élevé de biceps pathologique n'est retrouvé que dans l'étude de Boileau²³ avec 83% de ténodèse. Dans la littérature, la fréquence des ténodèses du biceps associées aux réparations de la coiffe varie entre 3 et 30% sur 6 études mentionnant l'état du biceps^{34: 43; 82: 87; 178; 187}. Comme Boileau²³, aucune variation de l'espace sous acromial n'a été notée après ténodèse ou ténotomie de la longue portion du biceps.

Les techniques que nous utilisons sont celle décrite par Sekiya¹⁵⁶ et la ténodèse sur ancre parce qu'elles sont rapides et fiables. En effet nous n'avons constaté que 2 lachages (4.87%) sans conséquence fonctionnelle.

V.3 La douleur postopératoire

La douleur postopératoire immédiate est plus faible chez les patients opérés par arthroscopie ce qui confirme les suppositions de tout le monde. En effet les EVA 1 et 2 effectués à J+0 et J+1 sont statistiquement inférieurs dans le groupe des arthroscopies. De plus, seulement 53.4% des patients opérés par arthroscopie reçoivent de la morphine en postopératoire contre 77.2% dans le groupe opéré à ciel ouvert et cette différence est également significative. Il faut également ajouter que 5 patients du groupe ciel ouvert ont porté en postopératoire une attelle d'abduction en raison de douleurs incontrôlables par les morphiniques. Aucun patient dans le groupe des arthroscopies n'a eu besoin d'un tel recours. La douleur postopératoire devient ensuite superposable au septième jour de l'intervention.

On peut donc conclure que la réparation des ruptures distales du supraspinatus est moins douloureuse lorsqu'elle est effectuée sous arthroscopie.

V.4 Bénéfices liés à l'intervention

Tous les paramètres des scores de Constant et SST sont significativement améliorés. Le score de Constant moyen passe de 59/100 en préopératoire à 79,6/100 en postopératoire ($p < 0,001$). Le score SST préopératoire est amélioré de 4 points et passe de 7/12 à 11/12 en postopératoire. Au dernier recul, on ne retrouve pas de différence significative entre le groupe des réparations à ciel ouvert et le groupe des réparations arthroscopiques.

En ce qui concerne la mesure des amplitudes articulaires, l'élévation antérieure active des patients du groupe ciel ouvert passe de 160.7 (90-180) en préopératoire à 141.1 (70-180) au recul de 3 mois puis à 169 (100-180) au dernier recul. Dans le groupe des patients opérés par arthroscopie, l'élévation antérieure active passe de 150.8 (20-180) en préopératoire à 149.2 (50-180) au recul de 3 mois puis à 171.5 (120-180) au dernier recul. On ne retrouve pas de différence statistiquement significative entre les 2 groupes.

Au recul de 3 mois, on observe un taux plus élevé de rétraction capsulaire dans le groupe des réparations à ciel ouvert avec 42.8% contre 29.8% pour le groupe des arthroscopies mais cette différence n'apparaît pas statistiquement significative.

Au recul de 1 an, cette différence s'est effacée. On retrouve dans le groupe ciel ouvert 3 patients présentant une persistance de signe de rétraction capsulaire ce qui correspond à 8,8%, et dans le groupe arthroscopie 2 patients soit 3,4%. Cette différence n'est pas statistiquement significative.

Subjectivement, 93% des patients se déclarent satisfaits ou très satisfaits de l'intervention. Dans le groupe arthroscopie la proportion de patients très satisfait (65%) est plus élevée que dans le groupe ciel ouvert (53%). Cette différence n'est pas statistiquement significative.

Objectivement, 83.3% des patients obtiennent un résultat bon à excellent. Ce taux élevé est retrouvé dans la plupart des séries de la littérature de réparation de coiffe sous arthroscopie. Ainsi Wolf¹⁸⁷ retrouve 94% d'excellents ou bons résultats, Tauro¹⁷¹ 92%, Burkhart²⁸ 95%, Gleyze⁸² 77%, Murray¹³³ 95%, Jones⁹⁴ 88% et Wilson¹⁸⁶ 83%. Ces résultats sont identiques à ceux publiés pour les réparations par mini open^{63: 63: 89: 107: 142: 146: 161}. Dans notre étude, on observe 84% de résultats bons à excellents dans le groupe des arthroscopies contre 80% dans le groupe des réparations à ciel ouvert. Il n'y a pas de différence statistiquement significative.

Si on compare les résultats de la chirurgie ouverte^{34: 43: 54: 59: 70: 74: 151: 178: 183} et de la chirurgie par arthroscopie, on se heurte à des différences importantes en terme de recul et de taille de lésion. Cependant les résultats varient entre 50% et 91% de bons à excellents résultats.

Des études plus récentes comme celle de Buess²⁵, qui compare réparation à ciel ouvert (n=30) et réparation par arthroscopie (n=66), en rétrospectif, avec simplement le SST, retrouve de façon significative, au dernier recul, des douleurs moins importantes et une meilleure mobilité de l'épaule opérée par arthroscopie. Les patients sont également plus satisfaits (92.4% vs 80%) et le SST est plus élevé (9.7 vs 8.7) mais ces différences n'apparaissent pas significatives.

Kim⁹⁸ et Severud¹⁵⁷ comparent la réparation arthroscopique et la réparation par miniopen dans des séries rétrospectives. Ils ne retrouvent aucune différence entre les deux groupes de patients et concluent que le résultat final dépend plus de la taille de la rupture que de la méthode de traitement chirurgical.

Severud¹⁵⁷ note, toutefois, dans son étude, que les patients opérés par arthroscopie présentent moins de raideur postopératoire et une récupération plus précoce des amplitudes articulaires.

V.5 Justification de la technique chirurgicale

La technique opératoire optimale et le type de fixation tendineuse font actuellement l'objet de nombreuses études et discussions. Nous avons opté pour du matériel métallique vissé non résorbable. Au début de la série nous utilisons une ancre impactée (Mitek Rotator Cuff Anchor) avec un fil d'Ethibon (Ethicon). De fréquentes ruptures de fils à l'œillet, au serrage du nœud, nous ont fait choisir une ancre moins agressive pour le fil et un fil plus solide (Arthrex Corkscrew 3.5 et 5.0 associée au fil Arthrex FiberWire). Le but est d'obtenir une résistance primaire suffisamment solide pour assurer la cicatrisation tendineuse tout en permettant la rééducation. Avec cette association d'implants (Corkscrew et FiberWire), nous obtenons une réparation fiable d'après les données de la littérature à ce sujet^{17: 19: 50: 109: 125}. A la dernière révision, aucune ancre ne s'est mobilisée au niveau de l'espace sous acromial.

La réinsertion en simple rang a été utilisée 12 fois contre 46 réinsertions en double rang.

La cicatrisation a été obtenue dans **63% avec le simple rang** contre **50% avec le double rang**. La différence n'est pas statistiquement significative.

Sugaya¹⁶⁹ compare le résultat anatomique obtenu après réinsertion en simple rang (n=41) versus réinsertion en double rang (n=42). Il s'agit du seul article disponible comparant les deux modes de réinsertion avec contrôle anatomique par IRM. Il obtient **46.3%** de coiffes cicatrisées dans le groupe simple rang et **69%** dans le groupe double rang.

V.6 Evaluation de la cicatrisation tendineuse

Le taux de cicatrisation dans notre série est de 63,5%. Il est de 67,5% dans les réparations à ciel ouvert et de 61% dans les réparations arthroscopiques.

Le nombre de rupture itérative est statistiquement inférieur dans le groupe ciel ouvert.

Le contrôle des coiffes opérées a été réalisé par arthroscooper dans tous les cas sauf 1 cas, où le contrôle a été simplement effectué par arthrographie (la coiffe apparaissait anatomique et le radiologue a donc décidé de ne pas faire de scanner) et deux autres cas où le contrôle a été effectué par IRM car les patients étaient suspects d'allergie à l'iode.

L'arthroscooper est considéré comme le meilleur examen pour contrôler la cicatrisation tendineuse^{130: 136: 141}. Cependant nous avons parfois rencontré des difficultés d'interprétation notamment lorsque l'injection de produit de contrast n'était pas intra articulaire mais seulement sous acromiale simulant une image de rupture avec opacification de la BSA.

