



UNIVERSITE DE LILLE
FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG
Année : 2019

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN MEDECINE

**Influence de l'indice de trophicité du muscle teres minor sur les
résultats fonctionnels de l'arthroplastie d'épaule inversée**

Présentée et soutenue publiquement le 24/06/2019 à 18 heures
au Pôle Formation

Par Julien Paclot

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Carlos Maynou

Asseseurs :

Monsieur le Professeur Christophe Chantelot

Monsieur le Professeur Xavier Demondion

Monsieur le Docteur Christophe Szymanski

Directeur de Thèse :

Monsieur le Docteur Thomas Amouyel

La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses: celles-ci sont propres à leurs auteurs.

Table des matières

| | |
|--|-----------------------------|
| REMERCIEMENTS : | ERREUR ! SIGNET NON DEFINI. |
| RESUME | 8 |
| I.INTRODUCTION | 10 |
| 1. Rappels | 10 |
| A. Concept de la prothèse d'épaule inversée | 10 |
| B. Muscle teres minor : anatomie et fonction | 14 |
| C. Transfert tendineux | 19 |
| 2. Intérêt de l'étude | 21 |
| II. MATERIELS ET METHODES | 22 |
| 1. Patients | 22 |
| 2. Données cliniques préopératoires | 23 |
| 3. Données d'imagerie préopératoires | 25 |
| A. Radiographies | 25 |
| B. Scanner | 27 |
| 4. Technique chirurgicale : | 33 |
| 5. Suites post-opératoires : | 35 |
| 6. Examen clinique au dernier recul | 36 |
| A. Le score Subjective Shoulder Value (SSV) | 36 |
| B. Le score de Constant | 36 |
| C. Degré de satisfaction globale | 37 |
| D. Amplitudes articulaires` | 37 |
| E. Le testing du muscle petit-rond | 38 |
| III. ANALYSE STATISTIQUE | 40 |
| IV. RESULTATS | 40 |
| 1. Résultats cliniques | 40 |
| A. Score SSV | 40 |
| B. Score de Constant | 41 |
| C. Degré de satisfaction | 41 |
| D. Amplitudes articulaires | 41 |
| E. Testing du muscle teres minor | 41 |

| | |
|---|-----------|
| 2. Résultats paracliniques | 42 |
| A. Radiographies | 42 |
| B. Scanner | 43 |
| 3. Corrélation entre trophicité du muscle teres minor et résultats cliniques | 46 |
| A. Données préopératoires | 46 |
| B. Intervention chirurgicale | 49 |
| C. Score SSV | 49 |
| D. Score de Constant | 50 |
| E. Degré de satisfaction | 51 |
| F. Amplitudes articulaires | 52 |
| G. Testing du muscle teres minor | 55 |
| | |
| V. DISCUSSION | 56 |
| | |
| 1. Résultats fonctionnels | 56 |
| 2. Imagerie | 59 |
| 3. Limites de l'étude | 63 |
| | |
| VI. CONCLUSION | 64 |
| | |
| BIBLIOGRAPHIE | 65 |

RESUME

Introduction :

Le muscle teres minor participe au maintien d'une rotation externe active après arthroplastie d'épaule inversée. L'indice de trophicité du teres minor (T) évalué par scanner est un facteur prédictif de mauvais résultats radiologiques dans le cadre des ruptures irréparables de la coiffe des rotateurs. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'influence de T sur les résultats fonctionnels de la prothèse d'épaule inversée dans le cadre de ruptures massives de la coiffe des rotateurs.

L'hypothèse principale était qu'un T inférieur à 0,75 était prédictif de mauvais résultats fonctionnels après une arthroplastie d'épaule inversée.

Matériels et méthodes :

Cette étude monocentrique rétrospective concernait 32 épaules chez 26 patients (moyenne d'âge 71 ans) présentant une omarthrose sur rupture massive de la coiffe des rotateurs, opérées par prothèse d'épaule inversée dans le service d'orthopédie A du CHRU de Lille avec un suivi moyen de 36 mois (1 an minimum). T était mesuré en préopératoire sur coupes axiales de scanner par calcul du rapport entre la largeur du teres minor sur la largeur endocorticale maximale de la glène. L'examen clinique au dernier recul comportait l'évaluation du score de Constant, des amplitudes articulaires et le score Subjective Shoulder Value (SSV).

Résultats :

Huit épaules avaient un indice de trophicité inférieur à 0,75 (groupe 1) et 24 épaules avaient un indice supérieur à 0,75. Dans le groupe 1, le score de Constant total était significativement inférieur par rapport à celui du groupe 2 (50,2 points versus 59,7 points, $p < 0,05$). Le groupe 1 avait un gain de rotation externe coude au corps par rapport au préopératoire de 1° , pour un gain de $16,5^\circ$ dans le groupe 2 ($p = 0,002$). Le groupe 1 avait une perte de rotation externe à 90° d'abduction de $6,3^\circ$ comparé au préopératoire contre un gain de $21,7^\circ$ dans le groupe 2 ($p = 0,001$). Le score SSV au dernier recul était de 68,7% dans le groupe 1 et de 79% dans le groupe 2 ($p = 0,094$).

Conclusion :

Un indice de trophicité du teres minor inférieur à 0,75 est un facteur prédictif de mauvais résultats cliniques lié à l'absence de rotation externe après arthroplastie d'épaule inversée.

I.INTRODUCTION

1. Rappels

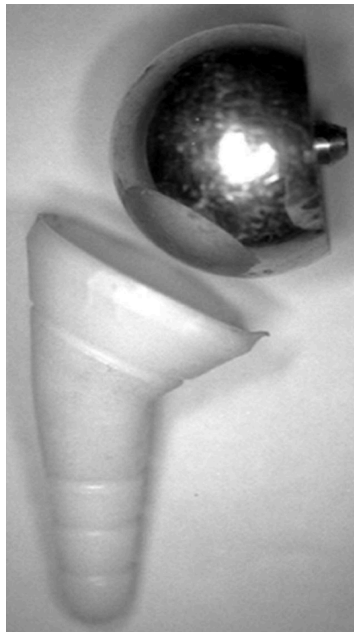
A. Concept de la prothèse d'épaule inversée

Depuis les travaux de Neer et al, la prothèse anatomique d'épaule est devenue un traitement fiable de l'omarthrose primitive. (1)

Cependant, les tentatives de traitement de l'omarthrose associée à une rupture de coiffe massive par prothèse totale d'épaule anatomique ont retrouvé des résultats décevants avec un descellement glénoïdien précoce en raison de forces de cisaillement importantes (« phénomène de cheval à bascule »), une instabilité d'épaule et des résultats cliniques médiocres. (1,2)

L'hémi-arthroplastie, dans le cadre du traitement de l'omarthrose avec rupture de coiffe massive présentait des résultats médiocres et aléatoires sur la douleur et les mobilités articulaires notamment en élévation antérieure active. (3,4)

En 1985, Grammont changea le design des prothèses d'épaules et développa la première prothèse d'épaule inversée (figure 1) dont les premiers travaux ont été publiés en 1987. (54)



(a)



(b)

Figure 1 :

(a) Premier modèle de prothèse d'épaule inversée réalisé par Grammont en 1985. Il est composé d'une pièce humérale en polyéthylène et d'une pièce glénoïdienne en métal.

