



**THESE D'EXERCICE  
POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE DESC de chirurgie  
orthopédique et traumatologique**

**Prothèse totale d'épaule anatomique pour omarthrose  
primitive : la récurrence de la subluxation est-elle évitable ?**

Soutenue et présentée publiquement à la faculté de médecine de Nice

**Le 30 Avril 2019**

Par

**CECCARELLI Romain  
Né le 3 Mars 1989 à Nice (06)**

**Interne des hôpitaux de Nice**

Membres du jury de la thèse :

**Président : Monsieur le Professeur Pascal BOILEAU**

**Directeur : Monsieur le Docteur Marc-Olivier GAUCI**

**Assesseurs : Monsieur le Professeur Fernand De PERETTI**

**Monsieur le Professeur Christophe TROJANI**

**Monsieur le Professeur Jean François GONZALEZ**



**Liste des enseignants au 1er septembre 2018 à la Faculté de Médecine de Nice**

**Doyen**

**Pr. BAQUÉ Patrick**

**Vice-doyens**

**Pédagogie  
Recherche  
Etudiants**

**Pr. ALUNNI Véronique  
Pr DELLAMONICA jean  
M. JOUAN Robin**

**Chargé de mission projet Campus**

**Pr. PAQUIS Philippe**

Conservateur de la bibliothèque

Mme AMSELLE Danièle

Directrice administrative des services

Mme CALLEA Isabelle

Doyens Honoraires

M. RAMPAL Patrick  
M. BENCHIMOL Daniel

## Liste des enseignants au 1er septembre 2018 à la Faculté de Médecine de Nice

### PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

M.	AMIEL Jean	Urologie (52.04)
M.	BAQUÉ Patrick	Anatomie - Chirurgie Générale (42.01)
M.	BERNARDIN Gilles	Réanimation Médicale (48.02)
M.	BOILEAU Pascal	Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (50.02)
M.	DARCOURT Jacques	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
M.	ESNAULT Vincent	Néphrologie (52-03)
M.	FENICHEL Patrick	Biologie du Développement et de la Reproduction (54.05)
M.	FUZIBET Jean-Gabriel	Médecine Interne (53.01)
M.	GILSON Éric	Biologie Cellulaire (44.03)
M.	GUGENHEIM Jean	Chirurgie Digestive (52.02)
M.	HASSEN KHODJA Reda	Chirurgie Vasculaire (51.04)
M.	HÉBUTERNE Xavier	Nutrition (44.04)
M.	HOFMAN Paul	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
Mme	ICHAÏ Carole	Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M.	LACOUR Jean-Philippe	Dermato-Vénérologie (50.03)
M.	LEFTHERIOTIS Geogres	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (51.04)
M.	MARQUETTE Charles-Hugo	Pneumologie (51.01)
M.	MARTY Pierre	Parasitologie et Mycologie (45.02)
M.	MICHIELS Jean-François	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
M.	MOUROUX Jérôme	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire (51.03)
Mme	PAQUIS Véronique	Génétique (47.04)
M.	PAQUIS Philippe	Neurochirurgie (49.02)
M.	QUATREHOMME Gérald	Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03)
M.	RAUCOULES-AIMÉ Marc	Anesthésie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
M.	ROBERT Philippe	Psychiatrie d'Adultes (49.03)
M.	SANTINI Joseph	O.R.L. (55.01)
M.	THYSS Antoine	Cancérologie, Radiothérapie (47.02)
M.	TRAN Albert	Hépto Gastro-entérologie (52.01)

**Liste des enseignants au 1er septembre 2018 à la Faculté de Médecine de Nice**

**PROFESSEURS PREMIERE CLASSE**

Mme	ASKENAZY-GITTARD Florence	Pédopsychiatrie (49.04)
M.	BARRANGER Emmanuel	Gynécologie Obstétrique (54.03)
M.	BÉRARD Étienne	Pédiatrie (54.01)
Mme	BLANC-PEDEUTOUR Florence	Cancérologie – Génétique (47.02)
M.	BONGAIN André	Gynécologie-Obstétrique (54.03)
Mme	BREUIL Véronique	Rhumatologie (50.01)
M.	CASTILLO Laurent	O.R.L. (55.01)
M.	CHEVALLIER Patrick	Radiologie et Imagerie Médicale (43.02)
M.	DE PERETTI Fernand	Anatomie-Chirurgie Orthopédique (42.01)
M.	DRICI Milou-Daniel	Pharmacologie Clinique (48.03)
M.	FERRARI Émile	Cardiologie (51.02)
M.	FERRERO Jean-Marc	Cancérologie ; Radiothérapie (47.02)
M.	FONTAINE Denys	Neurochirurgie (49.02)
M.	GIBELIN Pierre	Cardiologie (51.02)
M.	HANNOUN-LEVI Jean-Michel	Cancérologie ; Radiothérapie (47.02)
M.	LEVRAUT Jacques	Médecine d'urgence (48.05)
M.	LONJON Michel	Neurochirurgie (49.02)
M.	MOUNIER Nicolas	Cancérologie, Radiothérapie (47.02)
M.	PADOVANI Bernard	Radiologie et Imagerie Médicale (43.02)
M.	PICHE Thierry	Gastro-entérologie (52.01)
M.	PRADIER Christian	Épidémiologie, Économie de la Santé et Prévention (46.01)
Mme	RAYNAUD Dominique	Hématologie (47.01)
M.	ROSENTHAL Éric	Médecine Interne (53.01)
M.	SCHNEIDER Stéphane	Nutrition (44.04)
M.	STACCINI Pascal	Biostatistiques et Informatique Médicale (46.04)
M.	THOMAS Pierre	Neurologie (49.01)
M.	TROJANI Christophe	Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (50.02)

**Liste des enseignants au 1er septembre 2018 à la Faculté de Médecine de Nice**

**PROFESSEURS DEUXIEME CLASSE**

Mme	ALUNNI Véronique	Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03)
M.	ANTY Rodolphe	Gastro-entérologie (52.01)
M.	BAHADORAN Philippe	Cytologie et Histologie (42.02)
Mme	BAILLIF Stéphanie	Ophthalmologie (55.02)
Mme	BANNWARTH Sylvie	Génétique (47.04)
M.	BENIZRI Emmanuel	Chirurgie Générale (53.02)
M.	BENOIT Michel	Psychiatrie (49.03)
M.	BOZEC Alexandre	ORL- Cancérologie (47.02)
M.	BREAUD Jean	Chirurgie Infantile (54-02)
M.	CHEVALIER Nicolas	Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques (54.04)
Mme	CHINETTI Giulia	Biochimie-Biologie Moléculaire (44.01)
M.	CLUZEAU Thomas	Hématologie (47.01)
M.	DELLAMONICA Jean	réanimation médicale (48.02)
M.	DELOTTE Jérôme	Gynécologie-obstétrique (54.03)
M.	FOURNIER Jean-Paul	Thérapeutique (48-04)
Mlle	GIORDANENGO Valérie	Bactériologie-Virologie (45.01)
Mme	GIOVANNINI-CHAMI Lisa	Pédiatrie (54.01)
M.	GUÉRIN Olivier	Méd. In ; Gériatrie (53.01)
M.	IANNELLI Antonio	Chirurgie Digestive (52.02)
M.	ILIE Marius	Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03)
M	JEAN BAPTISTE Elixène	Chirurgie vasculaire (51.04)
M.	PASSERON Thierry	Dermato-Vénéréologie (50-03)
M.	ROGER Pierre-Marie	Maladies Infectieuses ; Maladies Tropicales (45.03)
M.	ROHRLICH Pierre	Pédiatrie (54.01)
M.	ROUX Christian	rhumatologie (50.01)
M.	RUIMY Raymond	Bactériologie-virologie (45.01)
Mme	SACCONI Sabrina	Neurologie (49.01)
M.	SADOUL Jean-Louis	Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques (54.04)

**Liste des enseignants au 1er septembre 2018 à la Faculté de Médecine de Nice**

**MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS**

M.	AMBROSETTI Damien	Cytologie et Histologie (42.02)
M.	BENOLIEL José	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
Mme	BERNARD-POMIER Ghislaine	Immunologie (47.03)
M.	BRONSARD Nicolas	Anatomie Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (42.01)
Mme	BUREL-VANDENBOS Fanny	Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03)
M.	DOGLIO Alain	Bactériologie-Virologie (45.01)
M	DOYEN Jérôme	Radiothérapie (47.02)
M	FAVRE Guillaume	Néphrologie (52.03)
M.	FOSSE Thierry	Bactériologie-Virologie-Hygiène (45.01)
M.	GARRAFFO Rodolphe	Pharmacologie Fondamentale (48.03)
Mme	HINAULT Charlotte	Biochimie et biologie moléculaire (44.01)
M.	HUMBERT Olivier	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
Mme	LAMY Brigitte	Bactériologie-virologie (45.01)
Mme	LONG-MIRA Elodie	Cytologie et Histologie (42.02)
Mme	MAGNIÉ Marie-Noëlle	Physiologie (44.02)
Mme	MOCERI Pamela	Cardiologie (51.02)
M.	MONTAUDIE Henri	Dermatologie (50.03)
Mme	MUSSO-LASSALLE Sandra	Anatomie et Cytologie pathologiques (42.03)
M.	NAÏMI Mourad	Biochimie et Biologie moléculaire (44.01)
Mme	POMARES Christelle	Parasitologie et mycologie (45.02)
M.	SAVOLDELLI Charles	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie (55.03)
Mme	SEITZ-POLSKI barbara	Immunologie (47.03)
M.	TESTA Jean	Épidémiologie Économie de la Santé et Prévention (46.01)
M.	TOULON Pierre	Hématologie et Transfusion (47.01)

**Liste des enseignants au 1er septembre 2018 à la Faculté de Médecine de Nice**

**PROFESSEUR DES UNIVERSITÉS**

M. HOFLIGER Philippe Médecine Générale (53.03)

**MAITRE DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS**

M. DARMON David Médecine Générale (53.03)

**PROFESSEURS AGRÉGÉS**

Mme LANDI Rebecca Anglais

**PRATICIEN HOSPITALIER UNIVERSITAIRE**

M. DURAND Matthieu Urologie (52.04)

**PROFESSEURS ASSOCIÉS**

M. GARDON Gilles Médecine Générale (53.03)

Mme MONNIER Brigitte Médecine Générale (53.03)

**MAITRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS**

Mme CASTA Céline Médecine Générale (53.03)

M. GASPERINI Fabrice Médecine Générale (53.03)

M. HOGU Nicolas Médecine Générale (53.03)

**Liste des enseignants au 1er septembre 2018 à la Faculté de Médecine de Nice**

**Constitution du jury en qualité de 4ème membre**

**Professeurs Honoraires**

M ALBERTINI Marc	M. GASTAUD Pierre
M. BALAS Daniel	M. GÉRARD Jean-Pierre
M. BATT Michel	M. GILLET Jean-Yves
M. BLAIVE Bruno	M. GRELLIER Patrick
M. BOQUET Patrice	M. GRIMAUD Dominique
M. BOURGEON André	M. JOURDAN Jacques
M. BOUTTÉ Patrick	M. LAMBERT Jean-Claude
M. BRUNETON Jean-Noël	M. LAZDUNSKI Michel
Mme BUSSIERE Françoise	M. LEFEBVRE Jean-Claude
M. CAMOUS Jean-Pierre	M. LE FICHOUX Yves
M. CANIVET Bertrand	Mme LEBRETON Elisabeth
M. CASSUTO Jill-patrice	M. MARIANI Roger
M. CHATEL Marcel	M. MASSEYEFF René
M. COUSSEMENT Alain	M. MATTEI Mathieu
Mme CRENESSE Dominique	M. MOUIEL Jean
M. DARCOURT Guy	Mme MYQUEL Martine
M. DELLAMONICA Pierre	M. ORTONNE Jean-Paul
M. DELMONT Jean	M. PRINGUEY Dominique
M. DEMARD François	M. SAUTRON Jean Baptiste
M. DESNUELLE Claude	M. SCHNEIDER Maurice
M. DOLISI Claude	M. TOUBOL Jacques
Mme EULLER-ZIEGLER Liana	M. TRAN Dinh Khiem
M. FRANCO Alain	M VAN OBBERGHEN Emmanuel
M. FREYCHET Pierre	M. ZIEGLER Gérard

**M.C.U. Honoraires**

M. ARNOLD Jacques	M. GIUDICELLI Jean
M. BASTERIS Bernard	M. MAGNÉ Jacques
Mlle CHICHMANIAN Rose-Marie	Mme MEMRAN Nadine
Mme DONZEAU Michèle	M. MENGUAL Raymond
M. EMILIOZZI Roméo	M. PHILIP Patrick
M. FRANKEN Philippe	M. POIRÉE Jean-Claude
M. GASTAUD Marcel	Mme ROURE Marie-Claire

## REMERCIEMENTS

A mes maîtres,

Monsieur le Professeur Boileau, Président du jury.

Merci de m'avoir fait l'honneur de présider cette thèse et d'avoir assumé ce rôle avec tant d'assiduité. Vous m'avez inculqué la rigueur, essentielle à la pratique de notre métier. Vos messages resteront gravés en moi et je vous fais la promesse de m'en servir au quotidien.

Monsieur le Professeur De Peretti,

Pour m'avoir fait l'honneur d'être membre de mon jury de thèse. Vous m'avez transmis dès le début votre amour pour l'anatomie. Merci pour votre constance dans notre enseignement et pour votre oreille toujours attentive.

Monsieur le Professeur Trojani,

Pour m'avoir fait l'honneur d'être membre de mon jury de thèse. « Simplifier, ce n'est pas faire simple ». Vous parvenez à rendre notre exercice clair et exhaustif à la fois.

Monsieur le Professeur Gonzalez

Pour m'avoir fait l'honneur d'être membre de mon jury de thèse. Merci de me transmettre votre diversité aussi bien chirurgicale que culturelle.