Les séries de la littérature comportant un contrôle anatomique de la coiffe sont rares.

Les réparations à ciel ouvert contrôlées sont au nombre de 10.

Calvert³⁴, en 1986, utilise l'arthrographie pour contrôler 20 coiffes. Il obtient seulement 10% de coiffes cicatrisées à 30 mois de recul. La plupart des coiffes réparées était le siège de rupture large. Les 2 coiffes jugées étanches étaient le siège de ruptures distales du supraspinatus.

Harryman⁸⁷, en 1991, utilise l'échographie pour contrôler 105 coiffes. Il obtient 80% de coiffes cicatrisées au recul de 5 ans.

Gazielly⁷⁵, en 1994, utilise l'échographie pour contrôler 98 coiffes opérées avec un recul de 4 ans. Dans 39 cas il s'agit de ruptures distales inférieures à 2 cm. Il obtient 65% de coiffes cicatrisées et 90% si on ne tient compte que des ruptures distales du supraspinatus.

Liu¹⁰⁷, en 1994, contrôle 35 coiffes, par arthrographie, opérées par mini open. Pour les 12 ruptures isolées du supraspinatus, il obtient 75% de cicatrisation.

Thomazeau¹⁷², en 1997, propose une étude sur 30 coiffes réparées à ciel ouvert avec contrôle IRM avec un recul moyen de 21 mois. Il obtient 50% de coiffes cicatrisées. Dans le groupe des ruptures isolées du supraspinatus il obtient 92.3% de coiffes normales.

Kempf¹, en 1998, a rassemblé 111 ruptures distales du supraspinatus dont 93 ont bénéficié d'une réinsertion (80 à ciel ouvert, 11 par arthroscopie, 2 par miniopen) lors du symposium de la SOFCOT en 1998. 55 coiffes ont été contrôlées par arthrographie ou arthroscanner. Il obtient 72% de coiffes cicatrisées et 28% de ruptures itératives. Il n'existe pas de différence significative entre les deux techniques chirurgicales.

Knudsen¹⁰¹, en 1999, contrôle 31 ruptures du supraspinatus par IRM. Il obtient 68% de coiffe en continuité dont 3% normales et 65% amincies, cicatricielles ou sièges d'artéfacts métalliques..

Gerber⁷⁷, en 2000, contrôle 27 coiffes, siège de ruptures massives, au recul de 2 ans par IRM. Il obtient 63% de cicatrization mais il souligne que le signal tendineux à l'IRM n'est jamais normal.

Queinnee¹⁴⁷, dans sa thèse sur l'intérêt de l'attelle d'abduction en postopératoire, retrouve dans le groupe des ruptures distales du supraspinatus entre 71 et 80% de coiffes cicatrisées.

Klepps¹⁰⁰, en 2004, contrôle 32 coiffes, opérées à ciel ouvert (dont 8 par mini open), par IRM, au recul de 1 an. Il obtient 69% de coiffes cicatrisées. Pour les ruptures inférieures à 3 cm il obtient 74% de coiffes cicatrisées.

Notre série à ciel ouvert obtient des résultats anatomiques excellents avec 0% de rupture itérative. Ces résultats sont supérieurs à ceux observés dans la littérature.

Les réparations arthroscopiques contrôlées sont au nombre de 7.

Gleyze⁸², en 2000, utilise l'arthrographie et l'arthroscanner pour contrôler 87 coiffes opérées par arthroscopie. Il obtient, si on ne tient compte que des ruptures du supraspinatus, 83% de coiffes cicatrisées en cas de rupture antérieure et 57.9% en cas de de rupture totale du supraspinatus.

Charoussat³⁶, en 2001, contrôle 21 épaules opérées d'une rupture distale du supraspinatus par arthroscopie. Le contrôle est effectué par arthroscanner. Il obtient 19 coiffes cicatrisées soit 90% dont 7 coiffes anatomiques soit 33%, 12 irrégularités de la face profonde soit 57% et 2 ruptures itératives soit 10%.

Wilson¹⁸⁶, en 2002, effectue une arthroscopie itérative pour l'ablation d'agrafes arthroscopiques sur 33 coiffes. Il constate 67% de coiffes cicatrisées.

Galatz⁶⁹, en 2004, contrôle par échographie, 18 coiffes opérées par arthroscopie. Il s'agissait de rupture large concernant 2 tendons. Il obtient 5% de coiffes cicatrisées.

Le symposium de la SFA⁶⁶, en 2004, regroupe 576 patients opérés entre 2001 et 2003. Les contrôles anatomiques ont été effectués par arthroscanner et arthroIRM avec 1 an de recul. Les auteurs retrouvent 74.7% de coiffes cicatrisées avec un aspect anatomique dans 55.7% des cas, un aspect de fuite intratendineuse dans 19% des cas, un aspect de fuite ponctuelle dans 9.5% des cas et une rupture itérative dans 15.7% des cas.

Sugaya¹⁶⁹, en 2004, contrôle 83 coiffes par IRM avec 1 an de recul minimum. Il obtient une coiffe cicatrisée dans 57.8%.

Boileau²³, en 2005, contrôle 65 coiffes opérées par arthroscopie, siège de rupture du supraspinatus. Il obtient 71% de coiffes cicatrisées. Il observe une rupture itérative dans 25% des cas.

Compte tenu de la diversité des techniques de contrôle des coiffes réparées, ces études ne peuvent pas être comparées entre elles. Il était donc nécessaire de mener une étude prospective randomisée pour pouvoir comparer point par point la chirurgie à ciel ouvert et la chirurgie arthroscopique.

Notre série est la seule à comparer les résultats anatomiques des 2 techniques chirurgicales dans le cadre des ruptures distales du supraspinatus. Il apparaît clairement dans cette étude que la technique arthroscopique est pourvoyeuse de ruptures itératives (plus de 20%).

S'agit-il d'un résultat à mettre sur le compte du début de notre expérience ? Il n'est pas certain que l'expérience du chirurgien influe sur le résultat anatomique comme le montre l'analyse de notre courbe d'apprentissage.

Notre technique de réinsertion en simple rang est-elle insuffisante et faudrait-il réinsérer les coiffes en double rang ? Notre groupe de réinsertion en double rang est trop faible pour avoir des résultats statistiquement fiables mais comme on l'a montré précédemment, en théorie, le double rang pourrait être la solution.

Il est nécessaire de souligner deux points essentiels.

Les résultats de la série à ciel ouvert sont particulièrement bons et supérieurs à ceux observés dans la littérature.

Les résultats de la série arthroscopique sont superposables aux résultats de la littérature.

Lors du dernier congrès de la SECEC il ressort que les chirurgiens s'intéressent de plus en plus au résultat anatomique des coiffes réparées par arthroscopie.

Quatre nouvelles études, encore non publiées, sont intéressantes.

Toussaint et Lafosse¹⁷⁴ rapportent 105 cas de réinsertions en double rang concernant supra et/ou infraspinatus avec un recul de 36 mois et un contrôle anatomique par arthrographie, arthroscanner ou arthroIRM. Ils retrouvent 55.3% de coiffes anatomiques, 33.3% de fuites intratendineuses, 7.6% de fuites minimales et 3.8% de ruptures itératives.

Lichtenberg et al.¹⁰⁶, retrouvent, dans leur étude portant sur 32 cas contrôlés par IRM, 19.4% de ruptures itératives avec, dans ces cas, un moins bon résultat clinique.

Sforza et al.¹⁵⁸, dans leur étude portant sur 50 cas contrôlés par échographie, retrouvent 10% de ruptures itératives quelque soit la technique utilisée : arthroscopique ou ciel ouvert.

Venkateswaran et al.¹⁷⁷, dans une série de 102 coiffes sous arthroscopie contrôlées par échographie, retrouvent 20% de ruptures itératives nécessitant, dans 5 cas, une reprise chirurgicale.

Seuls Toussaint et Lafosse rapportent des taux de ruptures itératives inférieurs à 5%. Peut-être s'agit-il d'un résultat à mettre sur le compte du double rang ? Toutes les autres études ont des taux de ruptures itératives compris entre 10 et 25%.