(b) Second modèle, prothèse inversée semi-contrainte Delta par Grammont réalisé en 1991.

En 1991, le second modèle de prothèse inversée semi-contrainte (Delta III Total Shoulder Prosthesis® ; Depuy International Ltd) basé sur l'utilisation du deltoïde seul pour la fonction et la stabilisation de l'épaule était créé. (5)

Le concept de cette prothèse reposait sur 2 principes biomécaniques (6) :

- L'abaissement huméral par l'emploi d'une pièce humérale non anatomique orientée à 155° d'inclinaison ainsi qu'une cupule de petit diamètre couvrant moins de la moitié de la glénosphère.
- Un centre de rotation médialisé, abaissé et fixe par l'utilisation d'une glénosphère de gros diamètre (36 ou 42 mm) directement en contact avec la glène.

L'association de ces 2 avantages biomécaniques permettait :

- D'augmenter la tension musculaire du deltoïde antérieur et postérieur améliorant ainsi son bras de levier et permettant une restauration de l'élévation antérieure active au-delà de 90° chez des patients présentant une rupture massive et irréparable de la coiffe des rotateurs (figure 2)
- De transformer les forces de cisaillement glénoïdiennes en forces de compression et de diminuer les contraintes sur l'implant glénoïdien lors de l'abduction, limitant ainsi le risque de descellement (figure 2)
- D'obtenir un arc de mobilité plus important et une meilleure stabilité de l'épaule.

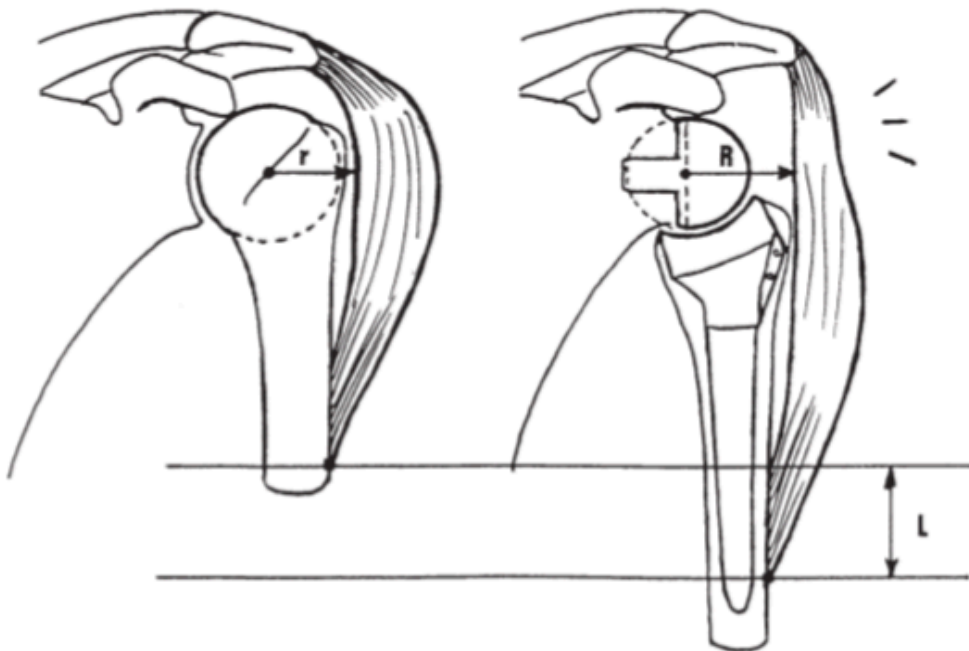


Figure 2 : La médialisation du centre de rotation permet d'augmenter le bras de levier du deltoïde (R). L'abaissement huméral permet d'augmenter la force du deltoïde par allongement des fibres musculaires (L). La médialisation et l'abaissement huméral sont responsables de la modification du contour de l'épaule.

L'utilisation de cette prothèse a permis d'améliorer de façon fiable et durable les résultats cliniques et radiologiques des patients atteints d'omarthrose avec rupture de coiffe massive. (7,8)

Cependant, plusieurs études ont montré que la prothèse inversée n'a pas d'effet sur la rotation externe active. (6,7,8,15) Une rotation externe active est essentielle pour réaliser les activités de la vie quotidienne (ADL) : elle permet de positionner la main dans l'espace et d'effectuer des activités telles que manger, se peigner les cheveux, se brosser les dents...

Boileau et al (6) expliquent cette absence de rotation externe par :

- L'absence d'offset latéral de la glénosphère qui limite la possibilité de rotation de la cupule humérale autour celle-ci quand le coude est collé au corps.
- La médialisation du centre de rotation qui entraîne un relâchement des rotateurs externes (muscle infraspinatus et teres minor), contrebalancé en théorie par l'abaissement huméral qui permettrait de maintenir cette tension musculaire. L'abaissement huméral entraîne une verticalisation des vecteurs musculaires des rotateurs externes initialement horizontaux expliquant la diminution de leur efficacité.
- Le trajet de la vis postérieure de la platine glénoïdienne qui peut léser le nerf supra-scapulaire innervant le muscle infraspinatus.
- Le statut trophique du muscle teres minor.

Cette infiltration graisseuse du muscle infraspinatus et du teres minor était plus prédictive de mauvais résultats cliniques que la rupture du tendon du supraspinatus dans le traitement de l'omarthrose primaire par prothèse anatomique selon Walch et al (42,45).

En 2005, dans une série de 35 prothèses d'épaule inversée Delta III, Boileau et al ont confirmé que la rupture ou l'infiltration graisseuse du muscle teres minor affectait les résultats fonctionnels postopératoires de l'arthroplastie d'épaule inversée avec une diminution significative du score de Constant via cette perte de rotation externe. (6)

Sirveaux et al (8) et Boulahia et al (9) ont également démontré l'importance de l'intégrité du muscle teres minor pour la récupération de la rotation externe dans une étude rétrospective de 80 épaules opérées par prothèse d'épaule inversée.

B. Muscle teres minor : anatomie et fonction

Le teres minor est un muscle généralement oublié dans l'évaluation et la prise en charge des ruptures de la coiffe des rotateurs (21). Il fait l'objet de moins d'attention que les autres muscles de la coiffe des rotateurs car les ruptures isolées du teres minor sont rares (0,9% sur 1,572 épaules avec rupture de coiffe des rotateurs (18)).

Cependant il devient un élément clé du maintien de la fonction de l'épaule lorsque les autres tendons de la coiffe se rompent.