Monsieur le Docteur Gauci

Pour avoir dirigée cette thèse avec autant de disponibilité. Tu m'as aidé quand il fallait et tu m'as laissé chercher quand il le fallait aussi ! Tu as su m'apprendre à réfléchir et à opérer, en somme les bases du fameux « acte intellectuel ». J'espère pouvoir continuer à apprendre avec toi pendant encore longtemps. Merci.

A mon père

En 1990 tu notais : « A Romain, en espérant que je saurai toujours l'aider et le guider ». Tu es allé bien au-delà de tes espérances, et des miennes. Je te dois tout, depuis mon bonheur d'enfant jusqu'à mes projets d'adulte. Infiniment merci.

A ma mère

Celle à laquelle tous les enfants du monde devraient avoir droit. Mais pas pudeur je ne m'étalerai pas ici !

A ma sœur,

Que je guide, et qui me guide aussi. Un peu comme si nos vies étaient liées depuis toujours et pour toujours. J'espère que tu trouveras en moi un soutien infailible.

A mes grands-parents paternels, pour avoir éveillé ma curiosité dès le plus jeune âge.

A Mamie Michou parce que ton Osso Bucco n'a pas d'égal !

A Papy Jean et Papy Afrique, j'aurais été tellement fier de présenter ce travail devant vous.

A Mamy Afrique, merci de m'avoir fait découvrir ton pays d'adoption.

A Patrick et Helene, pour m'avoir fait vivre tant de vacances !

A mes oncles Laurent et Christian et leur famille à l'accueil si chaleureux.

A ma marraine, pour mon éducation sexuelle avant tout.

A mes beaux-parents. Je me suis senti chez moi dès l'instant où vous m'avez ouvert votre porte. Soyez sûr de mon bonheur auprès de vous.

A Vinvin et Aurore ET ROSALIE. Vous vous apprêtez à fonder une famille que j'admire déjà.

A Jean mi, à qui je dois le choix de la chirurgie et de tant d'autres choses. Maintenant, je veux apprendre à régater !

A tata Carine, pour avoir fait office de maman bis.

Aux copains de mes parents, aussi nombreux que fêtards. Vous êtes un peu mes copains aussi.

A Benjamin Guigue, je suis content de travailler avec la famille.

A Bertrand, mon plus vieil ami. Dommage pour le garage RoBert. On partage beaucoup de choses dans la vie. Merci pour tous ces débats endiablés sur le ski, les voitures etc.

A Pierre Alexandre Henri Jean-François, pour ton caractère si attentionné.

A Yann, merci d'être un ami sur lequel on peut compter

A Maxime, pour partager mon quotidien.

Aux prépuces, j'ai vécu en D4 la plus difficile et la plus belles des années. Ben, heureusement que j'aimais bouffer des rillettes, parce qu'on s'en est fait plein cette année-là. Pix et Charlie, vous êtes loin mais je ne vous oublie pas.

A Faustine, merci d'être une amie de si longue date, et de rendre un ami si heureux.

A Marine, merci pour ton éternel émerveillement, et pour tes bons soins.

A Gomar et Clemy. Merci pour tous ces apéros et pour les prochains, Segou et Titi, merci d'organiser toutes nos sorties extra scolaires, Greg et Maud, parce que ça fait du bien d'avoir des copains étourdis comme moi, Marine et Fach, merci de me faire rêver de voyages, Keke et Jaja, il est temps de rentrer à Nice maintenant ! Chloé et Albich, mes bretons, Benou et François, mes bordelais et Sacha, merci pour tes soins précieux.

Marion et Cyril. Merci de me transmettre votre joie de vivre à chacune de nos rencontres.

A mes maîtres d'internat

Au Docteur Tabutin, je pense à vous tous les jours : « si vis pacem para bellum »

A Antonio et Anne sophie. Merci pour le baptême de la chirurgie. Vous m'avez donné gout à cet exercice difficile. J'ai voulu le vélo, maintenant je pédale.

A Jean François et Rony, pour m'avoir appris la dextérité nécessaire chez les enfants, et pour les déjeuners sur la prom.

A Nicolas Bronsard, merci pour ton travail de fond dans le service.

A Régis Bernard De Dompure pour tes avis toujours éclairés de science et de bon sens.

A tous mes chefs de clinique en orthopédie. Martin, Lauryl, Hugo, Yohan, Gilles, Jean-luc, Laurent, Maxime, Michel, Vincent, Mika, Mika, Olivier, Patrick et Thomas (pour ma première PIH) pour vos conseils précieux. C'est vous qui avez été au cœur de ma formation, je vous en suis reconnaissant.

A tous mes cointernes d'ortho, Hugo (merci pour l'internat, j'espère qu'on opèrera encore ensembles), Tristan(t) mes hommages au seul chirurgien du pied et du rachis, John Jeremy et Christophe, mes copains de 1/2 promo, Caro qui mêle caractère et élégance, Adil merci pour ce semestre tu as été d'un soutien sans faille, Antoine pour ton charme insulaire , Yann S calme le jour et fou la nuit, Marie pour ce semestre cannois, Thomas j'espère qu'on naviguera ensembles, Allessander, Laure, Lucas et Corentin les enfants de l'orthopédie à l'avenir prometteur et bien-sur Yann P, Sami, Greg et Karim.

A Chloé, merci pour ta tolérance aux blagues les plus lourdes. J'ai bien rigolé !

A cette belle équipe de Pasteur 2. Que ce soit au bloc, dans les services ou à la consultation, je tiens à vous remercier pour votre aide. En plus d'assumer vos rôles propres, j'ai trouvé des collègues et des amis toujours prêts à rendre service. Grâce à vous tous, il règne une ambiance familiale ici.

Au service de chirurgie plastique pour m'avoir accueilli les bras grands ouvert. J'ai beaucoup appris avec vous. Aux docteurs Balaguer et Chignon-Sicard pour m'avoir appris à suturer comme il faut ! John, Cyril, pour la confiance que vous m'avez accordée, Marianne et Marie-Anne séduisantes et compétentes.

A Olivier, merci de m'avoir pris sous ton aile et de m'avoir appris tant de choses. J'espère qu'on aura encore ensembles de beaux projets.

A Matthias, merci de m'adopter. Je trépigne...

A ma famille d'accueil Nancéenne. J'ai passé un semestre fantastique à vos côtés. Vous représentez pour moi un modèle d'équilibre entre excellence chirurgicale et plaisir de vie. Merci pour tout.

A Caroline, que j'aime tendrement. Tu m'as littéralement porté ces 6 derniers mois. Je t'en serais éternellement reconnaissant. J'ai hâte de passer ma vie avec toi.

A LA VIE,  
Merci d'être si clémente ☺

## Table des matières

### Première partie : Mise au point sur la subluxation de la tête humérale et sa prise en charge

1. Mise au point sur la subluxation .....	Page 2
a. Introduction .....	Page 2
b. Différence entre subluxation postérieure et instabilités postérieures de l'épaule.....	Page 3
c. Biomécanique.....	Page 4
d. Étiologie de la subluxation postérieure de la tête humérale.....	Page 7
e. Analyse de la subluxation articulaire.....	Page 9
2. Prise en charge de l'omarthrose associée à une subluxation postérieure de la tête humérale.....	Page 12
a. Traitements conservateurs .....	Page 12
b. Hémiarthroplastie .....	Page 13
c. Prothèse totale d'épaule anatomique .....	Page 14
i. Fraisage asymétrique .....	Page 15
ii. Greffe postérieure .....	Page 17
iii. Implants postero augmentés .....	Page 18
iv. Mesures associées .....	Page 19
d. Prothèse totale d'épaule inversée.....	Page 20

### Deuxième partie : Article en Anglais ..... Page 26 |

Abstract.....	Page 26
Introduction.....	Page 27
Material and Method.....	Page 28
Results.....	Page 30
Discussion.....	Page 35

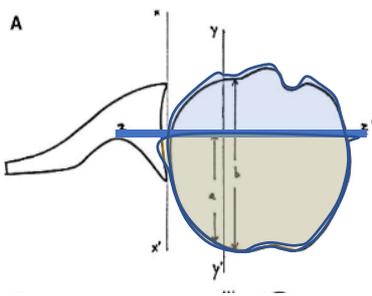
Serment d'Hippocrate.....	Page 42
---------------------------	---------

## 1. Mise au point sur la subluxation de la tête humérale

### a. Introduction

Neer a été le premier auteur à publier les résultats obtenus après prothèse totale d'épaule. Depuis, la prise en charge de l'omarthrose a été très largement étudiée

Cependant, au sein du sous-groupe des patients présentant une subluxation postérieure de la tête humérale, un nombre relativement élevé de résultats fonctionnels insatisfaisants (3) et de complications (descellements et instabilité de l'implant glénoïdien) (4) ont été démontrés.



Mesure de la Subluxation humérale postérieure

En conséquence, de nombreuses techniques chirurgicales ont été utilisées pour faire face à cette situation, allant du fraisage excentrique de la glène (5) à l'arthroplastie inversée (6), avec plus ou moins de succès.

Néanmoins, la gestion de la subluxation de la tête humérale postérieure, dans le contexte de l'arthrose primitive glénohumérale, reste controversée.

Walch et al (7) ont été les premiers à identifier une subluxation postérieure statique de la tête humérale précédant une usure postérieure de la glène chez des patients jeunes. Ils l'ont décrite comme une subluxation arthrogénique de la tête humérale.

Cela démontre la forme la plus primitive de l'évolution arthrosique observée par Neer, la différence critique étant l'ordre des événements. Neer suggérait que la subluxation postérieure suivait l'apparition d'une érosion postérieure, alors que Walch suggère le contraire.

Walch a également souligné que la rétroversion excessive de la glène (au-delà de 15 °) était la seule cause probable de cette subluxation statique.

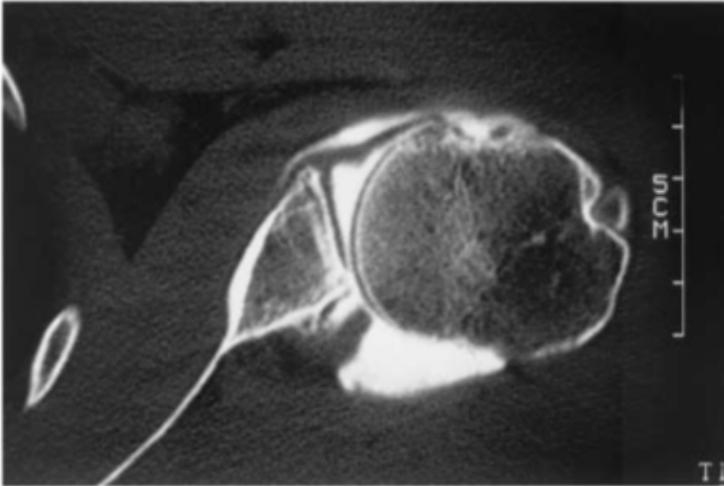
Après cette publication, certaines études (8,9) ont soutenu l'hypothèse selon laquelle une rétroversion glénoïdienne excessive est en fait un facteur de risque de subluxation statique postérieure.

*b. Différence entre subluxation postérieure pré-arthrosique de la tête humérale et instabilités postérieures de l'épaule*

Il est important de différencier la subluxation postérieure associée à la pathogénie arthrosique des autres instabilités postérieures de l'épaule. Bien qu'elles soient toutes deux définies par une translation postérieure excessive de la tête humérale par rapport à la glène, la principale différence est que les instabilités postérieures sont responsables des symptômes d'instabilité articulaire acquise (c'est-à-dire des luxations ou des subluxations postérieures traumatiques ou atraumatiques), causés par la défaillance des contraintes articulaires anatomiques.

### c. Biomécanique

Walch et al(7) ont démontré l'existence de la subluxation de la tête humérale postérieure statique en l'absence d'érosion glénoïdienne, en utilisant la vue de profil glénoïdienne décrite par Bernageau(10).



*Subluxation humérale postérieure sans anomalies de rétroversion glénoïdienne*

Le scanner avait également permis de montrer que la subluxation était présente chez les patients arthrosiques ainsi que dans certaines épaules controlatérales saines.

L'indice moyen de subluxation (calculé comme la part relative de la tête humérale postérieure à une ligne coupant la glène en deux parties égales) était en moyenne de 65% (extrêmes 58% -75%), l'épaule étant en rotation neutre et le bras en position neutre sur le côté du corps.

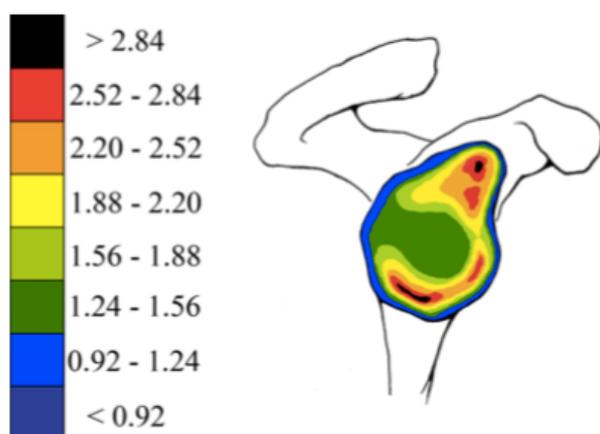
Cependant, avec l'épaule dans cette position, seul un décentrement indépendant de la position du bras (subluxation statique) peut être évalué à l'aide de radiographies conventionnelles, de tomodensitométrie ou d'imagerie par résonance magnétique (IRM).

Cela masque le diagnostic du décentrement dépendant de la position du bras (subluxation dynamique), qui peut être présent encore plus fréquemment.(11)

Par conséquent, plusieurs études (11,12) ont évalué la biomécanique glénohumérale fonctionnelle et présenté des preuves suggérant que la subluxation pourrait être une condition dynamique aussi bien que statique.