V.7 Facteurs influençant les résultats

La rétraction tendineuse est un facteur de mauvais pronostic vis-à-vis de la cicatrisation tendineuse. Boileau²³ obtient les mêmes résultats. Il observe également qu'une extension dans le plan sagittal péjore le résultat anatomique ce qui n'est pas le cas dans notre série.

Queinnee¹⁴⁷ a montré, dans son étude, que l'attelle d'abduction en postopératoire avait un intérêt majeur dans les ruptures intermédiaires vis-à-vis du résultat anatomique.

L'utilisation de l'attelle d'abduction, lorsque la rétraction tendineuse est supérieure à 1cm, pourrait améliorer nos résultats anatomiques.

L'âge est également un facteur de mauvais pronostic pour la cicatrisation tendineuse mais ce facteur n'apparaît pas statistiquement significatif dans cette série alors que dans sa série, Boileau²³ observe que l'âge influence la cicatrisation tendineuse de façon statistiquement significative.

Le contexte d'accident du travail où de maladie professionnelle altère de façon significative le résultat clinique comme il est fréquemment observé dans la plupart des séries. Le résultat anatomique dans ce groupe est identique au reste de la population.

VI. Conclusion

VI. Conclusion

Il s'agit de la seule étude comparant en tous points les 2 techniques chirurgicales avec un contrôle anatomique des coiffes réparées.

Au terme de cette étude voici les principales conclusions :

La réparation du supraspinatus sous arthroscopie est moins douloureuse les premiers jours postopératoires.

On observe moins de rétraction capsulaire à 3 mois et à 1 an.

Les résultats cliniques sont identiques à ceux obtenus par la réparation à ciel ouvert.

Les résultats anatomiques sont comparables au reste de la littérature.

Il existe probablement moins de risques opératoires et moins de complications d'après la méta-analyse de Mansat¹¹⁵.

La durée d'hospitalisation est plus courte et la reprise du travail plus précoce.

La satisfaction des patients est supérieure.

Il est indéniable que la réparation sous arthroscopie est plus difficile techniquement.

La situation actuelle ressemble à la situation dans laquelle était la stabilisation sous arthroscopie il y a 10 ans. Le taux d'échec était trop important et la technique a failli être abandonnée. Il faut poursuivre et développer les améliorations techniques jusqu'à obtenir les résultats optimaux.

Peut-être que la solution réside dans la réparation en double rang ?

L'attelle d'abduction pourrait améliorer la cicatrisation tendineuse...

RESUME DE LA THESE

La réparation du supraspinatus sous arthroscopie donne d'excellents résultats fonctionnels mais le taux de cicatrisation tendineuse, garant d'un résultat durable, n'a jamais fait l'objet d'étude comparative sérieuse entre la réparation à ciel ouvert et la réparation arthroscopique. Cette étude a pour but de comparer en tous points les résultats cliniques et anatomiques des deux techniques chirurgicales afin de valider la technique arthroscopique.

Matériel et méthode : Il s'agit d'une étude prospective randomisée menée entre octobre 2003 et janvier 2005. Quatre vingt treize épaules ont été opérées d'une rupture chronique distale du supraspinatus sur quatre vingt douze patients. Dans trente cinq cas la réparation a été réalisée à ciel ouvert et dans cinquante huit cas sous arthroscopie. L'âge des patients au moment de l'intervention se situe entre trente huit et soixante quatorze ans. La douleur postopératoire a été évaluée la première semaine par l'échelle visuelle analogique (EVA). Les révisions cliniques, au troisième et au douzième mois postopératoires, ont consisté en la mesure des amplitudes articulaires, en la réalisation d'un score de Constant et d'un « simple shoulder test » (SST). La cicatrisation tendineuse a été évaluée par arthroscanner au recul de un an.

Résultats : La douleur postopératoire est significativement inférieure dans le groupe opéré par arthroscopie. Les résultats cliniques sont bons à excellents dans 83% des cas. On ne retrouve pas de différence significative en terme de résultats cliniques au recul trois mois et au recul maximum. Il existe moins de rétraction capsulaire dans le groupe des patients opérés par arthroscopie mais la différence n'est pas significative. On retrouve plus de 20% de ruptures itératives dans le groupe de patients opérés par arthroscopie contre aucun dans le groupe opéré à ciel ouvert. La rétraction tendineuse dans le plan frontal est un facteur défavorable à la cicatrisation tendineuse. La satisfaction des patients est identique dans les deux groupes. On ne note pas d'amélioration de la cicatrisation tendineuse au cours de notre expérience.

Conclusion : La réparation sous arthroscopie des ruptures distales du supraspinatus apparaît moins douloureuse dans les premiers jours postopératoires et moins pourvoyeuse de capsulite rétractile. Cependant, la cicatrisation tendineuse est moins fiable que dans les réparations à ciel ouvert mais équivalente aux résultats constatés dans la littérature.

TITRE EN ANGLAIS

Surgical repair of distal full thickness tears of the supraspinatus : open versus arthroscopic
A prospective randomized study about 93 cases

MOTS CLEFS

Coiffe des rotateurs, supraspinatus, arthroscopie, ciel ouvert, arthroscanner



Reference List

1. Anonymous[Ruptures of the rotator cuff and subscapularis muscle. Proceedings of the 73rd annual meeting of the French Society of Trauma and Orthopedic Surgery]. *Rev.Chir Orthop.Reparatrice Appar.Mot.* 85 Suppl 2:87, 1999.
2. Amis,A.A.: The strength of artificial ligament anchorages. A comparative experimental study. *J.Bone Joint Surg.Br.* 70:397, 1988.
3. Andren L and Lundberg BJ: Treatment of rigid shoulders by joint distention during arthroscopie. *Acta Orthop.Scand.* 36:45, 1965.
4. Apoil,A.: [Degenerative lesions of the rotator cuff of the shoulder. Current status of the surgical treatment]. *Chirurgie* 115 Suppl 1:1, 1989.
5. Apoil,A., Dautry,P., Moinet,P., and Koechlin,P.: The syndrome "rupture of the cap of the rotations of the scapula". A propos of 70 cases. *Rev.Chir Orthop.Reparatrice Appar.Mot.* 63 suppl 2:145, 1977.
6. Apreleva,M., Ozbaydar,M., Fitzgibbons,P.G., and Warner,J.J.: Rotator cuff tears: the effect of the reconstruction method on three-dimensional repair site area. *Arthroscopy* 18:519, 2002.
7. Armstrong,J.R.: Excision of the acromion in treatment of the supraspinatus syndrome: report of ninety-five excisions. *J.Bone Joint Surg.Br.* 31:436, 1949.
8. Augereau,B.: [Rupture of the rotator cuff]. *Rev.Prat.* 40:1009, 1990.
9. Augereau,B.: [Pathogenesis of ruptures of the shoulder rotator cuff]. *Ann.Radiol.(Paris)* 35:109, 1992.
10. Augereau,B. and Apoil,A.: [Repair of severe ruptures of the rotator cuff of the shoulder]. *Rev.Chir Orthop.Reparatrice Appar.Mot.* 74 Suppl 2:59, 1988.
11. Barber,F.A., Cawley,P., and Prudich,J.F.: Suture anchor failure strength--an in vivo study. *Arthroscopy* 9:647, 1993.
12. Barber,F.A. and Click,J.N.: The effect of inflammatory synovial fluid on the breaking strength of new "long lasting" absorbable sutures. *Arthroscopy* 8:437, 1992.
13. Barber,F.A., Feder,S.M., Burkhart,S.S., and Ahrens,J.: The relationship of suture anchor failure and bone density to proximal humerus location: a cadaveric study. *Arthroscopy* 13:340, 1997.
14. Barber,F.A. and Herbert,M.A.: Suture anchors--update 1999. *Arthroscopy* 15:719, 1999.
15. Barber,F.A., Herbert,M.A., and Click,J.N.: The ultimate strength of suture anchors. *Arthroscopy* 11:21, 1995.