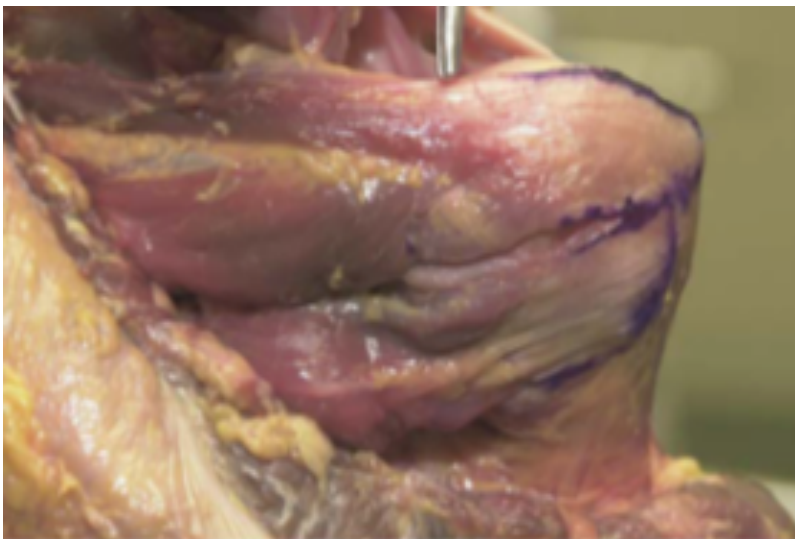
Anatomie :

- Myologie :

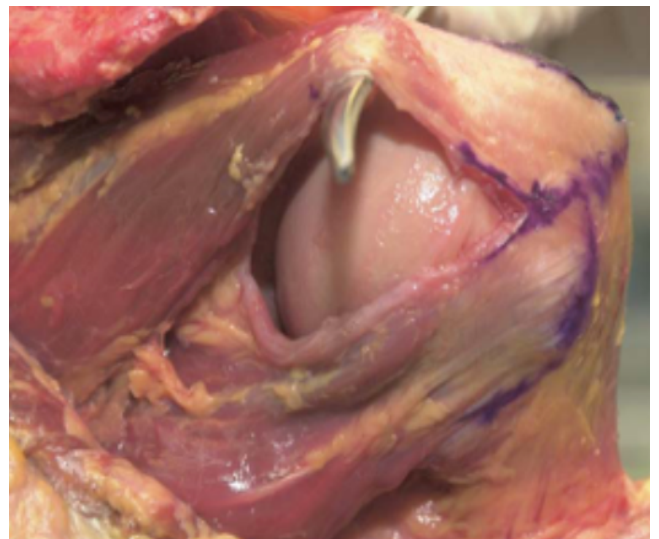
Le muscle teres minor s'insère proximalelement au niveau de la fosse infra-épineuse le long de la moitié supérieure du bord latéral de l'omoplate. Son ventre aplati et allongé longe le bord inférieur du muscle infraspinatus et s'insère distalement sur la face postéro-inférieure du tubercule majeur. Malgré son faible volume musculaire, sa zone d'insertion sur le « footprint » est assez importante, mesurant en moyenne 29 mm de long pour 21 mm de large.

Dans la majorité des cas, il s'insère directement sur la capsule inférieure sans zone tendineuse préalable (22).

Le teres minor a une insertion distale bien distincte, contrairement au croisement des fibres distales du supraspinatus et de l'infraspinatus sur le tubercule majeur, (figure 3). Cette absence de croisement des tendons explique très probablement la présence d'un teres minor intact chez la plupart des patients ayant une rupture rétractée de l'infraspinatus. (23)



(a)



(b)

Figure 3 : (a) Vue postérieure de l'épaule montrant l'infraspinatus et le teres minor insérés sur la face postérieure du tubercule majeur. (b) Espace entre le teres minor et l'infraspinatus.

- Innervation :

Le muscle teres minor est innervé par une branche postérieure du nerf axillaire, issu de la branche postérieure du plexus brachial constituée des nerfs spinaux C5 et C6. (24) Le nerf longe la face antérieure du muscle sous-scapulaire, en arrière de l'artère axillaire avant de plonger dans l'espace quadrilatère sous la capsule articulaire en contournant le col chirurgical de l'humérus. L'espace quadrilatère est délimité au bord supérieur par le teres minor, au bord inférieur par le teres major, médialement par le chef long du triceps brachial et latéralement par l'humérus. (25) Au bord inférieur de la glène, le nerf circonflexe se divise en une branche antérieure et une branche postérieure. La branche postérieure du nerf circonflexe innerve le muscle teres minor, le chef postérieur du deltoïde ainsi que la face supéro-latérale du bras (figure 4).

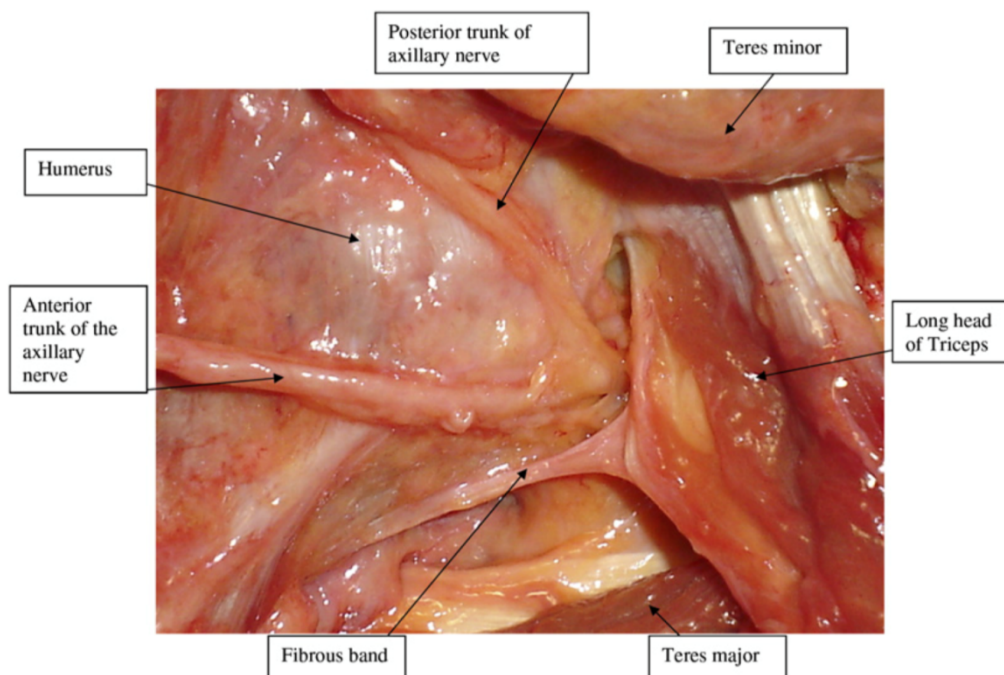


Figure 4 : Anatomie de l'espace quadrilatère

Il faut faire preuve d'une extrême prudence lors des interventions proches de la capsule postéro-inférieure car la branche postérieure innervant le teres minor est adjacente à cette capsule au bord inférieur de la glène. (26)

Fonction :

- Stabilité :

La stabilité de l'épaule est assurée par des mécanismes statiques et dynamiques. Les muscles de la coiffe des rotateurs sont les principaux stabilisateurs dynamiques par un système de contractions coordonnées, le teres minor jouant un rôle important. (27) Ils exercent une force de compression, plaquant la tête humérale contre la glène. Cette stabilisation primaire de l'épaule est assurée dans le secteur moyen de mobilité ainsi que dans les amplitudes extrêmes.