1 : Eisenhart-Rothe et al (11) ont calculé la relation qui existe entre la tête humérale et le centre de la cavité glénoïdienne sur des images IRM tridimensionnelles (3D) d'épaules, placées à divers degrés d'abduction.

Ils ont démontré que la plupart des patients souffrant d'arthrose présentaient un décentrement fonctionnel (ou dynamique) important survenu à 90 ° d'abduction et de rotation externe, même si ces mêmes épaules ne présentaient pas de décentrement fixe (ou statique) de la tête humérale à 30°.



*Répartition postéro-supérieure des forces*

2 : Dans une autre étude analysant des IRM 3D d'épaules saines et arthrosiques, Eisenhart-Rothe et al ont également montré des signes de subluxation dynamique des épaules arthrosiques.

Cette étude a mis en évidence une forte relation entre la minéralisation sous-chondrale de la glène (acquise par la tomographie 3D) et la cinématique

gléno-humérale. La densité sous-chondrale maximale de la glène correspondait étroitement au positionnement dynamique du centre de la tête humérale.

Ces découvertes suggèrent que ces cinématiques altérées ont persisté longtemps et ont déterminé la distribution des contraintes sur la glène.(13)

3 : Une autre étude biomécanique cadavérique (8) a évalué la translation de la tête humérale après émondage postérieur de la glène par incréments de 5 °, l'épaule étant placée en position neutre, en flexion antérieure et en extension.

Ils ont objectivé une translation postérieure nettement plus importante en flexion antérieure qu'en position neutre ou en extension.

Cependant, alors que 10 ° de rétroversion étaient nécessaires pour augmenter significativement la translation postérieure de l'épaule en position neutre, il ne suffisait que de 2 ° à 3 ° de rétroversion pour la flexion antérieure.

Ces résultats suggèrent non seulement que la subluxation est une condition dynamique (qui survient plus rapidement en élévation), mais confirment les résultats précédents (11,14) selon lesquels seule une faible érosion postérieure est nécessaire pour que la subluxation se produise.

Hsu et al (15) ont suggéré que la subluxation est un phénomène qui peut être observé non seulement sous la forme de «subluxation postérieure statique» sur l'imagerie préopératoire avec le bras le long du corps (7,16), mais également sous forme d'un décentrement fonctionnel observé sur l'imagerie obtenue avec l'épaule surélevée.

En conclusion, on peut donc supposer que la subluxation commence par un décentrement fonctionnel de l'épaule lors des mouvements extrêmes, (en particulier lors de l'élévation antérieure) et qu'elle pourrait évoluer dans un état statique.

#### *d. Étiologie de la subluxation postérieure de la tête humérale*

Bien qu'il semble que la subluxation soit responsable des modifications dégénératives postérieures de la glène, son origine reste incertaine(17).

Il n'existe actuellement aucun consensus dans la littérature concernant la relation entre rétroversion de la glène et subluxation.

Walch et al(7) ont étudié les facteurs de risque potentiel de subluxation. Ils ont conclu qu'une rétroversion accrue de la glène, de 15 ° en moyenne dans l'épaule symptomatique contre 10 ° dans l'épaule controlatérale (valeurs normales comprises entre 2 ° et 8 °) était un facteur de risque.

Habermeyer et al(9) ont publié les résultats d'une comparaison radiographique entre épaules saines et arthrosiques. Des profils axillaires ont été utilisées pour comparer les morphométries dans le plan transversal. Cependant le diagnostic de subluxation n'était pas consensuel : un écart d'au moins 5 mm du centre de la tête humérale par rapport à la ligne médiane de la glène la définissait.

Parmi d'autres résultats, ils ont trouvé une corrélation positive entre le décentrement postérieure de la tête humérale et la morphologie de la glène.

Gerber et al(16) ont publié une étude dans le but de vérifier l'hypothèse selon laquelle une correction chirurgicale de la version glénoïdienne au cours d'une arthroplastie anatomique

peut recentrer l'articulation glénohumérale. Les méthodes utilisées pour calculer la subluxation et la rétroversion glénoïdienne sur les images tomodensitométriques préopératoires et postopératoires étaient les mêmes que celles utilisées par Walch et al. Cependant, ils ont fait valoir que la valeur d'indice > 55% permettant de déterminer la subluxation postérieure n'avait pas encore été universellement acceptée ou validée. Ils n'incluaient que des patients ayant un indice supérieur à 65% et ne sélectionnaient que les épaules présentant une subluxation postérieure sans équivoque, ce qui excluait la sélection de subluxations discutables. Ils ont trouvé une association claire entre une rétroversion glénoïdienne préopératoire accrue et des scores fonctionnels inférieurs. Cependant, ils n'ont pas pu documenter une association statistiquement significative entre une rétroversion glénoïdienne préopératoire accrue et une subluxation articulaire postérieure.

Ricchetti et al. (18) ont étudié les épaules pathologiques des patients atteints d'arthrose unilatérale par rapport à leurs épaules controlatérales saines.

Sur tomodensitométrie 3D, la version glénoïdienne a été mesurée selon 2 méthodes différentes : l'angle entre le plan de l'omoplate et le plan de la fosse glénoïdienne ; et selon un modèle 3D de voûte glénoïdienne.

Leurs conclusions étaient les suivantes :

- la version et l'inclinaison pré opératoire étaient similaires à celles mesurées sur l'épaule controlatérale non pathologique ;
- la version glénoïdienne et l'inclinaison des épaules non pathologiques de ces patients n'étaient pas significativement différentes de celles observées dans les épaules d'un cadavre de contrôle sain ;
- la version glénoïdienne pré opératoire et l'inclinaison des épaules pathologiques ne différaient pas significativement des mesures observées sur les épaules de cadavre sain.

Ces résultats confirment que les patients présentant une perte de substance glénoïdienne postérieure acquise secondairement à une arthrose ne présentent pas une rétroversion native de la glène supérieure ni une inclinaison de la glène altérée, qui les prédisposerait à un état pathologique.

Bouacida et al(19) ont étudié ces mesures morphométriques en utilisant la méthode de la voute glénoïdienne avec un seuil de subluxation humérale de 65%. Ils ont conclu que cette méthode semblait plus précise que toutes celles effectuées dans le plan scapulaire et que la subluxation de la tête humérale est statistiquement liée à l'inclinaison et à la version de la glène.

#### *e. Analyse de la subluxation articulaire*

Le référentiel glénoïdien n'est pas la référence optimale pour évaluer la subluxation. La tête humérale peut en effet parfaitement faire face à la surface articulaire, tout en étant mal alignée avec le plan de l'omoplate. Cela est particulièrement vrai lorsque la glène est sévèrement usée ou dysplasique.

Walch et al (20) ont proposé d'utiliser l'omoplate comme référence pour mesurer la subluxation, en évaluant le décentrement du centre de la tête humérale à partir de la ligne de Friedman (21).

De cette manière, la version glénoïdienne et l'indice de subluxation sont calculés. En utilisant cette même ligne de référence, le concept d'indice scapulohuméral a été introduit.

Terrier et al (22) ont pu montrer une forte corrélation entre cet indice de subluxation scapulohuméral (calculé avec des images 3D, utilisant donc des plans et non des lignes) et

la version glénoïdienne (calculée par la méthode de Friedman), bien que cette relation ait été initialement calculée en 2D.

Ils ont démontré qu'il existait une corrélation version-subluxation : chaque degré de rétroversion glénoïdienne est associé à un pourcentage de subluxation postérieure.

L'indice de subluxation 2D était également statistiquement inférieur aux mesures 3D, ce que confirment Jacxsens et al (23), qui ont démontré que la méthode 2D sous-estime l'indice de subluxation par rapport à la méthode 3D.

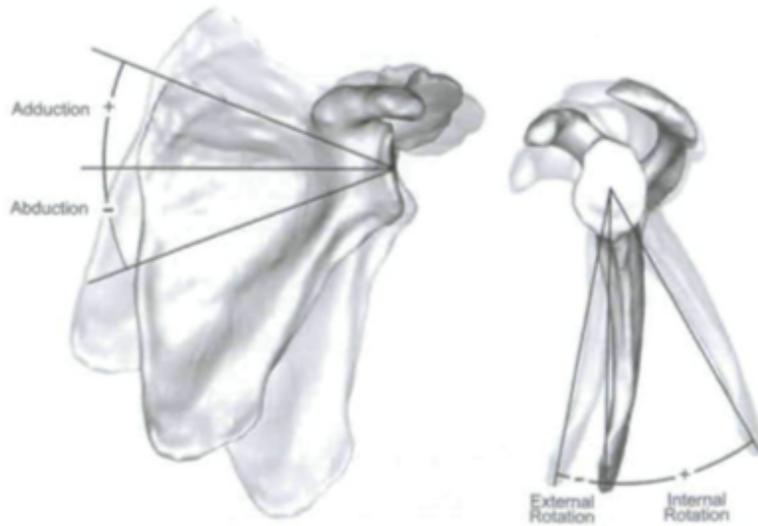
Le référentiel scapulaire peut être défini de plusieurs manières.

En 2 dimensions, Friedman le calcul en utilisant une des 4 coupes sous-jacente à la coracoïde. Le plan est défini par la ligne reliant le point le plus médial et le centre de la surface articulaire.

Dans un second temps, Kwon (24) définit un modèle 2D corrigé par une 3D multiplanaire en prenant le plan passant par le point le plus inférieur de la scapula, le point le plus médial (trigonum) et le centre de la glène qui est défini par le centre de la best fit sphère.

Enfin, Boileau et al. (25) en 2018 utilisent le logiciel Glenosys® pour l'analyse de la version. Ce modèle utilise la moyenne d'un nuage de points scapulaire excluant la coracoïde, l'épine, l'acromion, et la glène permettant de définir un plan scapulaire 3D volumique.

En 2010, Bryce et al. (8) publient une étude démontrant la variabilité de la mesure de la subluxation sur modèle en 2D non corrigé en fonction de la position de la scapula, ce qu'il ne retrouve pas dans les modèles corrigés.



*Variabilité des mesure en fonction de la position du patient dans le scanner*

Ces modèles ont également été comparés les uns aux autres.

En 2011, Budge et al. (26) comparent le modèle de Friedman au modèle de Kwon dans l'évaluation de la rétroversion. Les valeurs moyennes ne sont pas statistiquement différentes mais l'écart type est plus grand dans le modèle 2D non corrigé suggérant que le modèle corrigé est plus constant.

Boileau et al. (25) font le même constat avec le modèle 3D volumique de Glenosys.

## 2. Prise en charge de l'omarthrose associée à une subluxation postérieure de la tête humérale

### a. *Traitement conservateur*

Les résultats du traitement non arthroplastique d'épaules arthrosiques ont été bien publiés. Cependant, les études sont de faible puissance et au recul relativement court. L'ostéotomie en coin à ouverture postérieure ou à fermeture antérieure du col de l'omoplate, avec ou sans imbrication capsulaire postérieure a pour but de corriger la rétroversion de la glène afin de recentrer la tête et de fournir une version normalisée. L'objectif étant de préparer la glène pour une arthroplastie ultérieure. Dans l'article initial de Walch (7), il a été signalé que les scores de Constant se détérioraient et que les indices de subluxation n'avaient pas été corrigés chez les deux patients qui avaient subi une ostéotomie d'ouverture postérieure avec imbrication capsulaire postérieure. Cependant, ils ont montré une amélioration de leurs angles de rétroversion glénoïdienne. Les études d'imagerie de suivi ont également mis en évidence une progression de l'arthrose et une aggravation de la subluxation.

Ortmaier et al. (27) ont également signalé une récurrence de la perte de substance postérieure en raison du processus de remodelage osseux. Ils ont également montré que la correction de la version glénoïdienne (d'une moyenne de 16 ° en préopératoire à une moyenne de 5 ° au dernier recul) n'entraînait pas de recentrage de la tête, suggérant que la subluxation n'était pas due à l'excès de rétroversion. Cependant, les 10 épaules opérées ont amélioré leurs scores de constant, et une amélioration de la flexion antérieure a également été obtenue.

L'échec des ostéotomies s'explique probablement par le fait que l'on modifie la relation glénohumérale sans modifier la relation scapulohumérale.

Une arthrolyse du compartiment antérieur et un comblement par la capsule postérieure améliorent théoriquement temporairement les forces que les tissus mous imposent à l'articulation, mais l'indice scapulohuméral reste inchangé également.

#### b. Hémiarthroplastie

Bien qu'il n'existe pas de série d'hémi-arthroplastie spécifiques aux omarthroses subluxantes, ses résultats sont clairement influencés par la morphologie de la glène. Dans une étude sur 31 hémiarthroplasties avec un suivi moyen de 29 mois, Levine et al. (28) ont indiqué que lorsque la glène était concentrique en préopératoire, un résultat satisfaisant était obtenu dans 86% des cas. A l'opposé, lorsque la glène présentait une érosion postérieure, les résultats étaient satisfaisants dans seulement 63% des cas. D'autre part ils objectivent une dégradation plus rapide des résultats chez les patients présentant une omarthrose excentrique.

Dans une étude ultérieure (29) évaluant les mêmes patients à plus long recul, 28 des 31 hémiarthroplasties ont été examinées en moyenne 17 ans après l'opération. A long terme, ils ont constaté que 42% des glènes concentriques et 13% des glènes excentrées avaient un résultat satisfaisant.

Iannotti et Norris (3) ont constaté que, dans le contexte de l'érosion postérieure de la glène, la PTEA entraînait de meilleurs résultats par rapport à l'hémiarthroplastie seule.

Matsen (30) a popularisé la procédure «ream-and-run», dans laquelle la glène est alésée pour créer une surface concave; il a suggéré que cette technique pourrait être utilisée sur glène de type B2.