16. Barber,F.A., Herbert,M.A., and Click,J.N.: Suture anchor strength revisited. *Arthroscopy* 12:32, 1996.
17. Barber,F.A., Herbert,M.A., and Click,J.N.: Internal fixation strength of suture anchors--update 1997. *Arthroscopy* 13:355, 1997.
18. Barber,F.A., Herbert,M.A., and Richards,D.P.: Sutures and suture anchors: update 2003. *Arthroscopy* 19:985, 2003.
19. Bardana,D.D., Burks,R.T., West,J.R., and Greis,P.E.: The effect of suture anchor design and orientation on suture abrasion: An in vitro study. *Arthroscopy* 19:274, 2003.
20. Bardenheuer,B.: Die verletzungen der oberen extremitaten. Reihe Deutsche chirurgie. 1866, p. 63.
21. Bicknell,R.T., Harwood,C., Ferreira,L., King,G.J., Johnson,J.A., Faber,K., and Drosdowech,D.: Cyclic loading of rotator cuff repairs: an in vitro biomechanical comparison of bioabsorbable tacks with transosseous sutures. *Arthroscopy* 21:875, 2005.
22. Bigliani,L.U., Morrison,D.S., and April,E.W.: The morphology of the acromion and its relationship to rotator cuff tears. *orthop.Trans.* 10:216, 1986.
23. Boileau,P., Brassart,N., Watkinson,D.J., Carles,M., Hatzidakis,A.M., and Krishnan,S.G.: Arthroscopic repair of full-thickness tears of the supraspinatus: does the tendon really heal? *J.Bone Joint Surg.Am.* 87:1229, 2005.
24. Brown,B.S., Cooper,A.D., McIff,T.E., Key,V.H., and Toby,E.B.: Biomechanical Analysis of Two Knotless Suture Anchor Systems for Treatment of Rotator Cuff Tears. *Arthroscopy* 21:e21, 2005.(Abstract)
25. Buess,E., Steuber,K.U., and Waibl,B.: Open versus arthroscopic rotator cuff repair: a comparative view of 96 cases. *Arthroscopy* 21:597, 2005.
26. Burkhart,S.S.: The deadman theory of suture anchors: observations along a south Texas fence line. *Arthroscopy* 11:119, 1995.
27. Burkhart,S.S.: A Biomechanical Analysis of High Strength Sutures. 2005, (UnPub)
28. Burkhart,S.S., Danaceau,S.M., and Pearce,C.E., Jr.: Arthroscopic rotator cuff repair: Analysis of results by tear size and by repair technique-margin convergence versus direct tendon-to-bone repair. *Arthroscopy* 17:905, 2001.
29. Burkhart,S.S., Diaz Pagan,J.L., Wirth,M.A., and Athanasiou,K.A.: Cyclic loading of anchor-based rotator cuff repairs: confirmation of the tension overload phenomenon and comparison of suture anchor fixation with transosseous fixation. *Arthroscopy* 13:720, 1997.
30. Burkhart,S.S., Fischer,S.P., Nottage,W.M., Esch,J.C., Barber,F.A., Doctor,D., and Ferrier,J.: Tissue fixation security in transosseous rotator cuff repairs: a mechanical comparison of simple versus mattress sutures. *Arthroscopy*

12:704, 1996.

31. Burkhart,S.S., Johnson,T.C., Wirth,M.A., and Athanasiou,K.A.: Cyclic loading of transosseous rotator cuff repairs: tension overload as a possible cause of failure. *Arthroscopy* 13:172, 1997.
32. Burman,M.S.: Arthroscopy or the direct visualization of joints: an experimental cadaver study. 1931. *Clin.Orthop.* 5, 2001.
33. Caldwell,G.L., Warner,J.P., Miller,M.D., Boardman,D., Towers,J., and Debski,R.: Strength of fixation with transosseous sutures in rotator cuff repair. *J.Bone Joint Surg.Am.* 79:1064, 1997.
34. Calvert,P.T., Packer,N.P., Stoker,D.J., Bayley,J.I., and Kessel,L.: Arthrography of the shoulder after operative repair of the torn rotator cuff. *J.Bone Joint Surg.Br.* 68:147, 1986.
35. Carpenter,J.E., Fish,D.N., Huston,L.J., and Goldstein,S.A.: Pull-out strength of five suture anchors. *Arthroscopy* 9:109, 1993.
36. Charousset,C., Landreau,P., Bellaiche,L., and Mas,P.: La réparation arthroscopique du sus épineux: est-elle une alternative au traitement chirurgical classique? *Maitrise Orthopédique* 109:2001.
37. Chhabra,A., Goradia,V.K., Francke,E.I., Baer,G.S., Monahan,T., Kline,A.J., and Miller,M.D.: In vitro analysis of rotator cuff repairs: a comparison of arthroscopically inserted tacks or anchors with open transosseous repairs. *Arthroscopy* 21:323, 2005.
38. Clark,J.M. and Harryman,D.T.: Tendons, ligaments, and capsule of the rotator cuff. Gross and microscopic anatomy. *J.Bone Joint Surg.Am.* 74:713, 1992.
39. Codman,E.A.: Complete rupture of the supraspinatus tendon. Operative treatment with report of two succesful case. *Bost.Med.Surj.J.* 164:708, 1911.
40. Codman,E.A.: *The Shoulder, Rupture of the Supraspinatus Tendon and Other Lesions In or About Subacromial Bursa.* Boston, 1934, p. 123.
41. Codman,E.A.: Rupture of the supraspinatus tendon. In *The Shoulder: Rupture of the Supraspinatus Tendon and Other Lesions In or About the Subacromial Bursa.* Malabar, FL, 1984, p. 123.
42. Cofield,R.H.: Rotator cuff disease of the shoulder. *J.Bone Joint Surg.Am.* 67:974, 1985.
43. Cofield,R.H., Parvizi,J., Hoffmeyer,P.J., Lanzer,W.L., Ilstrup,D.M., and Rowland,C.M.: Surgical repair of chronic rotator cuff tears. A prospective long-term study. *J.Bone Joint Surg.Am.* 83-A:71, 2001.
44. Conti,V.: Arthroscopy in rehabilitation. *Orthop.Clin.North Am.* 10:709, 1979.
45. Craft,D.V., Moseley,J.B., Cawley,P.W., and Noble,P.C.: Fixation strength of rotator

cuff repairs with suture anchors and the transosseous suture technique. *J.Shoulder.Elbow.Surg.* 5:32, 1996.

46. Crenshaw,A.H. and Kilgore,W.E.: Surgical treatment of bicipital tenosynovitis. *J.Bone Joint Surg.Am.* 48:1496, 1966.
47. Cummins,C.A. and Murrell,G.A.: Mode of failure for rotator cuff repair with suture anchors identified at revision surgery. *J.Shoulder.Elbow.Surg.* 12:128, 2003.
48. Cummins,C.A., Strickland,S., Appleyard,R.C., Szomor,Z.L., Marshall,J., and Murrell,G.A.: Rotator cuff repair with bioabsorbable screws: An in vivo and ex vivo investigation. *Arthroscopy* 19:239, 2003.
49. De Beer,J.F., Van Rooyen,K., and Boezaart,A.P.: Nicky's knot--a new slip knot for arthroscopic surgery. *Arthroscopy* 14:109, 1998.
50. Dejong,E.S., DeBerardino,T.M., Brooks,D.E., and Judson,K.: In vivo comparison of a metal versus a biodegradable suture anchor. *Arthroscopy* 20:511, 2004.
51. Demirhan,M., Atalar,A.C., Kocabey,Y., and Akalin,Y.: [Arthroscopic-assisted mini-open rotator cuff repair]. *Acta Orthop.Traumatol.Turc.* 36:1, 2002.
52. Demirhan,M., Kilicoglu,O., Akpınar,S., Akman,S., Atalar,A.C., and Goksan,M.A.: Time-dependent reduction in load to failure of wedge-type polyglyconate suture anchors. *Arthroscopy* 16:383, 2000.
53. Diamond,B.: *The Obstructing Acromion.* Springfield, IL, 1964,
54. Djurasovic,M., Marra,G., Arroyo,J.S., Pollock,R.G., Flatow,E.L., and Bigliani,L.U.: Revision rotator cuff repair: factors influencing results. *J.Bone Joint Surg.Am.* 83-A:1849, 2001.
55. Dugas,J.R., Campbell,D.A., Warren,R.F., Robie,B.H., and Millett,P.J.: Anatomy and dimensions of rotator cuff insertions. *J.Shoulder.Elbow.Surg.* 11:498, 2002.
56. ElAttrache, N. S., Kim, D. H., DeLaMora, S. N., Tibone, J. E., Kvitne, R. S., Jun, B. J., and Lee, T. Q. A Biomechanical Analysis of an Anatomic Footprint Rotator Cuff Repair Technique. 3. 2004. 21th Annual Meeting of American Shoulder and Elbow Surgeon. (GENERIC)