Le teres minor et l'infraspinatus sont un frein à l'instabilité antérieure lors des mouvements de fin de course en contrant les forces de cisaillement produites par les autres muscles de la coiffe comme l'ont montré Lee et al dans l'étude cadavérique. (28)

En cas de rupture massive de la coiffe des rotateurs, les forces de compressions disparaissent et le deltoïde exerce alors des forces importantes de cisaillement. Si ces forces de cisaillement ne peuvent être contrées, l'épaule devient instable et l'élévation antérieure active devient impossible. (29)

- Mobilités :

Les principaux rotateurs externes de l'épaule sont l'infraspinatus et le teres minor. Ces deux muscles sont difficiles à individualiser sur le plan de la force et de la fonction.

Kuhlman et al (30) ont isolé le teres minor en réalisant un bloc nerveux suprascapulaire pour évaluer sa contribution à la force de rotation externe à différents degrés d'abduction. Le supraspinatus et l'infraspinatus produisaient 75% du couple de rotation externe de l'épaule et le teres minor environ 25 %. Le couple de rotation externe optimal du teres minor était retrouvé à 45° d'abduction.

Gerber et al (31) ont également évalué la force de rotation externe sur des épaules saines après bloc supra-scapulaire réalisé au niveau de l'encoche supra-scapulaire et spino-glénoïdienne. La force en rotation externe était produite à 80% par le couple supraspinatus-infraspinatus. Après bloc nerveux supra-scapulaire, le muscle teres minor produisait 20 à 45% de force en rotation externe. Chez certains patients, le teres minor n'était pas en mesure de compenser suffisamment la perte de l'infra et du supraspinatus, entraînant une épaule pseudo-paralytique avec une rotation externe impossible. La force de l'infraspinatus ne variait pas en fonction de la position de l'épaule.

C. Transfert tendineux

En cas d'insuffisance du muscle teres minor, un transfert tendineux peut être envisagé.

Lors d'un transfert tendineux, les principes suivants doivent être respectés :

- Le muscle transféré doit être remplaçable sans compromettre le site donneur.
- Le muscle transféré et le muscle receveur doivent présenter une excursion et une tension similaires.
- La course tendineuse du muscle transféré et celle du receveur doit être identique.
- Le muscle transféré doit remplacer une fonction du muscle receveur.

En 1988, Gerber et al (11) ont décrit pour la première fois le transfert de tendon du latissimus dorsi dans le traitement de ruptures irréparables de la coiffe postéro-supérieure et ont prouvé son efficacité avec une récupération de la rotation externe active.

En 2007, Gerber et al ont eu des résultats encourageants sur une série de 12 patients ayant bénéficié d'un transfert du grand dorsal associé à une prothèse d'épaule inversée dans un contexte d'épaule pseudo-paralytique avec perte de la rotation externe active pour un recul de 18 mois. (55) Cette technique chirurgicale a démontré des résultats à long terme très satisfaisants avec une amélioration des amplitudes articulaires, de la force et de la douleur à 10 ans de recul. (12)

Ces résultats ont été confirmés par Puskas et al qui ont retrouvé en postopératoire une augmentation de la rotation externe de 4° à 27°, du score SSV de 33% à 75%, et du score de Constant de 45% à 89% au dernier recul minimum de 5 ans pour 32 épaules opérées. (14)

Boileau et al rapportent des résultats similaires après transfert combiné du tendon du muscle latissimus dorsi et du teres major (l'Episcopo) associé à la mise en place d'une prothèse d'épaule inversée par voie d'abord delto-pectorale (figure 5). (53)

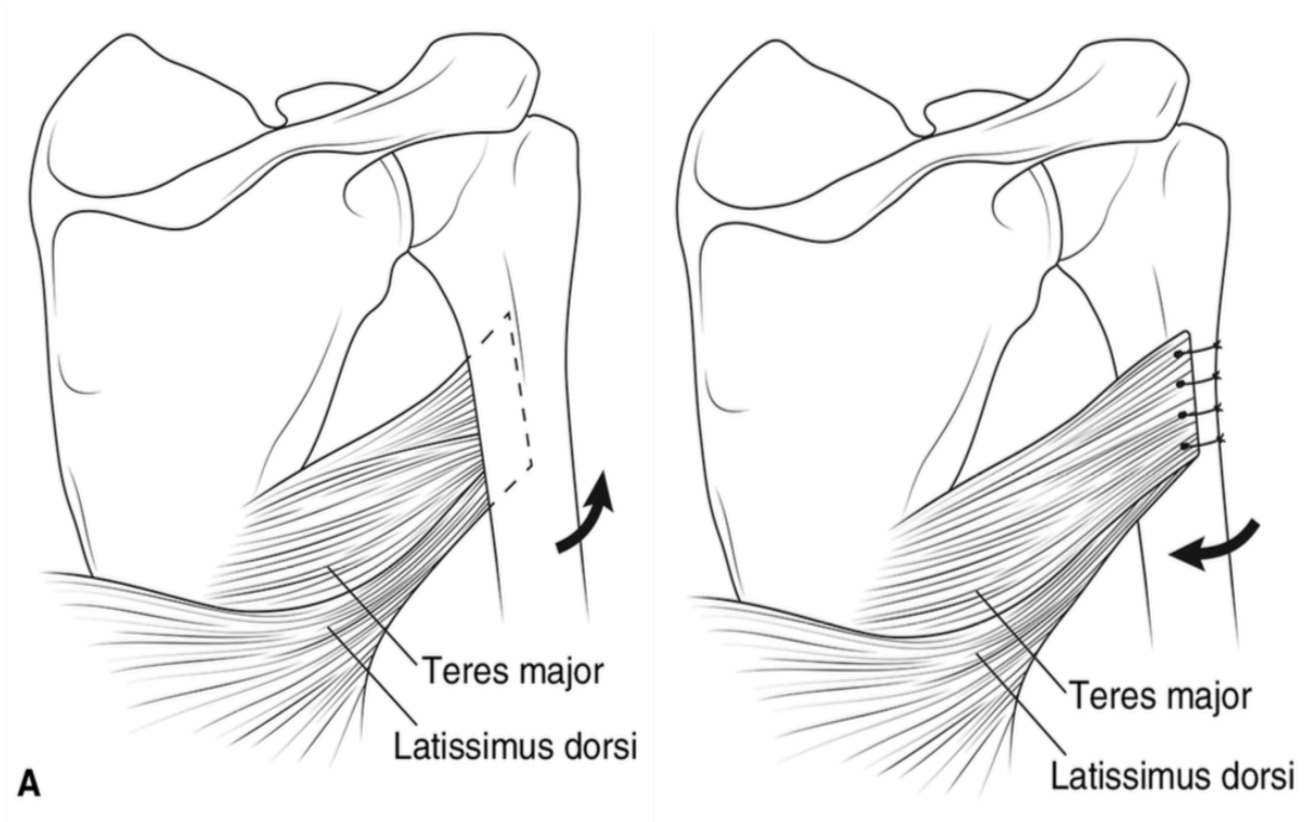


Figure 5 : Le latissimus dorsi et le teres major sont 2 des 4 rotateurs internes de l'épaule. En les transférant au niveau de la face postéro-latérale de l'humérus, leur fonction change. Ils deviennent des rotateurs externes et remplacent les muscles teres minor et infraspinatus.