Gilmer et al. (31) ont publié les résultats cliniques de 162 « Ream and run ». Au suivi minimal de 2 ans, 124 patients présentaient une amélioration clinique (SST). Vingt-deux patients (14%) ont dû être révisés et 16 (10%) n'ont pas été améliorés. Ils ont rapporté qu'aucun patient ne présentait une instabilité postérieure postopératoire malgré la morphologie de la glène. Cependant, parmi les glènes biconcaves, seuls 23% présentaient une amélioration des scores cliniques. Quatorze pourcents ont nécessité une révision. Lynch et al. (32) ont rapporté que 4 « ream and run » sur 34 (12%) présentaient une érosion médiale progressive et que 6 (18%) présentaient une récurrence de la rétroversion.

Au total, l'hémiarthroplastie pour omarthrose subluxante est une intervention risquée eu égard aux faibles preuves scientifiques de son efficacité à long terme. Cependant, il peut être intéressant de l'envisager chez les patients jeunes dans le but de s'affranchir des complications glénoïdiennes inhérentes aux prothèses totales.

### c. Prothèse totale d'épaule anatomique

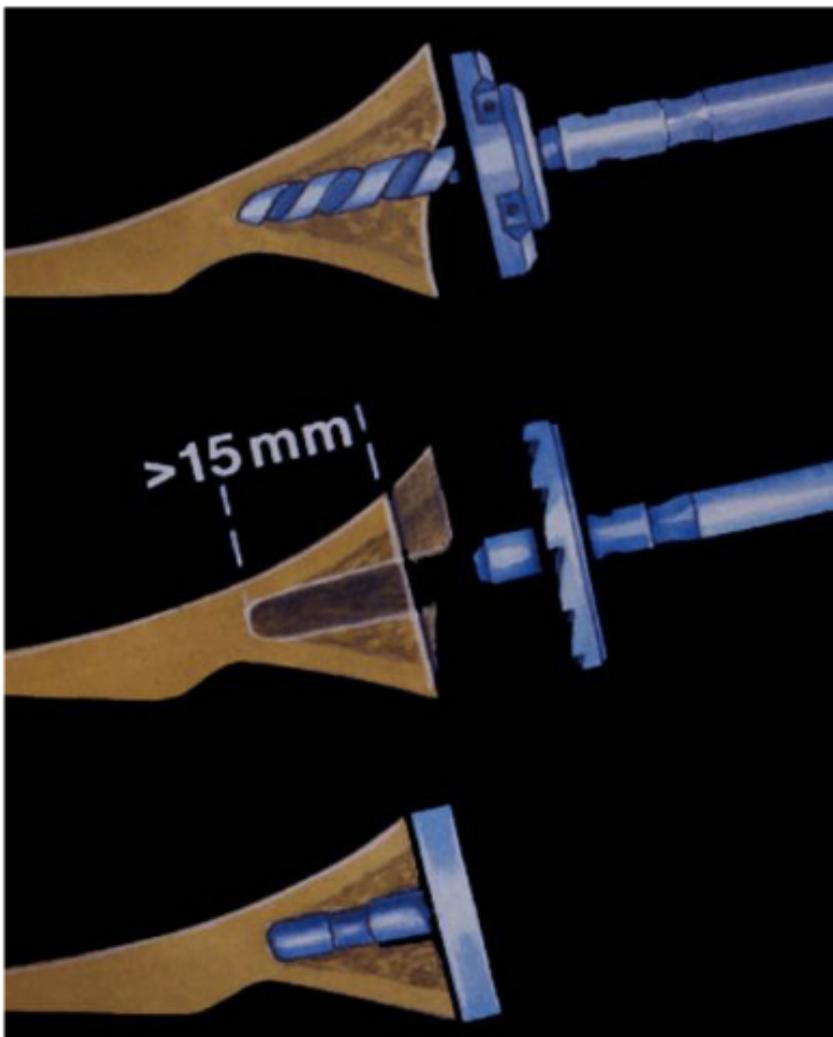
De nombreuses études ont démontré que la PTEA était supérieure à l'hémiarthroplastie seule dans le traitement de l'arthrite glénohumérale primitive.(33,34)

La PTEA est le gold standard du traitement de l'omarthrose sur glène B2. Les objectifs sont de corriger la subluxation postérieure par l'équilibrage des tissus mous et de réduire la charge excentrique du composant glénoïdien afin de prévenir un descellement précoce dû au phénomène du « cheval à bascule » (35,36)

Plusieurs techniques peuvent être utilisées pour traiter la rétroversion afin d'implanter un composant glénoïdien, à savoir l'alésage excentrique, la greffe osseuse postérieure et les implants postero-augmentés.

i. Fraisage asymétrique antérieur

La technique la plus courante pour traiter la rétroversion est l'alésage excentrique, dans lequel l'alésage de la glène est principalement réalisé antérieurement. Cependant, cette technique est limitée par l'importance de la rétroversion préopératoire et par le fait que l'alésage entraîne une perte de stock osseux en raison du rétrécissement médial de la voûte glénoïdienne. Des études sur cadavres et des simulations informatiques ont indiqué qu'environ 15° est la rétroversion maximale qui peut être corrigée avec succès sans pénétration de la voûte.(37–39)



En outre, une étude réalisée par Iannotti et al (40) a indiqué que même lorsque la correction de version est envisageable sur logiciel, elle n'est pas toujours réalisable sur le plan technique. De plus, il existe des inconvénients potentiels à l'alésage. Au fur et à mesure que l'alésage progresse de manière médiale, la voûte glénoïdienne se rétrécit, ce qui diminue la quantité de stock osseux disponible pour l'implantation glénoïdienne. Un alésage important peut aboutir à l'implantation d'un composant glénoïdien plus petit avec une incongruence entre le radius glénoïdien et la tête humérale. Une médialisation sévère de la glène peut également diminuer la tension dans la coiffe des rotateurs, ce qui peut avoir des conséquences fonctionnelles. Enfin, un alésage excessif de la glène pour corriger la version de la glène peut augmenter le risque d'affaissement médial, comme démontré par Walch et al (41).

Gerber et al. (16) ont décrit 23 PTEA dans lesquels l'alésage excentrique était utilisé pour traiter la rétroversion de la glène et la subluxation postérieure de la tête humérale. Cinq patients avaient une glène B2, et les autres avaient une glène B1 ou C. La rétroversion glénoïdienne a été mesurée par tomодensitométrie selon la méthode de Friedman. La rétroversion moyenne était de 18° en préopératoire. Quarante-deux mois après la chirurgie, ils ont rapporté que 21 patients sur 23 présentaient une correction pérenne de la subluxation. Cependant, la rétroversion postopératoire était encore une moyenne de 9° et variait de 0° à 25°.

Habermeyer et al. (5) ont rapporté que la subluxation de la tête humérale postérieure pouvait être corrigée de manière adéquate avec un alésage excentrique. Au suivi moyen de 2 ans (minimum 1 an), ils ont rapporté que 20 TSA sur 24 étaient centrées.

Walch et al. (4) ont rapporté l'analyse de 92 TSA réalisées sur des glènes B2 et examinées en moyenne 77 mois après l'opération. Une révision a été pratiquée dans 16% des cas et

un descellement de glène a été diagnostiqué chez 21% des patients. Une subluxation préopératoire de la tête humérale de 80% ou plus entraînait un taux de luxation postérieure de 11%. De même, quand la rétroversion glénoïdienne était supérieure 27°, le risque de descellement était de 44%.

Il est intéressant de noter que les révisions pour descellement glénoïdien ont été effectuées en moyenne 96 mois après la chirurgie initiale alors que les luxations postérieures étaient révisées en moyenne 30 mois après la chirurgie initiale. Ces délais suggèrent que le suivi des études susmentionnées n'était peut-être pas suffisant pour détecter les échecs à moyen terme.

## ii. Greffe osseuse postérieure

Outre l'alésage excentrique de la glène, il est également possible de corriger l'érosion de la glène par greffe osseuse.

Neer et Morrison (42) ont rapporté les excellents résultats de 16 PTEA sur 19 (89%) 4,4 ans en moyenne après une greffe autologue de tête humérale.

De même, Steinmann et Cofield (43) ont rapporté qu'en moyenne 5 ans après l'intervention, 23 sur 28 (82%) ont eu des résultats satisfaisants.

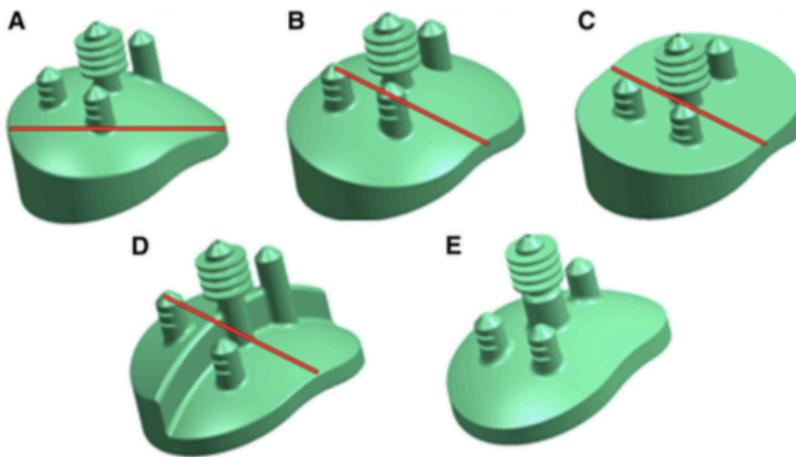
Cependant, 11% des glènes étaient radiologiquement descellées. D'autre part la durée du suivi était de 7,7 ans dans le groupe descellé, contre 5,7 ans dans l'autre groupe.

Hill et Norris (44) ont examiné 17 PTEA avec greffe postérieure en moyenne 70 mois après l'opération. Cinq (29%) des greffes étaient lysées et les résultats ont été jugés insatisfaisants dans 47% des cas.

### iii. Implants postero-augmentés

Il existe actuellement 3 designs différents :

- les implants « full wedge » ont une pente régulière d'avant en arrière (Equinox; Exactech, Gainesville, USA)
- les implants «Half-wedge» ont un pente qui débute au milieu de l'implant (Aequalis Perform +; Wright Medical Group, Memphis, TN, USA)
- les implants «stepped» sont étagées (Global StepTech ; DePuy Synthes, Warsaw, IN, USA)



*Différents types d'implants glénoïdiens postero-augmentés*

Il a été démontré qu'au-delà d'une rétroversion native supérieure à 15°, les contraintes appliquées sur un implant postero augmenté étaient plus faibles que sur un implant classique implanté avec fraisage asymétrique. (45)

D'autres auteurs ont également comparé les différents designs les uns aux autres. Sur des analyses informatiques, l'implantation des implants full wedge permet une meilleure conservation du stock osseux que les implants stepped et ce à correction de rétroversion équivalente. (46)

Wang et al. (47) ont comparé le fraisage asymétrique à un implant « half wedge » chez des patients présentant moins de 15° de rétroversion. L'application de 10 000 cycles sur os sec était responsable d'un taux de descellement des implants postero-augmentés plus important.

Ces études suggèrent que les implant postero-augmentés sont à réserver aux cas de rétroversion les plus sévères et notamment au-delà de 15°.

Il n'existe pas à ce jour d'étude comparant ces implants aux techniques traditionnelles.

#### iv. Mesures associées.

La plicature capsulaire postérieure peut être réalisée au moment de la PTEA pour renforcer les structures postérieures. La plupart des études ne mentionnent que de manière anecdotique la plicature de la capsule postérieure avec des directives peu claires. Dans la série de Walch et al, (4) 9 patients ont bénéficié d'une plicature capsulaire postérieure supplémentaire lorsque des tests peropératoires démasquait une subluxation statique postérieure supérieure à 50% du diamètre de la tête humérale. Ces patients présentaient des mobilités inférieures. En outre, 3 patients ayant subi une révision pour une luxation postérieure postopératoire présentaient une plicature capsulaire postérieure, et les trois étaient considérés comme des échecs.

L'utilité de ces techniques est toutefois difficile à évaluer car elles sont souvent utilisées conjointement aux techniques susmentionnées. De plus, il semble que même lorsque la correction de l'érosion de la glène postérieure est possible, la capacité à long terme de corriger l'instabilité postérieure n'est pas fiable.

#### d. Arthroplastie d'épaule inversée

La PTEI est le plus souvent indiquée dans le traitement de l'arthrose glénohumérale avec insuffisance sévère de la coiffe des rotateurs. La PTEI a également été de plus en plus utilisée dans la prise en charge des arthroplasties de révision car sa nature contrainte permet de corriger l'instabilité. De plus, la possibilité de procéder à une greffe osseuse est utile pour compenser la perte de substance glénoïdienne.

Le taux d'échec élevé des greffes postérieures et l'incapacité de corriger durablement l'instabilité postérieure de la tête humérale avec une PTEA ont conduit Mizuno et al à (6)étudier l'utilisation d'une PTEI primaire pour glène B2.

L'étude rétrospective portait sur 27 PTEI implantées pour arthrose primitive sur glène de type B2.

Dix patients ont bénéficié d'une greffe

- 3 cas ont été réalisés en deux temps avec greffe de crête iliaque
- 1 cas a été fait en un temps avec greffe de la crête iliaque
- 6 cas ont été opérés selon la technique BIO-RSA

Le score de Constant moyen est passé de 31 à 76, et aucune récurrence d'instabilité postérieure n'a été observée.

Bien qu'un suivi supplémentaire soit nécessaire pour déterminer la durabilité à long terme de cette technique, les résultats suggèrent que la PTEI pourrait fournir une solution à l'instabilité postérieure statique et à l'érosion postérieure de la glène, en particulier chez les patients plus âgés.