Ref Type: Hearing

57. Elkousy,H.A., Sekiya,J.K., Stabile,K.J., and McMahon,P.J.: A biomechanical comparison of arthroscopic sliding and sliding-locking knots. *Arthroscopy* 21:204, 2005.
58. Ellman,H.: Arthroscopic subacromial decompression: analysis of one- to three-year results. *Arthroscopy* 3:173, 1987.
59. Ellman,H., Hanker,G., and Bayer,M.: Repair of the rotator cuff. End-result study of factors influencing reconstruction. *J.Bone Joint Surg.Am.* 68:1136, 1986.
60. Ellman,H., Kay,S.P., and Wirth,M.: Arthroscopic treatment of full-thickness rotator

cuff tears: 2- to 7-year follow-up study. *Arthroscopy* 9:195, 1993.

61. Esch,J.C.: Arthroscopic subacromial decompression and postoperative management. *Orthop.Clin.North Am.* 24:161, 1993.
62. Esch,J.C., Ozerkis,L.R., Helgager,J.A., Kane,N., and Lilliott,N.: Arthroscopic subacromial decompression: results according to the degree of rotator cuff tear. *Arthroscopy* 4:241, 1988.
63. Fealy,S., Kingham,T.P., and Altchek,D.W.: Mini-open rotator cuff repair using a two-row fixation technique: outcomes analysis in patients with small, moderate, and large rotator cuff tears. *Arthroscopy* 18:665, 2002.
64. Field,M.H., Edwards,T.B., and Savoie,F.H., III: Technical note: a "new" arthroscopic sliding knot. *Orthop.Clin.North Am.* 32:525, 2001.
65. Fleega,B.A. and Sokkar,S.H.: The giant knot: a new one-way self-locking secured arthroscopic slip knot. *Arthroscopy* 15:451, 1999.
66. Flurin,P.H., Landreau,P., and et la SFA: Réparation arthroscopique des lésions transfixiantes de la coiffe. Etude rétrospective multicentrique de 576 cas. 2004, (UnPub)
67. France,E.P., Paulos,L.E., Harner,C.D., and Straight,C.B.: Biomechanical evaluation of rotator cuff fixation methods. *Am.J.Sports Med.* 17:176, 1989.
68. Fukuda,H., Hamada,K., and Yamanaka,K.: Pathology and pathogenesis of bursal-side rotator cuff tears viewed from en bloc histologic sections. *Clin.Orthop.* 75, 1990.
69. Galatz,L.M., Ball,C.M., Teefey,S.A., Middleton,W.D., and Yamaguchi,K.: The outcome and repair integrity of completely arthroscopically repaired large and massive rotator cuff tears. *J.Bone Joint Surg.Am.* 86-A:219, 2004.
70. Galatz,L.M., Griggs,S., Cameron,B.D., and Iannotti,J.P.: Prospective longitudinal analysis of postoperative shoulder function : a ten-year follow-up study of full-thickness rotator cuff tears. *J.Bone Joint Surg.Am.* 83-A:1052, 2001.
71. Gartsman,G.M.: Arthroscopic rotator cuff repair. *Clin.Orthop.* 95, 2001.
72. Gartsman,G.M., Brinker,M.R., and Khan,M.: Early effectiveness of arthroscopic repair for full-thickness tears of the rotator cuff: an outcome analysis. *J.Bone Joint Surg.Am.* 80:33, 1998.
73. Gartsman,G.M. and Hammerman,S.M.: Full-thickness tears: arthroscopic repair. *Orthop.Clin.North Am.* 28:83, 1997.
74. Gazielly,D.F., Gleyze,P., and Montagnon,C.: Functional and anatomical results after rotator cuff repair. *Clin.Orthop.* 43, 1994.
75. Gazielly,D.F., Gleyze,P., Montagnon,C., Bruyere,G., and Prallet,B.: [Functional and anatomical results after surgical treatment of ruptures of the rotator cuff. 2:

postoperative functional and anatomical evaluation of ruptures of the rotator cuff]. *Rev.Chir Orthop.Reparatrice Appar.Mot.* 81:17, 1995.

76. Gazielly,D.F., Gleyze,P., and Thomas,T.: *The Cuff.* Paris, 1997, p. 15.
77. Gerber,C., Fuchs,B., and Hodler,J.: The results of repair of massive tears of the rotator cuff. *J.Bone Joint Surg.Am.* 82:505, 2000.
78. Gerber,C. and Krushell,R.J.: Isolated rupture of the tendon of the subscapularis muscle. Clinical features in 16 cases. *J.Bone Joint Surg.Br.* 73:389, 1991.
79. Gerber,C., Schneeberger,A.G., Beck,M., and Schlegel,U.: Mechanical strength of repairs of the rotator cuff. *J.Bone Joint Surg.Br.* 76:371, 1994.
80. Gerber,C., Schneeberger,A.G., Perren,S.M., and Nyffeler,R.W.: Experimental rotator cuff repair. A preliminary study. *J.Bone Joint Surg.Am.* 81:1281, 1999.
81. Gleyze,P. and Kempf,J.: [Clinical and anatomic results of a series of 20 rotator cuff ruptures treated with endoscopic stapler]. *Acta Orthop.Belg.* 61 Suppl 1:32, 1995.
82. Gleyze,P., Thomazeau,H., Flurin,P.H., Lafosse,L., Gazielly,D.F., and Allard,M.: [Arthroscopic rotator cuff repair: a multicentric retrospective study of 87 cases with anatomical assessment]. *Rev.Chir Orthop.Reparatrice Appar.Mot.* 86:566, 2000.
83. Goradia,V.K., Mullen,D.J., Boucher,H.R., Parks,B.G., and O'Donnell,J.B.: Cyclic loading of rotator cuff repairs: A comparison of bioabsorbable tacks with metal suture anchors and transosseous sutures. *Arthroscopy* 17:360, 2001.
84. Goutallier,D., Postel,J.M., Bernageau,J., Lavau,L., and Voisin.M.C.: Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin.Orthop.* 78, 1994.
85. Hammond,G.: Complete acromionectomy in the treatment of chronic tendinitis of the shoulder. *J.Bone Joint Surg.Am.* 44:494, 1962.
86. Hammond,G.: Complete acromionectomy in the treatment of chronic tendinitis of the shoulder. A follow-up of ninety operations of eighty-seven patients. *J.Bone Joint Surg.Am.* 53:173, 1971.
87. Harryman,D.T., Mack,L.A., Wang,K.Y., Jackins,S.E., Richardson,M.L., and Matsen,F.A., III: Repairs of the rotator cuff. Correlation of functional results with integrity of the cuff. *J.Bone Joint Surg.Am.* 73:982, 1991.
88. Hassan,A.S. and Stevens,M.S.: Biomechanical Evaluation of a Modified Technique for Arthroscopic Rotator Cuff Repair. *Arthroscopy* 21:e22, 2005.(Abstract)
89. Hata,Y., Saitoh,S., Murakami,N., Seki,H., Nakatsuchi,Y., and Takaoka,K.: A less invasive surgery for rotator cuff tear: mini-open repair. *J.Shoulder.Elbow.Surg.* 10:11, 2001.