2. Intérêt de l'étude

En 2005, Walch et al ont décrit une méthode de mesure qualitative de la trophicité du teres minor (normal, hypertrophique, atrophique, absent) en se basant sur des coupes axiales de 1332 scanners et 240 IRM. Le teres minor est apparu le plus souvent hypertrophique dans les ruptures de coiffe antérieure et atrophique ou absent dans les ruptures de coiffe postéro-supérieure avec ou sans rupture du teres minor. (19)

En 2013, Szymanski et al (20) ont décrit une nouvelle méthode de mesure quantitative de la trophicité du muscle teres minor sur des coupes axiales de scanner.

Cette méthode a été validée dans le cadre de ruptures irréparables et rétractées de la coiffe des rotateurs.

Un indice de trophicité du teres minor inférieur à 0,75 était un facteur prédictif d'une dégradation du score de Hamada et Fukuda 1 an après une ténotomie palliative du chef long du biceps pour des ruptures massives et irréparables de la coiffe des rotateurs avec une excellente variabilité inter et intra observateurs.

Ce seuil de trophicité du muscle teres minor de 0,75 n'a pas encore été étudié en tant que facteur prédictif de résultats cliniques postopératoires après prothèse d'épaule inversée.

L'objectif de notre étude est d'évaluer l'influence de la trophicité du muscle teres minor sur les résultats fonctionnels de la prothèse d'épaule inversée dans le cadre de ruptures massives de la coiffe des rotateurs.

L'hypothèse principale est qu'un indice de trophicité du muscle teres minor inférieur à 0,75 est prédictif de mauvais résultats fonctionnels après une arthroplastie d'épaule inversée.

II. MATERIELS ET METHODES

1. Patients

Nous avons inclus tous les patients ayant bénéficié d'une prothèse d'épaule inversée entre septembre 2011 et mars 2017 dans le service d'orthopédie A du Pr Maynou au CHRU de Lille grâce aux données PMSI avec les codes CCAM (MEKA006).

Les critères d'inclusion étaient :

- Mise en place d'une prothèse d'épaule inversée.
- Patient majeur.
- Présence d'un bilan d'imagerie préopératoire comprenant au moins une radio d'épaule de face en rotation neutre et un scanner de l'épaule avec ou sans injection de produit de contraste.
- Diagnostic initial d'omarthrose associée à une rupture massive de la coiffe des rotateurs.
- Suivi clinique supérieure à 1 an entre la date d'intervention et la dernière consultation de contrôle.

Les critères d'exclusion étaient :

- Dossier incomplet.
- Reprise chirurgicale.
- Geste associé de transfert tendineux.

Au total, 115 arthroplasties d'épaule inversées ont été effectuées dans le service d'Orthopédie A du Pr Maynou au CHRU de Lille.

Quarante-deux épaules n'avaient pas de scanner préopératoire, 25 patients étaient décédés ou perdus de vue (33 épaules), 8 épaules ont bénéficié d'une reprise chirurgicale pour infection du site opératoire ou descellement glénoïdien ou huméral.

Au final, 32 épaules chez 26 patients (6 cas bilatéraux) étaient incluses dans l'étude.

2. Données cliniques préopératoires

Toutes les données ont été analysées rétrospectivement par un observateur indépendant.

Les données de l'examen clinique préopératoire étaient recueillies sur les dossiers informatisés du logiciel Sillage™ du service.

L'effectif était composé de 20 femmes et 6 hommes dont l'âge moyen au moment de l'intervention était de 71 ans ($\sigma=9,3$). Cinq patients étaient encore actifs et 21 patients à la retraite. L'épaule opérée concernait le côté dominant chez 43,75% des cas. Le suivi clinique était de 36 mois ($\sigma=22$).

Les données cliniques préopératoires sont présentées dans le tableau 1.

| Données cliniques préopératoires | échantillon global n= 32 |
|----------------------------------|----------------------------|
| Age moyen (années) | 71, $\sigma = 9,3$ (52-83) |
| Sexe | |
| Homme | 6 |
| Femme | 26 (6 épaules bilatérales) |
| Epaule dominante | 14 (43,75%) |
| Comorbidités | |
| Diabète | 7 (26,9%) |
| Tabac | 6 (23%) |
| Obésité (IMC>30) | 10 (31,25%) |
| Antécédents chirurgicaux | |
| Réparation coiffe | 8 (25%) |
| Instabilité | 0 (0%) |
| Ostéosynthèse | 1 (3,13%) |
| Transfert | 0 (0%) |
| Etiologies | |
| Cuff Tear arthropathy | 32 (100%) |

Tableau 1 : Données cliniques préopératoires

A l'examen clinique préopératoire :

- L'élévation antérieure active moyenne était de 76° ($\sigma=18^\circ$)
- L'abduction active moyenne était de 67° ($\sigma=16^\circ$)
- La rotation externe, coude au corps (RE1) moyenne était de 12° ($\sigma=13^\circ$)
- La rotation externe, bras positionné à 90° d'abduction (RE2) était de 37° ($\sigma=16^\circ$)
- La rotation interne atteignait le trochanter pour 1 épaule (3%), la fesse pour 22 épaules (68%), le sacrum pour 7 épaules (22%) et L3 pour 2 épaules (6%).

3. Données d'imagerie préopératoires

Tous les patients inclus dans l'étude ont bénéficié de radiographies de l'épaule et d'un scanner avec ou sans injection.

A. Radiographies

- Classification de Hamada et Fukuda

Le diagnostic d'omarthrose excentrée était porté sur des radiographies d'épaule de face en rotation neutre présentant un pincement de l'interligne gléno-huméral, une ostéo-condensation sous chondrale du versant glénoïdien ainsi qu'un espace acromio-huméral inférieur à 6mm compatible avec une rupture massive et rétractée de la coiffe des rotateurs (figure 7).

L'omarthrose excentrée était répartie en 5 stades selon la classification de Hamada et Fukuda (32) (figure 6) :

- Stade 1 : Espace acromio-huméral >6mm.
- Stade 2 : Espace acromio-huméral <6mm.
- Stade 3 : Arthrose acromio-humérale avec pincement complet et acétabulisation de la face inférieure de l'acromion.
- Stade 4a : Stade 3 associé à un pincement gléno-huméral supérieur.
- Stade 4b : Stade 3 associé à un pincement gléno-huméral supérieur et acétabulisation de la face inférieure de l'acromion.
- Stade 5: Stade 4b associé à une nécrose de la tête humérale.