1. Neer CS. Replacement arthroplasty for glenohumeral osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am.* janv 1974;56(1):1-13.
2. Neer CS, Watson KC, Stanton FJ. Recent experience in total shoulder replacement. *J Bone Joint Surg Am.* mars 1982;64(3):319-37.
3. Iannotti JP, Norris TR. Influence of preoperative factors on outcome of shoulder arthroplasty for glenohumeral osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am.* févr 2003;85-A(2):251-8.
4. Walch G, Moraga C, Young A, Castellanos-Rosas J. Results of anatomic nonconstrained prosthesis in primary osteoarthritis with biconcave glenoid. *J Shoulder Elbow Surg.* nov 2012;21(11):1526-33.
5. Habermeyer P, Magosch P, Lichtenberg S. Recentering the humeral head for glenoid deficiency in total shoulder arthroplasty. *Clin Orthop.* avr 2007;457:124-32.
6. Mizuno N, Denard PJ, Raiss P, Walch G. Reverse total shoulder arthroplasty for primary glenohumeral osteoarthritis in patients with a biconcave glenoid. *J Bone Joint Surg Am.* 17 juill 2013;95(14):1297-304.
7. Walch G, Ascani C, Boulahia A, Nové-Josserand L, Edwards TB. Static posterior subluxation of the humeral head: An unrecognized entity responsible for glenohumeral osteoarthritis in the young adult. *J Shoulder Elbow Surg.* juill 2002;11(4):309-14.
8. Bryce CD, Davison AC, Lewis GS, Wang L, Flemming DJ, Armstrong AD. Two-Dimensional Glenoid Version Measurements Vary with Coronal and Sagittal Scapular Rotation: *J Bone Jt Surg-Am Vol.* mars 2010;92(3):692-9.
9. Habermeyer P, Magosch P, Luz V, Lichtenberg S. Three-dimensional glenoid deformity in patients with osteoarthritis: a radiographic analysis. *J Bone Joint Surg Am.* juin 2006;88(6):1301-7.
10. Bernageau J, Patte D, Debeyre J, Ferrane J. [Value of the glenoid profil in recurrent luxations of the shoulder]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1976;62(2 suppl):142-7.
11. von Eisenhart-Rothe R, Müller-Gerbl M, Wiedemann E, Englmeier K-H, Graichen H. Functional malcentering of the humeral head and asymmetric long-term stress on the glenoid: potential reasons for glenoid loosening in total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* oct 2008;17(5):695-702.

12. Sahara W, Sugamoto K, Murai M, Tanaka H, Yoshikawa H. The three-dimensional motions of glenohumeral joint under semi-loaded condition during arm abduction using vertically open MRI. *Clin Biomech Bristol Avon.* mars 2007;22(3):304-12.
13. Zumstein V, Kraljević M, Müller-Gerbl M. Glenohumeral relationships: subchondral mineralization patterns, thickness of cartilage, and radii of curvature. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc.* nov 2013;31(11):1704-7.
14. Gupta R, Lee TQ. Positional-dependent changes in glenohumeral joint contact pressure and force: possible biomechanical etiology of posterior glenoid wear. *J Shoulder Elbow Surg.* févr 2005;14(1 Suppl S):105S-110S.
15. Hsu JE, Gee AO, Lucas RM, Somerson JS, Warme WJ, Matsen FA. Management of intraoperative posterior decentering in shoulder arthroplasty using anteriorly eccentric humeral head components. *J Shoulder Elbow Surg.* déc 2016;25(12):1980-8.
16. Gerber C, Costouros JG, Sukthankar A, Fucentese SF. Static posterior humeral head subluxation and total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* juill 2009;18(4):505-10.
17. Hoenecke HR, Tibor LM, D'Lima DD. Glenoid morphology rather than version predicts humeral subluxation: a different perspective on the glenoid in total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* sept 2012;21(9):1136-41.
18. Ricchetti ET, Hendel MD, Collins DN, Iannotti JP. Is pre-morbid glenoid anatomy altered in patients with glenohumeral osteoarthritis? *Clin Orthop.* sept 2013;471(9):2932-9.
19. Bouacida S, Gauci M-O, Coulet B, Lazerges C, Cyteval C, Boileau P, et al. Interest in the glenoid hull method for analyzing humeral subluxation in primary glenohumeral osteoarthritis. *J Shoulder Elbow Surg.* juill 2017;26(7):1128-36.
20. Walch G, Badet R, Boulahia A, Khoury A. Morphologic study of the glenoid in primary glenohumeral osteoarthritis. *J Arthroplasty.* sept 1999;14(6):756-60.
21. Friedman RJ, Hawthorne KB, Genez BM. The use of computerized tomography in the measurement of glenoid version. *J Bone Joint Surg Am.* août 1992;74(7):1032-7.
22. Terrier A, Ston J, Farron A. Importance of a three-dimensional measure of humeral head subluxation in osteoarthritic shoulders. *J Shoulder Elbow Surg.* févr 2015;24(2):295-301.
23. Jacxsens M, Karns MR, Henninger HB, Drew AJ, Van Tongel A, De Wilde L. Guidelines for humeral subluxation cutoff values: a comparative study between

conventional, reoriented, and three-dimensional computed tomography scans of healthy shoulders. *J Shoulder Elbow Surg.* janv 2018;27(1):36-43.

24. Kwon YW, Powell KA, Yum JK, Brems JJ, Iannotti JP. Use of three-dimensional computed tomography for the analysis of the glenoid anatomy. *J Shoulder Elbow Surg.* janv 2005;14(1):85-90.
25. Boileau P, Cheval D, Gauci M-O, Holzer N, Chaoui J, Walch G. Automated Three-Dimensional Measurement of Glenoid Version and Inclination in Arthritic Shoulders. *J Bone Joint Surg Am.* 3 janv 2018;100(1):57-65.
26. Budge MD, Lewis GS, Schaefer E, Coquia S, Flemming DJ, Armstrong AD. Comparison of standard two-dimensional and three-dimensional corrected glenoid version measurements. *J Shoulder Elbow Surg.* juin 2011;20(4):577-83.
27. Ortmaier R, Moroder P, Hirzinger C, Resch H. Posterior open wedge osteotomy of the scapula neck for the treatment of advanced shoulder osteoarthritis with posterior head migration in young patients. *J Shoulder Elbow Surg.* juill 2017;26(7):1278-86.
28. Levine WN, Djurasovic M, Glasson JM, Pollock RG, Flatow EL, Bigliani LU. Hemiarthroplasty for glenohumeral osteoarthritis: results correlated to degree of glenoid wear. *J Shoulder Elbow Surg.* oct 1997;6(5):449-54.
29. Levine WN, Fischer CR, Nguyen D, Flatow EL, Ahmad CS, Bigliani LU. Long-term follow-up of shoulder hemiarthroplasty for glenohumeral osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am.* 21 nov 2012;94(22):e164.
30. Somerson JS, Neradilek MB, Service BC, Hsu JE, Russ SM, Matsen FA. Clinical and Radiographic Outcomes of the Ream-and-Run Procedure for Primary Glenohumeral Arthritis. *J Bone Joint Surg Am.* 2 août 2017;99(15):1291-304.
31. Gilmer BB, Comstock BA, Jette JL, Warme WJ, Jackins SE, Matsen FA. The prognosis for improvement in comfort and function after the ream-and-run arthroplasty for glenohumeral arthritis: an analysis of 176 consecutive cases. *J Bone Joint Surg Am.* 18 juill 2012;94(14):e102.
32. Lynch JR, Franta AK, Montgomery WH, Lenters TR, Mounce D, Matsen FA. Self-assessed outcome at two to four years after shoulder hemiarthroplasty with concentric glenoid reaming. *J Bone Joint Surg Am.* juin 2007;89(6):1284-92.
33. Bryant D, Litchfield R, Sandow M, Gartsman GM, Guyatt G, Kirkley A. A comparison of pain, strength, range of motion, and functional outcomes after hemiarthroplasty and total shoulder arthroplasty in patients with osteoarthritis of the shoulder. A systematic review and meta-analysis. *J Bone Joint Surg Am.* sept 2005;87(9):1947-56.

34. Edwards TB, Kadakia NR, Boulahia A, Kempf J-F, Boileau P, Némoz C, et al. A comparison of hemiarthroplasty and total shoulder arthroplasty in the treatment of primary glenohumeral osteoarthritis: results of a multicenter study. *J Shoulder Elbow Surg.* juin 2003;12(3):207-13.
35. Shapiro TA, McGarry MH, Gupta R, Lee YS, Lee TQ. Biomechanical effects of glenoid retroversion in total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* juin 2007;16(3 Suppl):S90-95.
36. Franklin JL, Barrett WP, Jackins SE, Matsen FA. Glenoid loosening in total shoulder arthroplasty. Association with rotator cuff deficiency. *J Arthroplasty.* 1988;3(1):39-46.
37. Nowak DD, Bahu MJ, Gardner TR, Dyrszka MD, Levine WN, Bigliani LU, et al. Simulation of surgical glenoid resurfacing using three-dimensional computed tomography of the arthritic glenohumeral joint: the amount of glenoid retroversion that can be corrected. *J Shoulder Elbow Surg.* oct 2009;18(5):680-8.
38. Gillespie R, Lyons R, Lazarus M. Eccentric reaming in total shoulder arthroplasty: a cadaveric study. *Orthopedics.* janv 2009;32(1):21.
39. Clavert P, Millett PJ, Warner JJP. Glenoid resurfacing: what are the limits to asymmetric reaming for posterior erosion? *J Shoulder Elbow Surg.* déc 2007;16(6):843-8.
40. Iannotti JP, Greeson C, Downing D, Sabesan V, Bryan JA. Effect of glenoid deformity on glenoid component placement in primary shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* janv 2012;21(1):48-55.
41. Walch G, Young AA, Melis B, Gazielly D, Loew M, Boileau P. Results of a convex-back cemented keeled glenoid component in primary osteoarthritis: multicenter study with a follow-up greater than 5 years. *J Shoulder Elbow Surg.* avr 2011;20(3):385-94.
42. Neer CS, Morrison DS. Glenoid bone-grafting in total shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* sept 1988;70(8):1154-62.
43. Steinmann SP, Cofield RH. Bone grafting for glenoid deficiency in total shoulder replacement. *J Shoulder Elbow Surg.* oct 2000;9(5):361-7.
44. Hill JM, Norris TR. Long-term results of total shoulder arthroplasty following bone-grafting of the glenoid. *J Bone Joint Surg Am.* juin 2001;83-A(6):877-83.
45. Hermida JC, Flores-Hernandez C, Hoenecke HR, D'Lima DD. Augmented wedge-shaped glenoid component for the correction of glenoid retroversion: a finite element analysis. *J Shoulder Elbow Surg.* mars 2014;23(3):347-54.

46. Knowles NK, Langohr GDG, Athwal GS, Ferreira LM. Polyethylene glenoid component fixation geometry influences stability in total shoulder arthroplasty. *Comput Methods Biomech Biomed Engin.* 31 déc 2018;1-9.
47. Wang T, Abrams GD, Behn AW, Lindsey D, Giori N, Cheung EV. Posterior glenoid wear in total shoulder arthroplasty: eccentric anterior reaming is superior to posterior augment. *Clin Orthop.* déc 2015;473(12):3928-36.

# **Total Shoulder Arthroplasty for Primary Glenohumeral Osteoarthritis: Is Humeral Posterior Subluxation Recurrence Avoidable?**

R. Ceccarelli, M.O. Gauci, P. Boileau

## Abstract

The objective was to perform a CT-scan study analyzing patients operated on TSA for primary OA with B2, B3 or C glenoids, with attempt to correct excessive glenoid retroversion and excessive posterior humeral subluxation.

Retrospective, single-center, including 62 TSA (31 men and 31 women,  $70 \pm 9$  years) between January 2000 and January 2014. Glenoids were classified as B2 (33 cases), B3 (12 cases) or C (17 cases). Glenoid retroversion was corrected by anterior asymmetric reaming. Patients were reviewed for clinical and CT-scans assessment with a mean follow-up of 8.6 years ( $>5$  years). Last follow-up CT-scan were reconstructed in a scapular plan. A PHS index  $>65\%$  defined recurrence. 14 patients had an early postoperative CT scan.

The revision free rate was estimated at 93%. Correlation between PHS and retroversion was moderate preoperatively and strong at last follow-up. Postoperative CT-scan showed surgical correction of PHS (79% vs 65%  $p<0,05$ ) and retroversion ( $20^\circ$  vs  $10^\circ$   $p<0,05$ ). At last follow-up, 25/62 patients had a recurrence in 2D model and 25/62 in 2D corrected model. Pathological subluxation had no influence on clinical outcomes whereas glenoid loosening rate was significantly higher (20% vs 59%  $p<0,05$ ).

Finally, we demonstrated that correlation between PHS and retroversion was moderate preoperatively and strengthened at last follow up. Anterior asymmetric reaming allowed a surgical correction of both PHS and retroversion but it was not sufficient to provide a correction over time. Glenoid loosening was more frequent in case of PHS recurrence but without clinical relevance.

## Introduction

Neer in 1974 was the first author to emphasize the importance of posterior subluxation (PSL) of the humeral head in total shoulder arthroplasty<sup>20</sup>. In fact, 40% of primary osteoarthritis (OA) are associated with excessive posterior humeral subluxation (figure1) and / or excessive glenoid retroversion.