90. Hecker,A.T., Shea,M., Hayhurst,J.O., Myers,E.R., Meeks,L.W., and Hayes,W.C.: Pull-out strength of suture anchors for rotator cuff and Bankart lesion repairs. *Am.J.Sports Med.* 21:874, 1993.
91. Hersch,J.C. and Sgaglione,N.A.: Arthroscopically assisted mini-open rotator cuff repairs. Functional outcome at 2- to 7-year follow-up. *Am.J.Sports Med.* 28:301, 2000.
92. Jobe,F.W. and Jobe,C.M.: Painful athletic injuries of the shoulder. *Clin.Orthop.Relat Res.* 117, 1983.
93. Johnson,L.L.: Rotator Cuff. In *Diagnostic and surgical arthroscopy of the shoulder.* Saint Louis, 1993, p. 365.
94. Jones,C.K. and Savoie,F.H., III: Arthroscopic repair of large and massive rotator cuff tears. *Arthroscopy* 19:564, 2003.
95. Kannus,P. and Jozsa,L.: Histopathological changes preceding spontaneous rupture of a tendon. A controlled study of 891 patients. *J.Bone Joint Surg.Am.* 73:1507, 1991.
96. Kelly,J.D.: Disintegration of an absorbable rotator cuff anchor six weeks after implantation. *Arthroscopy* 21:495, 2005.
97. Kim,S.H. and Ha,K.I.: The SMC knot--a new slip knot with locking mechanism. *Arthroscopy* 16:563, 2000.
98. Kim,S.H., Ha,K.I., Park,J.H., Kang,J.S., Oh,S.K., and Oh,I.: Arthroscopic versus mini-open salvage repair of the rotator cuff tear: outcome analysis at 2 to 6 years' follow-up. *Arthroscopy* 19:746, 2003.
99. Kim,S.H., Yoo,J.C., Wang,J.H., Choi,K.W., Bae,T.S., and Lee,C.Y.: Arthroscopic sliding knot: how many additional half-hitches are really needed? *Arthroscopy* 21:405, 2005.
100. Klepps,S., Bishop,J., Lin,J., Cahlon,O., Strauss,A., Hayes,P., and Flatow,E.L.: Prospective evaluation of the effect of rotator cuff integrity on the outcome of open rotator cuff repairs. *Am.J.Sports Med.* 32:1716, 2004.
101. Knudsen,H.B., Gelineck,J., Sojbjerg,J.O., Olsen,B.S., Johannsen,H.V., and Sneppen,O.: Functional and magnetic resonance imaging evaluation after single-tendon rotator cuff reconstruction. *J.Shoulder.Elbow.Surg.* 8:242, 1999.
102. Lafosse,L.: How to pass sutures through tendons and ligaments. 5th advanced course on Shoulder Arthroscopy, Val d'Isère, France 2005.(Abstract)
103. Lee,S., Mahar,A., Bynum,K., and Pedowitz,R.: Biomechanical comparison of bioabsorbable sutureless screw anchor versus suture anchor fixation for rotator cuff repair. *Arthroscopy* 21:43, 2005.
104. Leedle,B.P. and Miller,M.D.: Pullout strength of knotless suture anchors. *Arthroscopy* 21:81, 2005.

105. Levy,H.J., Uribe,J.W., and Delaney,L.G.: Arthroscopic assisted rotator cuff repair: preliminary results. *Arthroscopy* 6:55, 1990.
106. Lichtenberg,S., Liem,D., Magosch,P., and Habermeyer,P.: Rotator cuff integrity after arthroscopic rotator cuff repair. A prospective MRI-controlled study. 19th Congress of the European Society for Surgery of the Shoulder and Elbow.Rome, Italy 2005.(Abstract)
107. Liu,S.H. and Baker,C.L.: Arthroscopically assisted rotator cuff repair: correlation of functional results with integrity of the cuff. *Arthroscopy* 10:54, 1994.
108. Lo,I.K. and Burkhart,S.S.: Double-row arthroscopic rotator cuff repair: re-establishing the footprint of the rotator cuff. *Arthroscopy* 19:1035, 2003.
109. Lo,I.K., Burkhart,S.S., and Athanasiou,K.: Abrasion resistance of two types of nonabsorbable braided suture. *Arthroscopy* 20:407, 2004.
110. Lo,I.K., Burkhart,S.S., Chan,K.C., and Athanasiou,K.: Arthroscopic knots: determining the optimal balance of loop security and knot security. *Arthroscopy* 20:489, 2004.
111. Ma,C.B., Comerford,L., Puttlitz,C., and Wilson,J.: Biomechanical Analysis of Rotator Cuff Repair-Double row versus Single row Fixation. *Arthroscopy* 21:e23, 2005.(Abstract)
112. Ma,C.B., MacGillivray,J.D., Clabeaux,J., Lee,S., and Otis,J.C.: Biomechanical evaluation of arthroscopic rotator cuff stitches. *J.Bone Joint Surg.Am.* 86-A:1211, 2004.
113. Mansat,M.: anterior acromioplasty. *Rev.Chir Orthop.Reparatrice Appar.Mot.* 744:301, 1988.
114. Mansat,M. and Bonnevalle,P.: Impingement syndrome. Surgical treatment of stage 3. Presented at 2nd open meeting, American shoulder and elbow surgeons. *orthop.Trans.* 10:229, 1986.
115. Mansat,P.: Complications of open and arthroscopic rotator cuff repair. 19th Congress of the European Society for Surgery of the Shoulder and Elbow.Rome, Italy 2005.(Abstract)
116. McLaughlin,H.L.: Lesions of the musculotendinous cuff of the shoulder. The exposure and treatment of tears with retraction. 1944. *Clin.Orthop.* 3, 1994.
117. McLaughlin,H.L. and Asherman,E.G.: Lésions of the musculotendinous cuff of the shoulder. IV. Some observations based upon the results of surgical repair. *J.Bone Joint Surg.Am.* 33:76, 1951.
118. Meier,S.W. and Manigrasso,M.B.: Rotator cuff repair: the effect of double row suture anchor fixation on initial repair strength. *Rev.Chir Orthop.Reparatrice Appar.Mot.* 90:3S77, 2004.(Abstract)
119. Meier,S.W. and Manigrasso,M.B.: Rotator Cuff Repair: The Effect of Double-Row

Fixation on Repair Interface. *Arthroscopy* 21:e24, 2005.(Abstract)

120. Meier,S.W. and Manigrasso,M.B.: Rotator cuff repair: The effect of dual row fixation on initial repair strenght. 19th Congress of the European Society for Surgery of the Shoulder and Elbow.Rome, Italy 2005.(Abstract)
121. Meier,S.W., Meier,J.D., and Levy,A.S.: Rotator Cuff Repair: The Effect of Double-Row Fixation Versus Single-Row on Three-Dimentional Repair Site. *Arthroscopy* 20:e2, 2004.(Abstract)
122. Meyer,A.W.: Further evidence of attrition in the human body. *Am.J.Anat.* 34:241, 1924.
123. Meyer,D.C., Felix,E., Ruffieux,K., and Gerber,C.: Influence of test temperature and test speed on the mechanical strength of absorbable suture anchors. *Arthroscopy* 20:185, 2004.
124. Meyer,D.C., Fucentese,S.F., Ruffieux,K., Jacob,H.A., and Gerber,C.: Mechanical testing of absorbable suture anchors. *Arthroscopy* 19:188, 2003.
125. Meyer,D.C., Nyffeler,R.W., Fucentese,S.F., and Gerber,C.: Failure of suture material at suture anchor eyelets. *Arthroscopy* 18:1013, 2002.
126. Milia,M.J., Peindl,R.D., and Connor,P.M.: Arthroscopic knot tying: the role of instrumentation in achieving knot security. *Arthroscopy* 21:69, 2005.
127. Miller,C. and Savoie,F.H.: Glenohumeral abnormalities associated with full-thickness tears of the rotator cuff. *Orthop.Rev.* 23:159, 1994.
128. Millett,P.J., Mazzocca,A., and Guanche,C.A.: Mattress double anchor footprint repair: a novel, arthroscopic rotator cuff repair technique. *Arthroscopy* 20:875, 2004.
129. Minagawa,H., Itoi,E., Konno,N., Kido,T., Sano,A., Urayama,M., and Sato,K.: Humeral attachment of the supraspinatus and infraspinatus tendons: an anatomic study. *Arthroscopy* 14:302, 1998.
130. Mink,J.H., Harris,E., and Rappaport,M.: Rotator cuff tears: evaluation using double-contrast shoulder arthrography. *Radiology* 157:621, 1985.
131. MOSELEY,H.F.: *Shoulder Lesions*. Edinburgh and London, 1969.
132. Muller,W.: Uber habituelle schulterluxationen.In XXVII. *Chirurg*. Berlin, 1898.
133. Murray,T.F., Jr., Lajtai,G., Mileski,R.M., and Snyder,S.J.: Arthroscopic repair of medium to large full-thickness rotator cuff tears: outcome at 2- to 6-year follow-up. *J.Shoulder.Elbow.Surg.* 11:19, 2002.
134. Neer,C.S.: Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder: a preliminary report. *J.Bone Joint Surg.Am.* 54:41, 1972.
135. Neer,C.S. and Marberry,T.A.: On the disadvantages of radical acromionectomy. *J.Bone Joint Surg.Am.* 63:416, 1981.