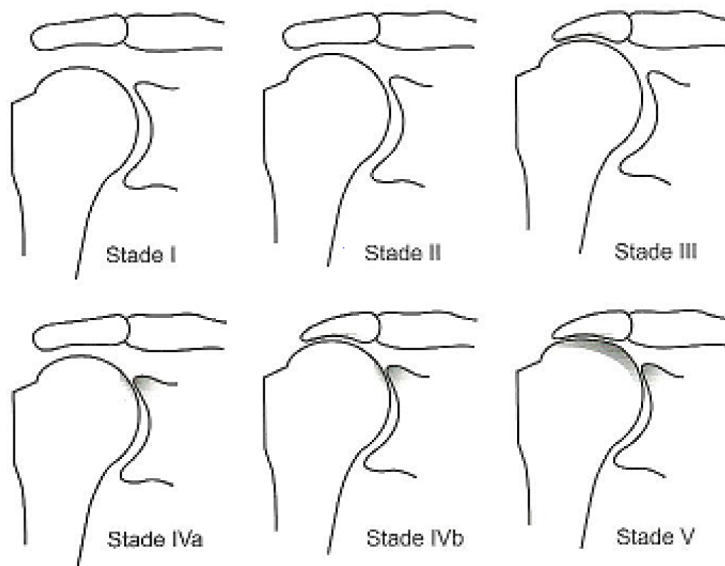


Figure 6 : Classification de Hamada et Fukuda

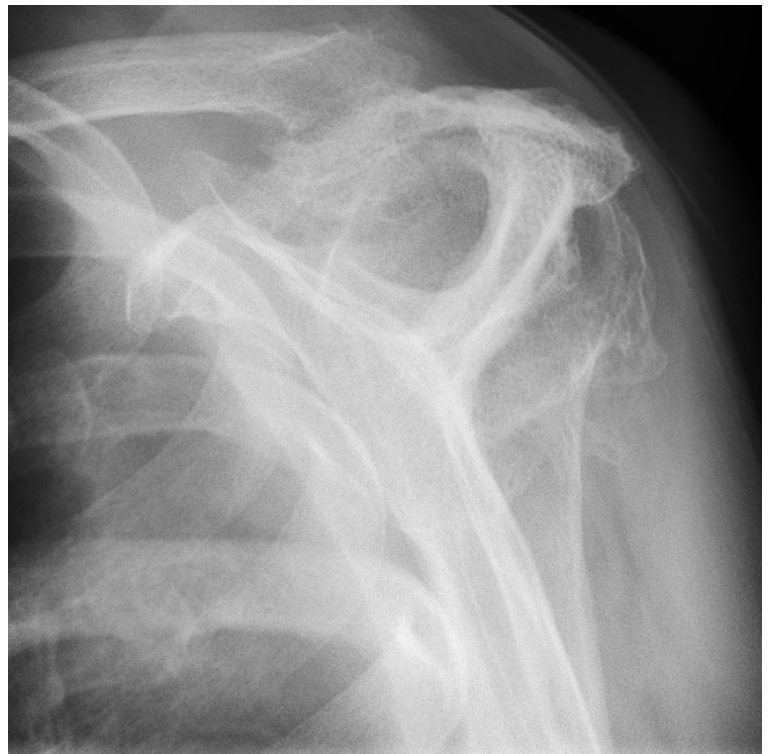


Figure 7 : Radiographies de face et de profil montrant une omarthrose Hamada 4b avec acétabulisation de la face inférieure de l'acromion, pincement gléno-huméral supérieur et subluxation postérieure de la tête humérale.

B. Scanner

- Morphologie de la glène dans le plan frontal

Elle était définie par la classification de Favard (34) décrivant 5 stades (figure 8) :

- Type E0 : Migration de la tête humérale vers le haut sans érosion de la glène.
- Type E1 : Erosion concentrique de la glène.
- Type E2 : Aspect bi-concave de la glène avec une érosion à sa partie supérieure.
- Type E3 : Extension de l'érosion à la partie inférieure de la glène avec aspect concave vers le haut.
- Type E4 : Aspect bi-concave de la glène avec érosion à sa partie inférieure.

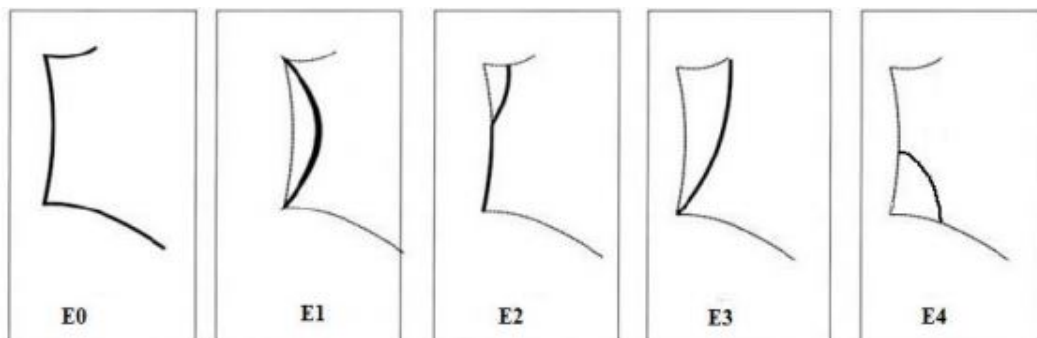


Figure 8 : *Classification de Favard. Type E0 : usure centrale. Type E1 : usure circonférentielle. Type E2 : Cupule biconcave par usure supérieure. Type E3 : cavité glénoïdale concave vers le haut. Type E4 : Cupule biconcave par usure inférieure.*

- Morphologie de la glène dans le plan axial.

Walch (35-37) a défini les caractéristiques pathologiques de l'arthrose gléno-humérale sur la base de modèles de morphologies glénoïdiennes ainsi que sur le pourcentage de subluxation de la tête humérale sur des images 2D de coupes axiales de scanner après reconstruction MPR. Ces reconstructions MPR fournissent des images 2D axiales strictement dans le plan de l'omoplate, quelle que soit l'orientation du patient, permettant une évaluation plus précise de la version glénoïdienne et de la subluxation.

La classification comprend 7 types de morphologie de glène (figure 9) :

- A1 : Tête humérale centrée, érosion mineure.
- A2 : Tête humérale centrée, érosion majeure de la glène centrale.
- B1 : Tête sub-luxée postérieure, sans érosion osseuse.
- B2 : Tête sub-luxée postérieure, érosion postérieure avec bi-concavité de la glène.
- B3 : Au moins 70% de subluxation postérieure de la tête humérale et/ou érosion postérieure, mono-concavité de la glène avec au moins 15° de rétroversion.
- C : Glène dysplasique avec au moins 25° de rétroversion sans érosion.
- D : Subluxation antérieure de la tête humérale supérieure à 40% ou antéversion de la glène.

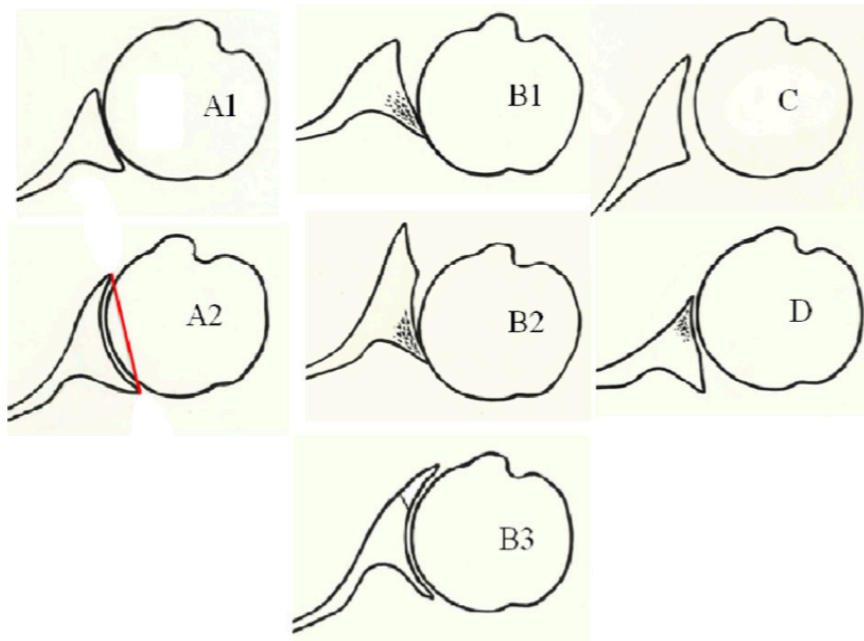


Figure 9 : Morphologie de la glène selon la classification de Walch

Trophicité du muscle teres minor :