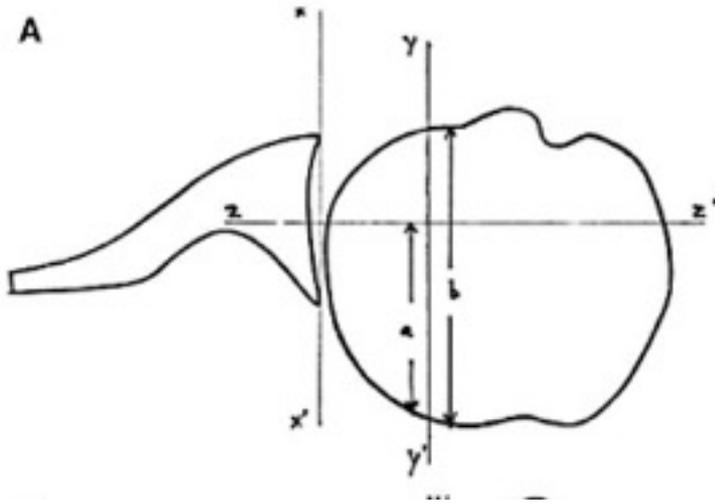


Figure 1 Humeral Subluxation Index

Indeed, in 1999 Walch<sup>31</sup> describes a morphological classification of the glenoid on primary OA. In this CT-scan study, 60% of patients presented a type A glenoid; that is, concave and centered. He also describes type B glenoids, characterized by a posterior humeral subluxation exceeding an arbitrary threshold of 55%. Finally, type C glenoids are characterized by dysplastic retroversions greater than 25°. Thus, to date, there is no consensus on the relationship between posterior humeral subluxation and glenoid retroversion, whether preoperatively or at long term follow-up. The problem in implanting TSA for those subtypes, is that humeral subluxation and asymmetric wearing of the glenoid are reported to be pejorative factors in anatomic total shoulder arthroplasty (TSA) and survival and outcomes are lower in those particular case of biconcave or dysplastic glenoids<sup>4,14,19,25</sup>. As a matter of fact, posterior humeral subluxation is responsible for a rocking horse effect<sup>4</sup> responsible for a higher glenoid loosening rate. Thus, we wondered if glenoid retroversion correction allowed a correction of posterior humeral subluxation. The second issue is the recurrence of subluxation. Several studies reported a low rate of subluxation persistence<sup>14,16</sup> but follow up was short. Then, we wondered if correction would be maintained with time. Finally, it is recognized that preoperative posterior humeral subluxation and excess of glenoid retroversion are risk factors for lower clinical outcomes and glenoid loosening<sup>33</sup>. However, we can still ask the question of the influence of posterior subluxation at last follow-up on clinical and radiological results.

The purpose of our study was to perform a CT-scan study in a series of patients operated on with TSA for primary OA and B2, B3 and C type glenoids, with surgical attempt to correcting excessive glenoid retroversion and potentially correcting excessive posterior humeral subluxation by asymmetrical anterior reaming. Then, we wanted to answer five questions: 1) Is there a relation between posterior humeral subluxation and glenoid retroversion? 2) Can we correct Posterior Humeral Subluxation by correcting

glenoid retroversion? 3) Is correction of Posterior Humeral Subluxation and retroversion maintained with time? 4) What is the influence of posterior subluxation on clinical and radiological outcomes

## Material and method

### *Study Design*

In this retrospective monocentric consecutive cohort from January 2000 to January 2014, we included all patients with a primary TSA for PGHOA on type B2, B3 or C glenoid (Walch classification), a stemmed humerus and an all-PE glenoid, reviewed with radiographs and CT-scan at minimum 5 years follow up. We excluded all patient with less than 5-years radiographic or clinical follow-up, other diagnosis, metal backed or stemless component, revision shoulder arthroplasty and rotator cuff prior surgery. During this period, 106 patients (48 males, 58 females, 70±9 years) fill the inclusion criteria. All patients had a pre-operative CT-scan. Seven were lost to follow-up and 18 were dead. Nineteen patients had phone data only among who no revision occurred. Finally, 62 shoulders were available for final clinical and imaging evaluation. According to Walch's classification, 32/62 were classified as B2, 13/62 as B3 and 17/62 as C by two senior surgeons. All patients were operated on by the senior author (P.B.). Two observers (R.C. and M.O.G.) independently assessed clinical and radiologic outcomes. All patients gave informed consent.

### *Surgical Technique*

A shoulder CT-scan was performed in all patients for preoperative diagnosis, glenohumeral assessment and surgical planning. In all patients, a deltopectoral surgical approach was used, with general anesthesia and interscalenic nerve block. In 84% of the shoulders, a peel-off of the subscapularis was performed, and in 16% a tenotomy. A humeral prosthesis with a standard stem length (Aequalis stem, Tornier, Montbonnot, France) in 85% patients or a short stem in 15% (Ascend flex) was used in all patients. Humerus component was implanted according to the anatomical retroversion of the native humerus. Retroversion (RV) was corrected by anterior asymmetric reaming using a reusable guide for accurate correction (Figure 2). In all patients, the same component implantation technique was used, with a keeled cemented glenoid component (Aequalis Glenoid, Tornier, Montbonnot, France). The size of the glenoid implant was chosen in relation to the humeral head size to allow an optimal mismatch of 6mm<sup>32</sup>.

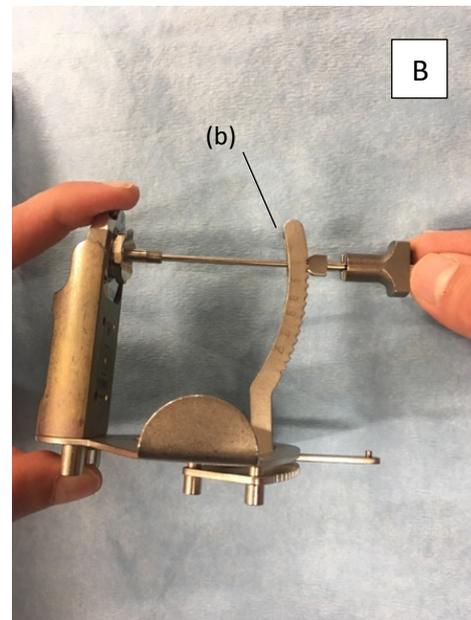
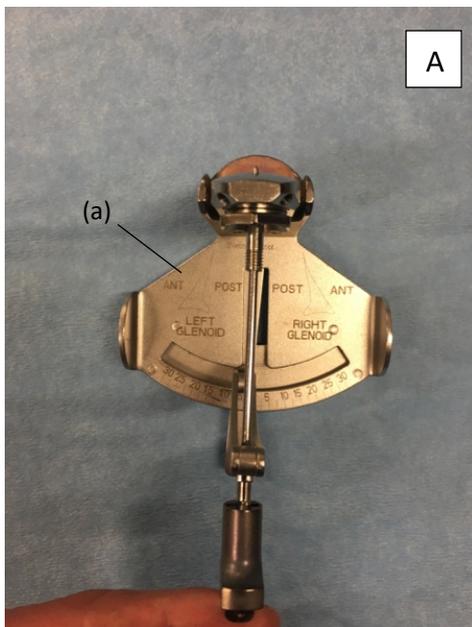


Figure 2: The reusable guide (a): this system was used to adjust the glenoid guide (b) and to correct accurately the glenoid version and inclination based on the preoperative CT-scan morphologic data of the glenoid. A: Upper view = adjustment of the version; B: En-face view = adjustment of the inclination; C: Peroperative view = K-Wire insertion; D = Asymmetric anterior reaming

All patients had a subscapularis repair and a biceps tenodesis. All patients underwent the same postoperative rehabilitation protocol, limiting active use of the shoulder for the first 6 weeks and beginning passive range of motion within 24 hours of surgery.

#### *Clinical and radiologic evaluation*

Data collected preoperatively and at final follow up included range of shoulder motion (forward elevation, external and internal rotation), rotator muscles evaluation (external rotation lag sign, lift-off test, Hornblower sign, belly press test) Constant score, SSV, reoperations, revision and complications. Preoperative CT-scans were used to evaluate glenoid morphology, assessed on the basis of the modified Walch classification<sup>3</sup>, and

rotator cuff muscle, on the basis of the Goutallier classification. Glenoid version and humeral head subluxation index according to the Friedman line was also evaluated on preoperative native CT-scans. In case of B2-glenoid, preoperative retroversion was assessed with the intermediate line, as described by Walch et al<sup>33</sup>. Standardized A-P and profil X-rays were made postoperatively and at final follow-up to assess the humeral loosening, the radiolucent lines (RLL) and the narrowing of the acromio-humeral distance according to Nove-Josserand's technique<sup>26</sup>. Last follow up CT-scans were reformatted to assess humeral head subluxation and glenoid retroversion according to the Friedman methods then the Kwon model. Postoperative and last follow up retroversion was measured from the most anterior point of the glenoid to the most posterior point. RLL were noticed according to the Mole score; a glenoid with score at 10 or more was considered loose. Recurrence was defined as a humeral subluxation index above an arbitrary threshold of 65%. Glenoid failure was defined either by a glenoid migration or glenoid loosening or revision for glenoid loosening. Patients were considered as high-grade fatty infiltration if Goutallier was grade 3 or 4. When available, early postoperative CT-scan were used to assess retroversion immediate postoperative and subluxation induced correction according to Kwon model<sup>23</sup>.

### *Statistical analysis*

Spearman correlation coefficient was used to assess monotonic relationship between preoperative and last follow up retroversion and subluxation. Correlation was judged very strong from 1 to 0.8, strong from 0.8 to 0.5, fair from 0.5 to 0.2 and poor below 0.2. Alpha risk was set to 5% ( $\alpha = 0.05$ ). Two groups of patients were created: one group A "recurrence" and one group B "without recurrence", using a threshold defining subluxation recurrence at 65% on the basis of subluxation measurements according to the corrected 2D model. Group A consisted of 21 patients and group B 41 patients. The two groups were comparable in terms of follow-up duration, mean pre-operative retroversion and mean preoperative subluxation.

## Results

Sixty-two patients were available for clinical and imaging assessment at 5-year minimum. The mean follow-up was 8.3 years (5 to 18 years) and 50% were males. Dominant side was operated on 74% of cases. The mean age at surgery was 67 years (50 to 87 years old).

### *Complications and revision surgery*

There were 10 complications in 62 patients (Table I).

<b>Table I: Complications and Revisions</b>		
	<b>Complications</b>	<b>Revisions</b>
<b>Infection</b>	2	2
<b>Symptomatic glenoid Loosening</b>	2	2
<b>Traumatic subscapularis tear</b>	4	-
<b>Dislocation</b>	1	1
<b>Fracture</b>	1	-
<b>TOTAL</b>	<b>16% (10/62)</b>	<b>8% (5/62)</b>

Complications were mostly multifactorial. Five TSA (8%) needed a revision surgery: 2 patients had a symptomatic glenoid loosening with pain and loss of function, 2 presented an infection (both *Staphylococcus aureus*). All of them had a one-step revision for reverse shoulder arthroplasty. The last revision was performed due to a posterior dislocations 3 months after surgery. This patient had a one-step revision for reverse shoulder arthroplasty.

The Kaplan-Meier survival free estimation at 10 years was 93% (Figure 3).

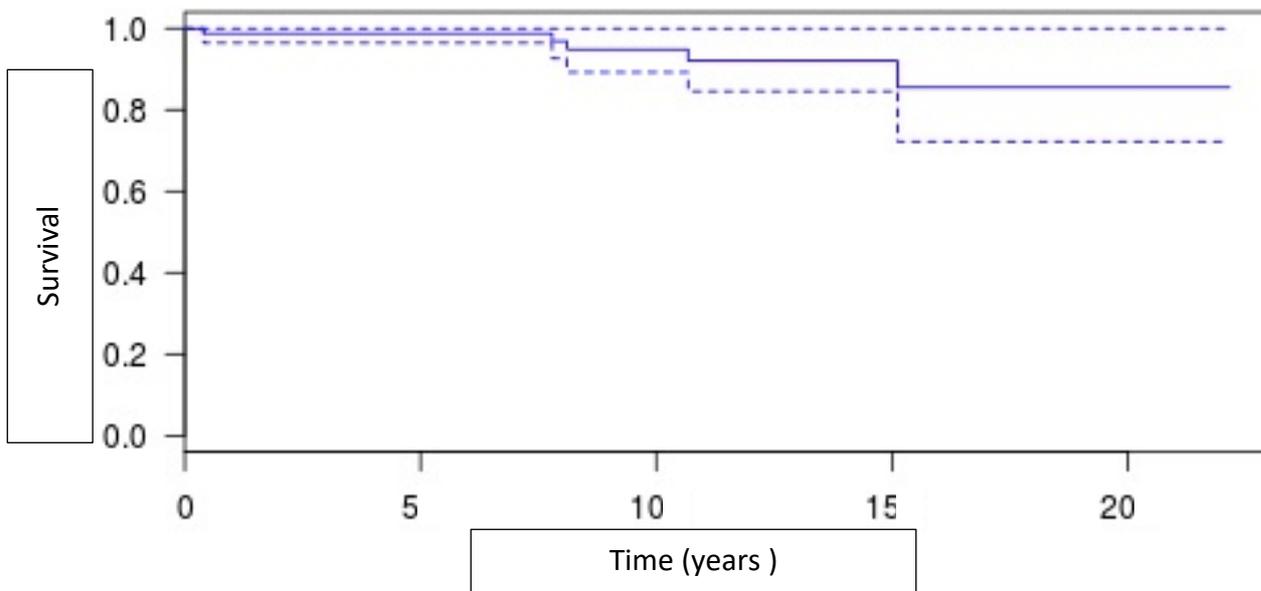


Figure 3: Kaplan Meier survival free revision estimation (end point = prosthesis revision surgery).

*Relation between subluxation and retroversion*

Preoperative and final data were available for 62 patients. Preoperative and last follow-up data are summarized in Table II.