136. Nelson, M.C., Leather, G.P., Nirschl, R.P., Pettrone, F.A., and Freedman, M.T.: Evaluation of the painful shoulder. A prospective comparison of magnetic resonance imaging, computerized tomographic arthrography, ultrasonography, and operative findings. *J. Bone Joint Surg. Am.* 73:707, 1991.
 137. Norberg, F.B., Field, L.D., and Savoie, F.H., III: Repair of the rotator cuff. Mini-open and arthroscopic repairs. *Clin. Sports Med.* 19:77, 2000.
 138. Nottage, W.M. and Lieurance, R.K.: Arthroscopic knot tying techniques. *Arthroscopy* 15:515, 1999.
 139. Nove-Josserand, L., Levigne, C., Noel, E., and Walch, G.: [The acromio-humeral interval. A study of the factors influencing its height]. *Rev. Chir Orthop. Reparatrice Appar. Mot.* 82:379, 1996.
 140. Park, M., Cadet, E., Levine, W., Bigliani, L., and Ahmad, C.: Tendon-to-Bone Distributions at a Repaired Rotator Cuff Footprint Using Transosseous Suture and Suture Anchor Fixation Techniques. *Arthroscopy* 21:e22, 2005. (Abstract)
 141. Pasquier, B. and Gazielly, D.: Double contrast arthrography and CT arthrography in rotator cuff pathology. In Gazielly, D.F., Gleyze, P., and Thomas Todd, (eds.): *The Cuff*. Paris, Elsevier, 1997,
 142. Paulos, L.E. and Kody, M.H.: Arthroscopically enhanced "miniapproach" to rotator cuff repair. *Am. J. Sports Med.* 22:19, 1994.
 143. Perthes, G.: Uber operationen bei habitueller schulterluxation. *Deutsch Z chir* 85:199, 1906.
 144. Pettersson, G.: Rupture of the tendon aponeurosis of the shoulder joint in antero-inferior dislocation. *Acta Chir Scand. Suppl* 77:1, 1942.
 145. Pollock, R.G. and Flatow, E.L.: The rotator cuff. Full-thickness tears. Mini-open repair. *Orthop. Clin. North Am.* 28:169, 1997.
 146. Posada, A., Uribe, J.W., Hechtman, K.S., Tjin, A.T.E., and Zvijac, J.E.: Mini-deltoid splitting rotator cuff repair: do results deteriorate with time? *Arthroscopy* 16:137, 2000.
 147. Queinnec, J. B. Traitement chirurgical de la coiffe des rotateurs: intérêt de l'attelle d'abduction en post-opératoire. Etude comparative: à propos de 82 cas. 2001. (GENERIC)
- Ref Type: Thesis/Dissertation
148. Reed, S.C., Glossop, N., and Ogilvie-Harris, D.J.: Full-thickness rotator cuff tears. A biomechanical comparison of suture versus bone anchor techniques. *Am. J. Sports Med.* 24:46, 1996.
 149. Rodeo, S.A., Arnoczky, S.P., Torzilli, P.A., Hidaka, C., and Warren, R.F.: Tendon-healing in a bone tunnel. A biomechanical and histological study in the dog. *J. Bone Joint Surg. Am.* 75:1795, 1993.

150. Rolla,P.R. and Surace,M.F.: The double-twist knot: a new arthroscopic sliding knot. *Arthroscopy* 18:815, 2002.
151. Romeo,A.A., Hang,D.W., Bach,B.R., Jr., and Shott,S.: Repair of full thickness rotator cuff tears. Gender, age, and other factors affecting outcome. *Clin.Orthop.* 243, 1999.
152. Rossouw,D.J., McElroy,B.J., Amis,A.A., and Emery,R.J.: A biomechanical evaluation of suture anchors in repair of the rotator cuff. *J.Bone Joint Surg.Br.* 79:458, 1997.
153. Ruotolo,C., Fow,J.E., and Nottage,W.M.: The supraspinatus footprint: an anatomic study of the supraspinatus insertion. *Arthroscopy* 20:246, 2004.
154. Samilson,R.L. and Prieto,V.: Dislocation arthropathy of the shoulder. *J.Bone Joint Surg.Am.* 65:456, 1983.
155. Schneeberger,A.G., von Roll,A., Kalberer,F., Jacob,H.A., and Gerber,C.: Mechanical strength of arthroscopic rotator cuff repair techniques: an in vitro study. *J.Bone Joint Surg.Am.* 84-A:2152, 2002.
156. Sekiya,L.C., Elkousy,H.A., and Rodosky,M.W.: Arthroscopic biceps tenodesis using the percutaneous intra-articular transtendon technique. *Arthroscopy* 19:1137, 2003.
157. Severud,E.L., Ruotolo,C., Abbott,D.D., and Nottage,W.M.: All-arthroscopic versus mini-open rotator cuff repair: A long-term retrospective outcome comparison. *Arthroscopy* 19:234, 2003.
158. Sforza,G., Sapanara,F., Bruno,M., and Laforgia,R.: Surgical treatment of rotator cuff lesions. 19th Congress of the European Society for Surgery of the Shoulder and Elbow.Rome, Italy 2005.(Abstract)
159. Shall,L.M. and Cawley,P.W.: Soft tissue reconstruction in the shoulder. Comparison of suture anchors, absorbable staples, and absorbable tacks. *Am.J.Sports Med.* 22:715, 1994.
160. Shea,K.P., O'Keefe,R.M., Jr., and Fulkerson,J.P.: Comparison of initial pull-out strength of arthroscopic suture and staple Bankart repair techniques. *Arthroscopy* 8:179, 1992.
161. Shinnors,T.J., Noordsij,P.G., and Orwin,J.F.: Arthroscopically assisted mini-open rotator cuff repair. *Arthroscopy* 18:21, 2002.
162. Smith,J.G.: pathological appearances of seven cases of injury of the shoulder joint with remarks. *London Medical Gazette* 14:280, 1834.
163. Smith-Petersen,M.N., Aufranc,O.E., and Larson,C.B.: Useful surgical procedures for rheumatoid arthritis involving joints of the upper extremity. *Arch.Surg.* 46:764, 1943.
164. Snyder,S.J.: Technique of arthroscopic rotator cuff repair using implantable 4-mm

Revo suture anchors, suture Shuttle Relays, and no. 2 nonabsorbable mattress sutures. *Orthop.Clin.North Am.* 28:267, 1997.