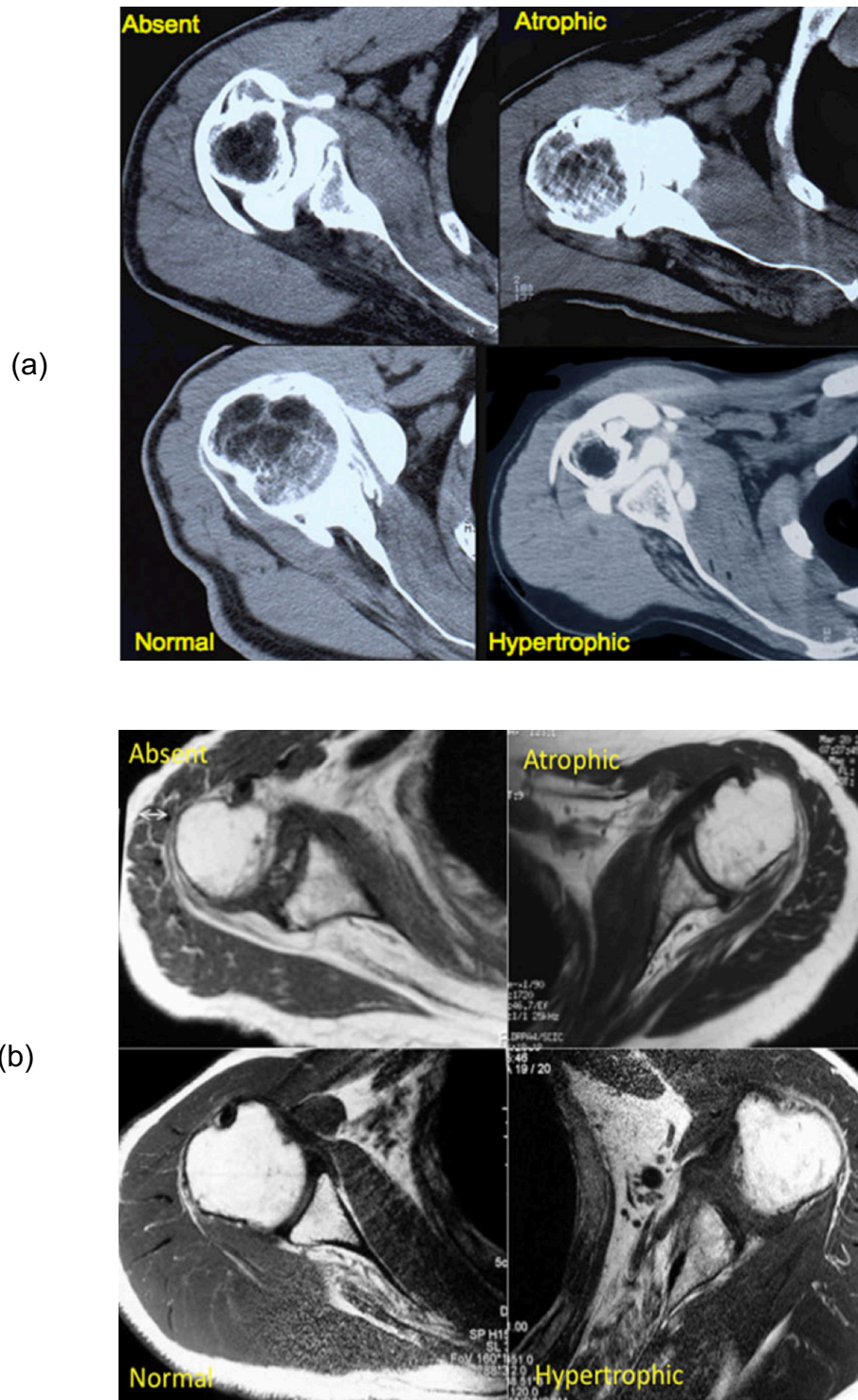
Il existe actuellement 2 classifications pour mesurer la trophicité du muscle teres minor :

- Classification de Walch :

En 2005, Walch et al (18,19) ont décrit une classification en 4 classes pour mesurer qualitativement la trophicité du teres minor sur des coupes axiales de TDM et d'IRM

(figure 10) :

- Normal : son épaisseur mesure la moitié du diamètre antéro-postérieur de la glène.
- Hypertrophique : son épaisseur est supérieure ou égale au diamètre antéro-postérieur de la glène.
- Atrophique : le muscle est aplati avec la présence d'infiltration graisseuse au sein de la portion musculaire du teres minor.
- Absent : impossibilité d'identifier le muscle.



Figures 10 : Trophicité du muscle teres minor selon la classification de Walch évaluée sur coupe axiales de TDM (a) et coupes axiales d'IRM pondérée en séquence T1 (b). (18)

- Classification du service :

En 2013, Szymanski et al (20) ont décrit un protocole d'évaluation quantitative de la trophicité du teres minor par scanner.

Une étude anatomique de 30 épaules avait antérieurement été réalisée et avait trouvé une relation constante entre le pôle inférieure de la glène et le muscle teres minor.

L'épaisseur du teres minor (T2) était évaluée sur des coupe axiales de scanner en rotation neutre au niveau de la première coupe où le pôle inférieur de la glène n'était plus visible.

T2 était mesurée en traçant la perpendiculaire à la ligne tangente à la crête osseuse de la fosse infra-épineuse (figure 11).





Figures 11 : L'épaisseur du teres minor (T2) mesurée sur coupe axiale de TDM en rotation neutre au niveau du pôle inférieur de la glène.

Le diamètre maximal de la glène (G) était analysé sur des coupes axiales. Il était mesuré en endocortical pour éviter des erreurs de mesures à cause d'éventuels ostéophytes.

(figure 12)

L'indice de trophicité du teres minor était défini comme le rapport $T2/G$ (T).



Figure 12 : Diamètre endocortical de la glène (G) sur coupe axiale de TDM.

4. Technique chirurgicale :

Les opérateurs étaient PU-PH, PH ou chefs de clinique. Tous les patients ont bénéficié d'une anesthésie générale associée plus ou moins à un bloc inter-scalénique.

Une prothèse d'épaule inversée Aequalis reversed 2 (Tornier TM) a été mise en place chez tous les patients. Le patient était installé en beach chair, la voie d'abord était delto-pectorale.

Si le muscle sous-scapulaire était intact, une ténotomie à 1cm du tubercule mineur était réalisée en vue de sa réinsertion. Le tendon du long biceps était ténotomisé à son origine.