Table II : Preoperative and last follow up data (n=62)		
	Preoperative	Last Follow up
<b>Subluxation humeral index</b>	<b>82%</b> IC 95% [80–84 % ]	<b>72%</b> IC 95% [68-75]
<b>Retroversion</b>	<b>23°</b> IC 95% [21 - 24°]	<b>13°</b> IC95% [10-15]

We demonstrated a moderate but significant correlation between subluxation and retroversion preoperatively ( $\rho=0.58$ ;  $p<0.0001$ ). (Figure 4)

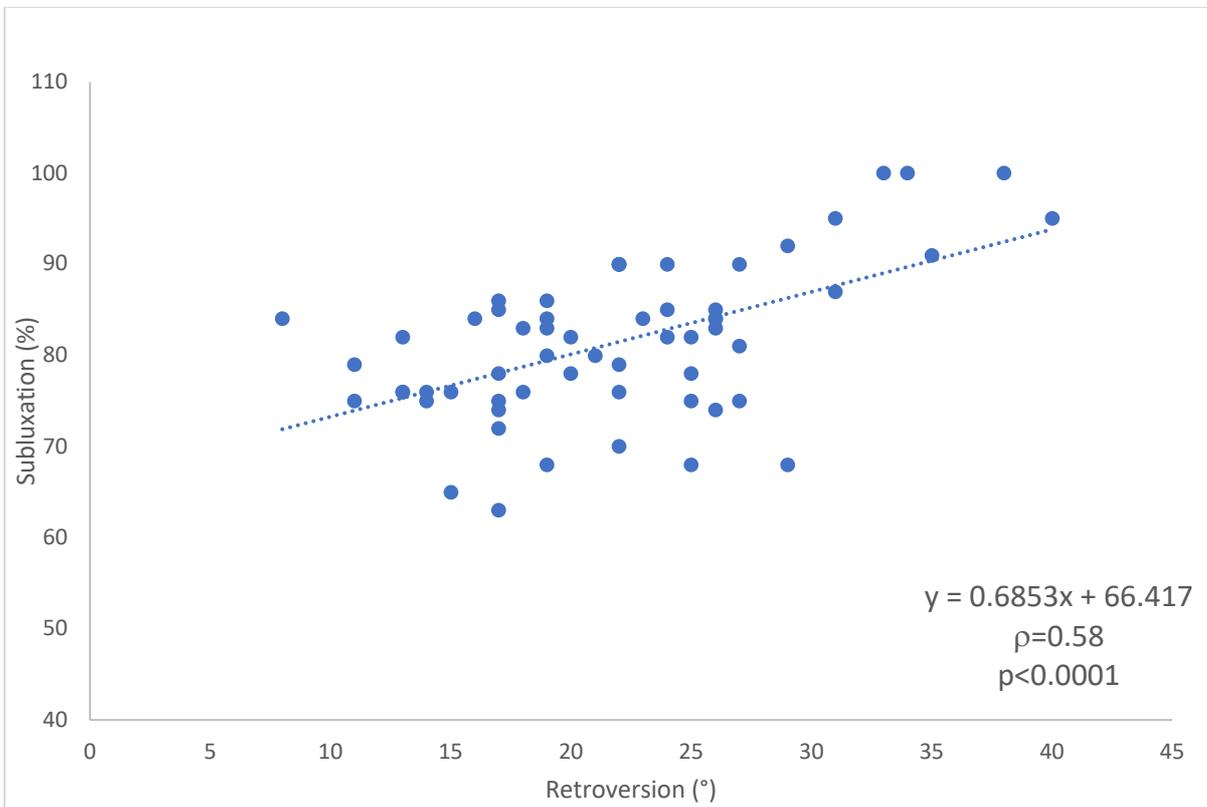


Figure 4: Correlation between subluxation and retroversion preoperatively

Comparison between A and B groups is shown in Table III. Difference between preoperative and last follow up retroversion was significantly higher in group A ( $p=0.033$ )

We observed a strong positive linear correlation between retroversion and subluxation at last follow up in which every  $1^\circ$  of increased retroversion was associated with 1% increased posterior subluxation ( $\rho=0.73$ ,  $p<0.0001$ ) (Figure 5).

Table III : Subluxation and retroversion comparison between groups A and B (n=62)			
	Group A (n=21)	Group B (n=41)	p
Follow up (month)	93	102	0.75
Pre operative SL	79%	82%	0.20
Pre-operative retroversion	21°	23°	0.17
LFU mean retroversion	6° IC 95% [4-8°]	16° IC 95% [13-19°]	<0.0001

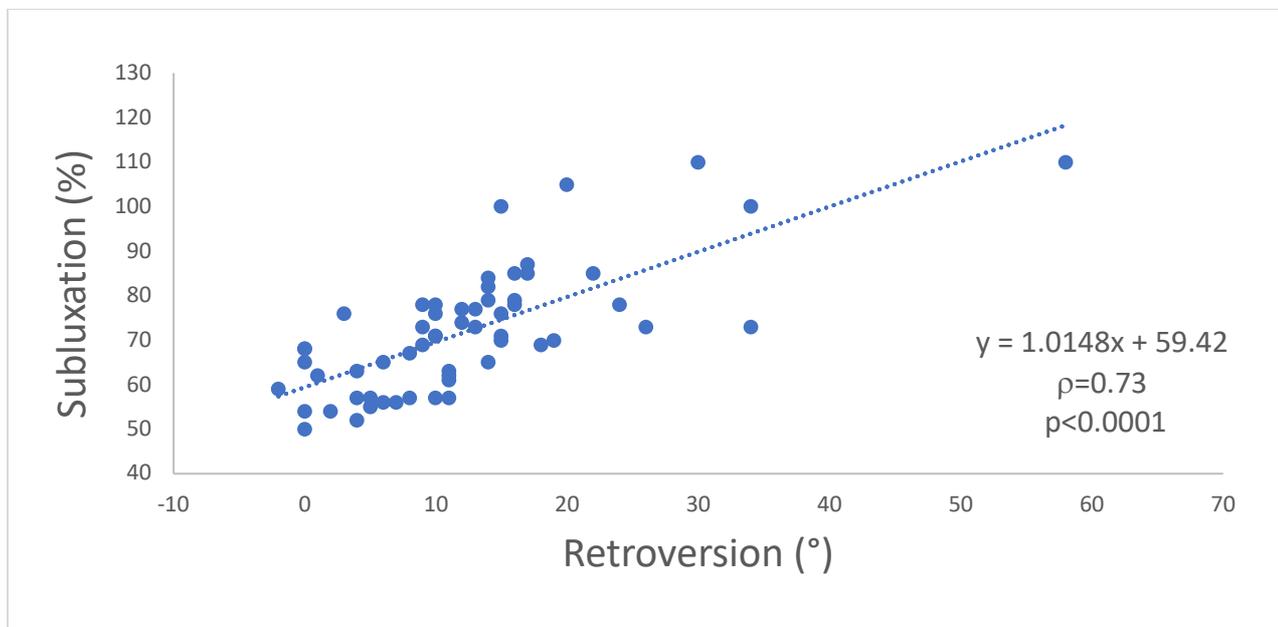


Figure 5: Correlation between subluxation and retroversion at last follow up.

*Correction and recurrence of posterior humeral subluxation and glenoid retroversion*

Fourteen patients were available for correction analysis with preoperative, early postoperative and last follow up CT scans. We observed a statistical improvement of subluxation and retroversion on immediate postoperative CT-scans. At last follow-up a significant recurrence of subluxation and retroversion was observed ( $p < 0.05$ ) (Table IV). According to the corrected 2D measurement model, we showed that 66% of the patients presented a posterior humeral subluxation greater than the threshold. This rate was 40% in the case of measurement on an uncorrected native scanner.

**Table IV: Influence of anterior reaming on posterior humeral subluxation (n=14)**

	<b>Pre operative</b>	<b>Post operative</b>	<b>Last follow up</b>
<b>Subluxation humeral index</b>	<b>79%</b> IC 95% [76–84% ]	<b>65%</b> IC 95% [62– 67]	<b>77%</b> IC 95% [70-83]
<b>Retroversion</b>	<b>20°</b> IC 95% [17 - 22°]	<b>10°</b> IC 95% [7– 13]	<b>16°</b> IC95% [8-23]

*Influence of subluxation on clinical outcomes and radiologic glenoid status*

Preoperative vs postoperative clinical data are reported in Table V

<b>Table V: Functional and clinical outcomes after TSA on PGHOA with posterior humeral subluxation (n=62)</b>			
	<b>Preoperative</b>	<b>Postoperative</b>	<b>p</b>
<b>AFE (°)</b>	101 ± 29	156 ± 30	0.000 1
<b>ER (°)</b>	11 ± 15	40 ± 17	0.000 1
<b>IR (°)</b>	3 ± 1	6 ± 2	0.000 1
<b>Constant score (pts)</b>	38 ± 14	75 ± 11	0.000 1
<b>SSV (%)</b>	42 ± 13	90 ± 9	0.000 1

All objectives and subjective parameters of clinical outcomes were significantly improved at last follow-up. No difference was found in terms of mobility and function when comparing the two groups. (Table VI)

<b>Table VI: Functional and subjective outcomes: comparison between groups A and B (n=62)</b>			
	<b>Group A (n=21)</b>	<b>Group B (n=41)</b>	<b>p</b>
<b>AFE (°)</b>	163	153	0,25
<b>ER (°)</b>	43	39	0,24
<b>IR (°)</b>	6,3	6,0	0,8
<b>Cst (pts)</b>	76	73	0,24
<b>SSV (%)</b>	92	83	0,06

At mean follow-up of 8.3 years, 45% of patients presented a glenoid loosening ( $RLL \geq 10$ ). Migration rate was 33% (22/62). Ten patients (43%) had a posterior displacement, 4 (20%) had a superior displacement and 8 (37%) had a subsidence.

We observed a significantly higher rate of radiological loosening and migration rate in the A group Table VI.

**Table VI : Influence of sublaxation on glenoid status (n=62)**

	<b>Group A</b> (n=21)	<b>Group B</b> (n=41)	<b>p</b>
<b>Glenoid loosening (RLL&gt;10)</b>	20%	59%	0,006
<b>Glenoid migration rate</b>	15%	42%	0,04

Fifty five percent of the patients presented a thinning of the under acromial space, defining the radiological cuff failure. Narrowing of the sub-acromial space was statistically associated with glenoid loosening ( $p=0.001$ ). At last follow up, 19% of patients had a subscapularis high grade of fatty infiltration.

## Discussion

This study made it possible to answer our questions: 1) Yes, there is a correlation between posterior humeral subluxation and glenoid retroversion preoperatively as well as at last follow-up 2) yes, the anterior asymmetric reaming is able to correct posterior humeral subluxation by correcting glenoid retroversion 3) no, correction is not sustained over time and we observe a high rate of recurrence 4) yes, posterior humeral subluxation at last follow-up is associated with a higher rate of glenoid loosening but no, it does not have any clinical relevance. So anterior glenoid reaming on B or C glenoids is not sufficient to avoid posterior humeral subluxation recurrence at long term follow-up. Even if glenoid version correction restores a stronger linkage between the glenoid orientation and the humeral head spatial position, this remains not sufficient to provide a subluxation correction over time. As expected, preoperative subluxation and retroversion correlation was weak in our population<sup>2</sup> and this correlation was strengthened after TSA surgery. However, even if TSA procedure allows a recentering of the humeral head on the glenoid implant, we noticed several elements that assume a posterior subluxation recurrence. First, the analysis of 14 immediate postoperative CT-scan showed a beneficial early effect of the retroversion correction on humeral subluxation then, same analysis at last follow-up traduced a complete failure in posterior subluxation correction. Another interesting finding is the migration pattern of our loose glenoid implants. While glenoid implant subsidence is the most common migration way described in the literature<sup>34</sup>, we found a majority of posterior glenoid migration that increased the mean retroversion measured at last follow up, and that also worsened the posterior humeral subluxation. Analyzing the impact of glenoid retroversion correction, Gerber et al<sup>14</sup>, on a smaller sample of patients, found similar results and concludes that the correction of a glenohumeral subluxation is not due to pathological glenoid version correction. We went further on a larger population and we documented a correlation improvement between preoperative and postoperative correlation between the glenoid direction and the humerus position.

To correct glenoid retroversion, we chose to perform an asymmetric anterior reaming as described on cadaver studies<sup>12,15,27</sup>. Nowadays, three techniques are available to correct the preoperative glenoid retroversion on TSA: asymmetric reaming, posterior grafting or postero-augmented glenoid (PAG) implants. Bone graft technique is burdened with a high complication rate with up to 30% of lysis<sup>17,22</sup> observed. Numerous biomechanical studies have analyzed PAGs (comparisons excentric reaming vs. PAG, comparisons of designs among themselves<sup>21,30</sup>). It seems that these implants have an interest in case of retroversion greater than 15° since it allows to retrieve a normal version while maintaining the bone stock. However, their follow-up is still very short. Asymmetric reaming remains the most classical correction technique. But several limits have been published about this technique. Cadaveric feasibility would be limited to 15 ° of retroversion<sup>12,15,27</sup>. Reaming induces medialization and reduces the volume of the glenoid vault that leads to implant a smaller glenoid component size, resulting in a mismatch between the head and the glenoid. However, all of these studies were based on biomechanical studies but did not show clinical relevance.

### *Influence of SL on outcomes*

No objective or subjective clinical difference was observed whether the SL was over 65% or not. Mobility were equivalent, as well as objective and subjective scores and we reinforce the previous findings relative to the subluxation and its clinical influence<sup>14</sup>. Recent studies have highlighted that preoperative RV and SL were critical risk factors for glenoid loosening<sup>16,33</sup>. Walch presented in 2012 a series of 92 shoulders with biconcave glenoids with TSA. Preoperative retroversion and subluxation were statistically associated with higher glenoid loosening rate at the mean follow-up of 77 months. Another interesting assessment was the delay in onset of glenoid complications: the loose group had a significantly longer follow-up than the loose-free group (115 months vs 66 months). This underlines the necessity of long term follow up needed for analysis of glenoid complications. Farron et al<sup>13</sup> demonstrated that constraints deported back to the glenoid implant by recurrence of the subluxation are responsible for a rocking horse effect resulting in earlier loosening. This statement has been confirmed by Ho et al.<sup>18</sup> who reported that implantation of a glenoid with more than 15 ° retroversion increased the risk of osteolysis. Our series analysis also completes this statement showing that posterior subluxation modifies the pattern of glenoid loosening we use to observe. Correcting posterior subluxation might prevent early loosening secondary to “rocking horse” effect and further study have to be done to confirm that statement.