165. Soames,R.W.: Skeletal system. In Gray's anatomy. New York: Churchill Livingstone, 1995,
166. Soifer,T.B., Levy,H.J., Soifer,F.M., Kleinbart,F., Vigorita,V., and Bryk,E.: Neurohistology of the subacromial space. *Arthroscopy* 12:182, 1996.
167. St Pierre,P., Olson,E.J., Elliott,J.J., O'Hair,K.C., McKinney,L.A., and Ryan,J.: Tendon-healing to cortical bone compared with healing to a cancellous trough. A biomechanical and histological evaluation in goats. *J.Bone Joint Surg.Am.* 77:1858, 1995.
168. Stephens,S.R., Warren,R.F., Payne,L.Z., Wickiewicz,T.L., and Altchek,D.W.: Arthroscopic acromioplasty: a 6- to 10-year follow-up. *Arthroscopy* 14:382, 1998.
169. Sugaya,H., Moriishi,J., Kanisawa,I., and Tsuchiya,A.: Postoperative Cuff Integrity After Arthroscopic Full-Thickness Rotator Cuff Repair: Single-Row Versus Dual-Row Fixation. *Arthroscopy* 20 :e2, 2004.(Abstract)
170. Sward,L., Hughes,J.S., Amis,A., and Wallace,W.A.: The strength of surgical repairs of the rotator cuff. A biomechanical study on cadavers. *J.Bone Joint Surg.Br.* 74:585, 1992.
171. Tauro,J.C.: Arthroscopic rotator cuff repair: analysis of technique and results at 2- and 3-year follow-up. *Arthroscopy* 14:45, 1998.
172. Thomazeau,H., Boukobza,E., Morcet,N., Chaperon,J., and Langlais,F.: Prediction of rotator cuff repair results by magnetic resonance imaging. *Clin.Orthop.* 275, 1997.
173. Tingart,M.J., Apreleva,M., Zurakowski,D., and Warner,J.J.: Pullout strength of suture anchors used in rotator cuff repair. *J.Bone Joint Surg.Am.* 85-A:2190, 2003.
174. Toussaint,B. and Lafosse,L.: Double row fixation for arthroscopic rotator cuff repair. 19th Congress of the European Society for Surgery of the Shoulder and Elbow.Rome, Italy 2005.(Abstract)
175. Uthoff,H.K., Seki,M., Backman,D.S., Trudel,G., Himori,K., and Sano,H.: Tensile strength of the supraspinatus after reimplantation into a bony trough: an experimental study in rabbits. *J.Shoulder.Elbow.Surg.* 11:504, 2002.
176. Vangsness,C.T., Jr., Ennis,M., Taylor,J.G., and Atkinson,R.: Neural anatomy of the glenohumeral ligaments, labrum, and subacromial bursa. *Arthroscopy* 11:180, 1995.
177. Venkateswaran,B., Montgomery,A.S., Zaman,T., Even,T., Copeland,S., and Levy,O.: Arthroscopic rotator cuff repair. Early and mid term results. 19th Congress of the European Society for Surgery of the Shoulder and Elbow.Rome, Italy 2005.(Abstract)

178. Walch,G., Marechal,E., Maupas,J., and Liotard,J.P.: [Surgical treatment of rotator cuff rupture. Prognostic factors]. *Rev.Chir Orthop.Reparatrice Appar.Mot.* 78:379, 1992.
179. Warren, R. F. Biomechanical Evaluation of the Relation between Repair Site Surface Area and Strength of the Bone-Tendon Interface. 17. 2001. 18th Annual Meeting of American Shoulder and Elbow Surgeon. (GENERIC)

Ref Type: Hearing

180. Watanabe,M.: The development and present status of the arthroscope. *J.Jpn.Med.Inst.* 25:11, 1954.
181. Watanabe,M.: Arthroscopy: the present state. *Orthop.Clin.North Am.* 10:505, 1979.
182. Watanabe,M., Takeda,S., and Ikeuchi,H.: *Atlas of Arthroscopy*, 3rd ed. New York: Igaku-Shoin. 1979,
183. Watson,E.M. and Sonnabend,D.H.: Outcome of rotator cuff repair. *J.Shoulder.Elbow.Surg.* 11:201, 2002.
184. Watson-Jones,R.: *Fractures and joint injuries*. Baltimore, 1960, p. 449.
185. Wiley,A.M. and Older,M.W.: Shoulder arthroscopy. Investigations with a fibroptic instrument. *Am.J.Sports Med.* 8:31, 1980.
186. Wilson,F., Hinov,V., and Adams,G.: Arthroscopic repair of full-thickness tears of the rotator cuff: 2- to 14-year follow-up. *Arthroscopy* 18:136, 2002.
187. Wolf,E.M., Pennington,W.T., and Agrawal,V.: Arthroscopic rotator cuff repair: 4- to 10-year results. *Arthroscopy* 20:5, 2004.
188. Yamaguchi,K.: Mini-open rotator cuff repair: an updated perspective. *Instr.Course Lect.* 50:53, 2001.
189. Yamanaka,K., Fukuda,H., Hamada,K., and Nakajima,T.: Histology of the supraspinatus tendon with reference to rotator cuff tears. In Gazielly,D., Gleyze,P., and Thomas,T., (eds.): *The Cuff*. Paris, Elsevier, 1997, p. 15.
190. Yiannakopoulos,C.K., Hiotis,I., and Antonogiannakis,E.: The triad knot: a new sliding self-locking knot. *Arthroscopy* 21:899, 2005.
191. Zuckerman,J.D. and Matsen,F.A., III: Complications about the glenohumeral joint related to the use of screws and staples. *J.Bone Joint Surg.Am.* 66:175, 1984.
192. Zumstein,M., Jacob,H.A., and Schneeberger,A.G.: In vitro comparison of standard and Knotless metal suture anchors. *Arthroscopy* 20:517, 2004.



VU

NANCY, le 2 septembre 2005

Le Président de Thèse

Professeur D. MOLÉ

NANCY, le 22 septembre 2005

Le Doyen de la Faculté de Médecine

Par délégation

Professeur J.F. STOLTZ

AUTORISE À SOUTENIR ET À IMPRIMER LA THÈSE

NANCY, le 27 septembre 2005

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY 1

Professeur J.P. FINANCE

RESUME DE LA THESE

La réparation du supraspinatus sous arthroscopie donne d'excellents résultats fonctionnels mais le taux de cicatrisation tendineuse, garant d'un résultat durable, n'a jamais fait l'objet d'étude comparative sérieuse entre la réparation à ciel ouvert et la réparation arthroscopique. Cette étude a pour but de comparer en tous points les résultats cliniques et anatomiques des deux techniques chirurgicales afin de valider la technique arthroscopique.

Matériel et méthode : Il s'agit d'une étude prospective randomisée menée entre octobre 2003 et janvier 2005. Quarante et une épaules ont été opérées d'une rupture chronique distale du supraspinatus sur quatre et onze patients. Dans trente et une cas la réparation a été réalisée à ciel ouvert et dans cinquante et une cas sous arthroscopie. L'âge des patients au moment de l'intervention se situe entre trente et soixante et onze ans. La douleur postopératoire a été évaluée la première semaine par l'échelle visuelle analogique (EVA). Les révisions cliniques, au troisième et au douzième mois postopératoires, ont consisté en la mesure des amplitudes articulaires, en la réalisation d'un score de Constant et d'un « simple shoulder test » (SST). La cicatrisation tendineuse a été évaluée par arthroscanner au recul de un an.

Résultats : La douleur postopératoire est significativement inférieure dans le groupe opéré par arthroscopie. Les résultats cliniques sont bons à excellents dans 83% des cas. On ne retrouve pas de différence significative en terme de résultats cliniques au recul trois mois et au recul maximum. Il existe moins de rétraction capsulaire dans le groupe des patients opérés par arthroscopie mais la différence n'est pas significative. On retrouve plus de 20% de ruptures itératives dans le groupe de patients opérés par arthroscopie contre aucun dans le groupe opéré à ciel ouvert. La rétraction tendineuse dans le plan frontal est un facteur défavorable à la cicatrisation tendineuse. La satisfaction des patients est identique dans les deux groupes. On ne note pas d'amélioration de la cicatrisation tendineuse au cours de notre expérience.

Conclusion : La réparation sous arthroscopie des ruptures distales du supraspinatus apparaît moins douloureuse dans les premiers jours postopératoires et moins pourvoyeuse de capsulite rétractile. Cependant, la cicatrisation tendineuse est moins fiable que dans les réparations à ciel ouvert mais équivalente aux résultats constatés dans la littérature.

TITRE EN ANGLAIS

Surgical repair of distal full thickness tears of the supraspinatus : open versus arthroscopic
A prospective randomized study about 93 cases

MOTS CLEFS

Coiffe des rotateurs, supraspinatus, arthroscopie, ciel ouvert, arthroscanner