### *Strengths and limits*

The strength of our study lies in its methodology of imaging analysis. All patients analyzed had both a preoperative and last follow-up CT-scan. Even more, 14 patients had native, early postoperative and last follow-up CT-scan evaluation that could allow a true recurrence assessment. To our knowledge, no study has so far presented such results. It has been clearly demonstrated that assessment of subluxation and retroversion is more precise and reproducible on CT than on standard axillary profile<sup>29</sup>. Moreover, analysis of RV and SL is influenced by the patient positioning inside the CT scan, with gaps up to 10 ° retroversion. Faced with this variability of Friedman's model, Kwon developed a corrected 2D-model to overcome measurements by creating a scapular reference. Thus, the Kwon model has demonstrated its reproducibility in several analyzes<sup>9</sup>. The second strength of our study is its follow-up duration. It has been demonstrated by Walch<sup>33</sup> that the onset of glenoid complications was later 8 years. Our choice to analyze patients at 5-years minimum postoperatively allows us not to hide complications by a too short retreat.

On the other hand, the main weakness of our study is the variability of measurement models used. We have not been able to analyze RV and SL according to the same model in preoperative and postoperative. Indeed, it was not possible to use Kwon model on preoperative scanners. In addition, standard 2D model underestimates glenoid retroversion and posterior humeral subluxation. On the other hand, the long-term follow-up is responsible for the low power (high dead rate and lost to follow up)

### *Forecasting*

Concerns should be highlighted on reverse shoulder arthroplasty (RSA). RSA is most often indicated in the treatment of glenohumeral osteoarthritis with severe rotator cuff insufficiency. But it has also been used more and more in the management of revision arthroplasty because its constrained nature makes it possible to correct misalignment. In addition, the possibility of bone grafting is useful for compensating glenoid bone loss.

Mizuno et al <sup>24</sup> investigated the use of RSA for B2 glenoid. The retrospective study included 27 RSA implanted for primary osteoarthritis on B2 type glenoid. Mean Constant score increased from 31 to 76, and no recurrence of posterior instability was observed. Although additional follow-up is needed to determine the long-term durability of this technique. Results suggest that RSA may provide a solution to posterior static instability and posterior glenoid erosion, particularly in older patients.

So, on the one hand we show that correction of the retroversion is an unavoidable condition of subluxation correction, suggesting that we must make every effort to restore a retroversion under 10°. But on the other hand, it has been shown that excess reaming results in an increased rate of loosening. Thus, the surgeon must make the choice of a compromise between correction and risk of loosening. However, there are other perspectives to study. RSA and PAGs are probably part of the therapeutic arsenal needed to manage these patients.

In conclusion, asymmetric reaming in total anatomical shoulder arthroplasty with subluxed osteoarthritis does not allow a perennial correction of posterior subluxation. Even if glenohumeral relationships are restored by this procedure, posterior subluxating vector remains active and leads to an unavoidable humeral subluxation recurrence. In fact, the subluxation is linearly correlated to the retroversion of the glenoid component at long term of follow-up and enough correction must be sufficient and adapted to avoid early failure of the glenoid component. Despite those findings, our data suggest that we need to explore other technics to solve the posterior subluxation problems as postero-augmented component, otherwise, we would give greater importance to reverse shoulder arthroplasty.

1. Alentorn-Geli E, Wanderman NR, Assenmacher AT, Sperling JW, Cofield RH, Sánchez-Sotelo J. Anatomic total shoulder arthroplasty with posterior capsular plication versus reverse shoulder arthroplasty in patients with biconcave glenoids: A matched cohort study. *J. Orthop. Surg. Hong Kong*. 2018 Aug;26(2):2309499018768570. doi:10.1177/2309499018768570
2. Badet R, Boileau P, Noel E, Walch G. Arthrography and computed arthrotomography study of seventy patients with primary glenohumeral osteoarthritis. *Rev. Rhum. Engl. Ed.* 1995 Oct;62(9):555–562.
3. Bercik MJ, Kruse K, Yalozis M, Gauci M-O, Chaoui J, Walch G. A modification to the Walch classification of the glenoid in primary glenohumeral osteoarthritis using three-dimensional imaging. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2016 Oct;25(10):1601–1606. doi:10.1016/j.jse.2016.03.010
4. Boileau P, Avidor C, Krishnan SG, Walch G, Kempf J-F, Molé D. Cemented polyethylene versus uncemented metal-backed glenoid components in total shoulder arthroplasty: A prospective, double-blind, randomized study. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2002 Jul;11(4):351–359. doi:10.1067/mse.2002.125807
5. Boileau P, Cheval D, Gauci M-O, Holzer N, Chaoui J, Walch G. Automated Three-Dimensional Measurement of Glenoid Version and Inclination in Arthritic Shoulders. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2018 Jan 3;100(1):57–65. doi:10.2106/JBJS.16.01122
6. Bokor DJ, O’Sullivan MD, Hazan GJ. Variability of measurement of glenoid version on computed tomography scan. *J. Shoulder Elbow Surg.* 1999 Dec;8(6):595–598.
7. Bouacida S, Gauci M-O, Coulet B, Lazerges C, Cyteval C, Boileau P, et al. Interest in the glenoid hull method for analyzing humeral subluxation in primary glenohumeral osteoarthritis. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2017 Jul;26(7):1128–1136. doi:10.1016/j.jse.2017.01.027
8. Bryce CD, Davison AC, Lewis GS, Wang L, Flemming DJ, Armstrong AD. Two-Dimensional Glenoid Version Measurements Vary with Coronal and Sagittal Scapular Rotation. *J. Bone Jt. Surg.-Am. Vol.* 2010 Mar;92(3):692–699. doi:10.2106/jbjs.i.00177
9. Budge MD, Lewis GS, Schaefer E, Coquia S, Flemming DJ, Armstrong AD. Comparison of standard two-dimensional and three-dimensional corrected glenoid version measurements. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2011 Jun;20(4):577–583. doi:10.1016/j.jse.2010.11.003
10. Chan K, Knowles NK, Chaoui J, Ferreira LM, Walch G, Athwal GS. Is the Walch B3 glenoid significantly worse than the B2? *Shoulder Elb.* 2018 Oct;10(4):256–261. doi:10.1177/1758573217724111
11. Chan K, Knowles NK, Chaoui J, Gauci M-O, Ferreira LM, Walch G, et al. Characterization of the Walch B3 glenoid in primary osteoarthritis. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2017 May;26(5):909–914. doi:10.1016/j.jse.2016.10.003
12. Clavert P, Millett PJ, Warner JJP. Glenoid resurfacing: what are the limits to asymmetric reaming for posterior erosion? *J. Shoulder Elbow Surg.* 2007 Dec;16(6):843–848. doi:10.1016/j.jse.2007.03.015
13. Farron A, Terrier A, Büchler P. Risks of loosening of a prosthetic glenoid implanted in retroversion. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2006 Aug;15(4):521–526. doi:10.1016/j.jse.2005.10.003
14. Gerber C, Costouros JG, Sukthankar A, Fucentese SF. Static posterior humeral head subluxation and total shoulder arthroplasty. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2009 Jul;18(4):505–510. doi:10.1016/j.jse.2009.03.003

15. Gillespie R, Lyons R, Lazarus M. Eccentric reaming in total shoulder arthroplasty: a cadaveric study. *Orthopedics*. 2009 Jan;32(1):21.
16. Habermeyer P, Magosch P, Lichtenberg S. Recentering the humeral head for glenoid deficiency in total shoulder arthroplasty. *Clin. Orthop*. 2007 Apr;457:124–132. doi:10.1097/BLO.0b013e31802ff03c
17. Hill JM, Norris TR. Long-term results of total shoulder arthroplasty following bone-grafting of the glenoid. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2001 Jun;83-A(6):877–883.
18. Ho JC, Sabesan VJ, Iannotti JP. Glenoid component retroversion is associated with osteolysis. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2013 Jun 19;95(12):e82. doi:10.2106/JBJS.L.00336
19. Iannotti JP, Norris TR. Influence of preoperative factors on outcome of shoulder arthroplasty for glenohumeral osteoarthritis. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2003 Feb;85-A(2):251–258.
20. Kidder JF, Rouleau DM, Pons-Villanueva J, Dynamidis S, DeFranco MJ, Walch G. Humeral Head Posterior Subluxation on CT Scan: Validation and Comparison of 2 Methods of Measurement: Tech. *Shoulder Elb. Surg.* 2010 Sep;11(3):72–76. doi:10.1097/BTE.0b013e3181e5d742
21. Kirane YM, Lewis GS, Sharkey NA, Armstrong AD. Mechanical characteristics of a novel posterior-step prosthesis for biconcave glenoid defects. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2012 Jan;21(1):105–115. doi:10.1016/j.jse.2010.12.008
22. Klika BJ, Wooten CW, Sperling JW, Steinmann SP, Schleck CD, Harmsen WS, et al. Structural bone grafting for glenoid deficiency in primary total shoulder arthroplasty. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2014 Jul;23(7):1066–1072. doi:10.1016/j.jse.2013.09.017
23. Kwon YW, Powell KA, Yum JK, Brems JJ, Iannotti JP. Use of three-dimensional computed tomography for the analysis of the glenoid anatomy. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2005 Jan;14(1):85–90. doi:10.1016/j.jse.2004.04.011
24. Mizuno N, Denard PJ, Raiss P, Walch G. Reverse total shoulder arthroplasty for primary glenohumeral osteoarthritis in patients with a biconcave glenoid. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2013 Jul 17;95(14):1297–1304. doi:10.2106/JBJS.L.00820
25. Neer CS, Watson KC, Stanton FJ. Recent experience in total shoulder replacement. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1982 Mar;64(3):319–337.
26. Nové-Josserand L, Lévine C, Noël E, Walch G. [The acromio-humeral interval. A study of the factors influencing its height]. *Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appr. Mot.* 1996;82(5):379–385.
27. Nowak DD, Bahu MJ, Gardner TR, Dyrszka MD, Levine WN, Bigliani LU, et al. Simulation of surgical glenoid resurfacing using three-dimensional computed tomography of the arthritic glenohumeral joint: the amount of glenoid retroversion that can be corrected. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2009 Oct;18(5):680–688. doi:10.1016/j.jse.2009.03.019
28. Paul R, Knowles N, Chaoui J, Gauci M-O, Ferreira L, Walch G, et al. Characterization of the dysplastic Walch type C glenoid. *Bone Jt. J.* 2018 Aug;100-B(8):1074–1079. doi:10.1302/0301-620X.100B8.BJJ-2018-0116.R1
29. Rouleau DM, Kidder JF, Pons-Villanueva J, Dynamidis S, DeFranco M, Walch G. Glenoid version:

how to measure it? Validity of different methods in two-dimensional computed tomography scans. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2010 Dec;19(8):1230–1237. doi:10.1016/j.jse.2010.01.027

30. Sowa B, Bochenek M, Braun S, Zeifang F, Kretzer JP, Bruckner T, et al. Replacement options for the B2 glenoid in osteoarthritis of the shoulder: a biomechanical study. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 2018 Jul;138(7):891–899. doi:10.1007/s00402-018-2915-z

31. Walch G, Badet R, Boulahia A, Khoury A. Morphologic study of the glenoid in primary glenohumeral osteoarthritis. *J. Arthroplasty.* 1999 Sep;14(6):756–760.

32. Walch G, Edwards TB, Boulahia A, Boileau P, Mole D, Adeleine P. The influence of glenohumeral prosthetic mismatch on glenoid radiolucent lines: results of a multicenter study. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2002 Dec;84-A(12):2186–2191.

33. Walch G, Moraga C, Young A, Castellanos-Rosas J. Results of anatomic nonconstrained prosthesis in primary osteoarthritis with biconcave glenoid. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2012 Nov;21(11):1526–1533. doi:10.1016/j.jse.2011.11.030

34. Walch G, Young AA, Boileau P, Loew M, Gazielly D, Molé D. Patterns of loosening of polyethylene keeled glenoid components after shoulder arthroplasty for primary osteoarthritis: results of a multicenter study with more than five years of follow-up. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2012 Jan 18;94(2):145–150. doi:10.2106/JBJS.J.00699

# SERMEN D'HIPPOCRATE

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 seront 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.

## **Total Shoulder Arthroplasty for Primary Glenohumeral Osteoarthritis: Is Posterior Humeral Subluxation Recurrence Avoidable?**

### Abstract

The objective was to perform a CT-scan study analyzing patients operated on TSA for primary OA with B2, B3 or C glenoids, with attempt to correct excessive glenoid retroversion and excessive posterior humeral subluxation.

Retrospective, single-center, including 62 TSA (31 men and 31 women,  $70 \pm 9$  years) between January 2000 and January 2014. Glenoids were classified as B2 (33 cases), B3 (12 cases) or C (17 cases). Glenoid retroversion was corrected by anterior asymmetric reaming. Patients were reviewed for clinical and CT-scans assessment with a mean follow-up of 8.6 years ( $>5$  years). Last follow-up CT-scan were reconstructed in a scapular plan. A PHS index  $>65\%$  defined recurrence. 14 patients had an early postoperative CT scan.

The revision free rate was estimated at 93%. Correlation between PHS and retroversion was moderate preoperatively and strong at last follow-up. Postoperative CT-scan showed surgical correction of PHS (79% vs 65%  $p<0,05$ ) and retroversion ( $20^\circ$  vs  $10^\circ$   $p<0,05$ ). At last follow-up, 25/62 patients had a recurrence in 2D model and 25/62 in 2D corrected model.

Pathological subluxation had no influence on clinical outcomes whereas glenoid loosening rate was significantly higher (20% vs 59%  $p<0,05$ ).

Finally, we demonstrated that correlation between PHS and retroversion was moderate preoperatively and strengthened at last follow up. Anterior asymmetric reaming allowed a surgical correction of both PHS and retroversion, but it was not sufficient to provide a

correction over time. Glenoid loosening was more frequent in case of PHS recurrence but without clinical relevance.

Level of evidence: IV

Key Words: Total shoulder arthroplasty – Posterior humeral subluxation – recurrence - osteoarthritis