L'humérus était ensuite luxé en avant afin d'effectuer la coupe humérale à l'aide d'un guide permettant d'obtenir une rétroversion d'environ 20°.

Après préparation métaphysaire en fonction de la surface de coupe, le canal médullaire était alésé à l'aide de sondes de taille croissante. Un protecteur de coupe sur la tige d'essai était ensuite mis en place.

Après luxation postérieure de l'humérus et exposition de la glène, le trou pilote était foré en position décentrée vers le bas avec ou sans tilt inférieur pour corriger l'usure supérieure de la glène. La glène était ensuite fraisée puis la platine glénoïdienne était impactée et maintenue par 2 vis en compression antéro-postérieures et 2 vis verrouillées.

Selon les préférences du chirurgien, une glénosphère de taille 36mm ou 42mm était impactée puis vissée dans la platine. La tige définitive était impactée ou cimentée en fonction des constatations peropératoires puis un insert en polyéthylène centré était mis en place. La prothèse était ensuite réduite et le tendon du muscle sous-scapulaire réinséré par des points en X au fil non résorbable. Toutes les incisions étaient fermées sur un drain de Redon en aspiration (figure 13).

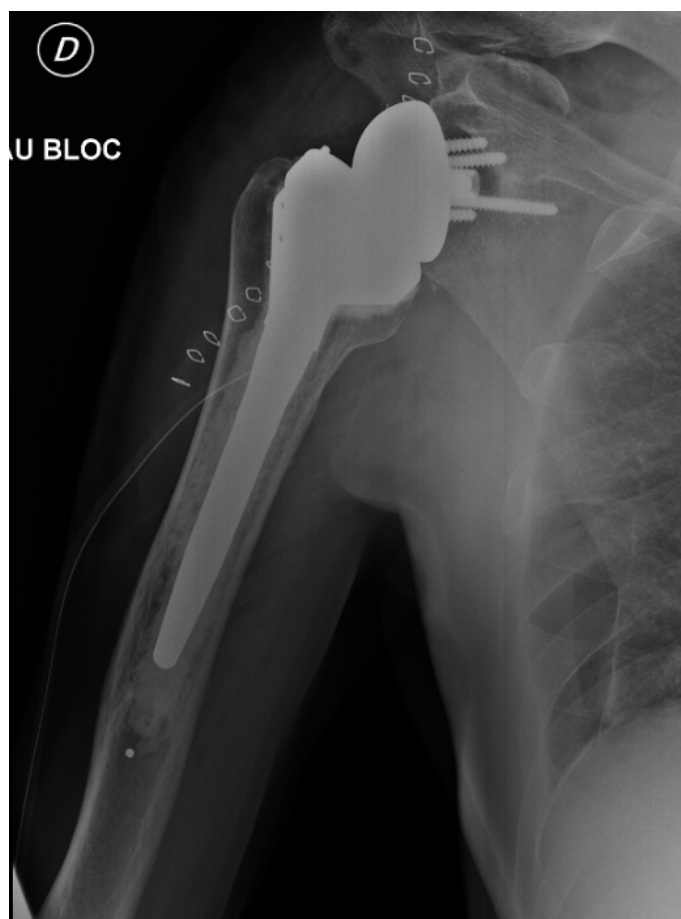


Figure 13 : Radiographie d'épaule de face en rotation neutre post-opératoire immédiate après arthroplastie d'épaule inversée.

5. Suites post-opératoires :

Tous les patients portaient une écharpe coude au corps avec l'épaule en rotation interne pendant 4 semaines pour protéger la réinsertion du sous-scapulaire.

La mobilisation active et passive était permise dès l'ablation du Redon sous la supervision d'un kinésithérapeute. Aucun travail en force ou contre résistance n'était autorisé pendant les 6 premières semaines.

La reprise des activités de la vie quotidienne pouvait être effectuée à 6 semaines.

Toutes les glénosphères étaient centrées, 28 étaient de taille 36 et 4 de taille 42.

La réinsertion du sous-scapulaire a pu être réalisée dans 16 cas (50%).

6. Examen clinique au dernier recul

Tous les patients ayant bénéficié d'une prothèse d'épaule inversée ont été contactés par téléphone afin de convenir d'un rendez-vous de consultation avec un observateur indépendant (Julien Paclot).

Les patients ont été informés lors de la consultation que les informations concernant leur dossier pourraient être soumises à une publication et ont donné leur consentement.

A. Le score Subjective Shoulder Value (SSV)

Il est défini comme l'évaluation subjective de l'épaule d'un patient qui répond à la question suivante : « Quelle est la valeur globale en pourcentage de votre épaule si une épaule complètement normale représente 100% ? » (38).

B. Le score de Constant

Il est divisé en 4 catégories dont le total est coté entre 0 et 100 points. Trente-cinq points sont attribués à l'évaluation subjective de la douleur, du niveau d'activités quotidiennes (activités professionnelles, occupationnelles et de loisir), de gêne dans le sommeil ainsi que la hauteur maximale d'utilisation de la main sans douleur et avec une force suffisante. Soixante-cinq points sont attribués à l'évaluation objective des mobilités de l'épaule et à la force musculaire. La force musculaire était mesurée patient assis, avec une élévation

antérieure active de 90°, coude en extension et main en pronation en maintenant cette position pendant 5 secondes. L'unité de mesure était le kilogramme. Le testing musculaire était effectué à l'aide d'un dynamomètre mécanique à ressort Super Samson Salter™. Le score de Constant relatif était pondéré en fonction de l'âge et du sexe du patient (39, 40).

C. Degré de satisfaction globale

Le patient devait répondre à une question simple « êtes-vous satisfait par la chirurgie ? » et avait 2 réponses possibles :

- « Oui »
- « Non »

D. Amplitudes articulaires`

Elles étaient mesurées en actif et en passif à l'aide d'un goniomètre pour chaque paramètre :

- Rotation Externe 1 (RE1)
- Rotation Externe 2 (RE2)
- Elévation antérieure
- Abduction

La rotation interne active était mesurée par le niveau de la colonne vertébrale atteint par le pouce avec l'épaule en extension et rotation interne maximale et le coude fléchi à 90°.

E. Le testing du muscle petit-rond

Au cours de l'examen clinique, la capacité d'isoler chaque muscle est primordiale pour décrire la fonction et l'intégrité de la coiffe des rotateurs d'un patient. L'isolement du subscapularis ou du supraspinatus est simple car chacun n'accomplit qu'une seule tâche : rotation interne pour le sous-scapulaire et abduction pour le supraspinatus.

L'infraspinatus et le teres minor sont tous les deux des rotateurs externes, leur isolement par des tests cliniques a fait l'objet d'un débat et plusieurs signes cliniques ont été proposés.

- Test de Patte (41) : L'examineur positionne le bras du patient à 90° d'abduction et 90° de flexion du coude avec l'avant-bras parallèle au sol. On demande au patient d'effectuer une rotation externe de l'épaule contre résistance. Le test est positif si le patient présente une force en rotation externe inférieure à 4 sur 5. Il permet de tester le muscle infraspinatus.
- Le signe du clairon (42) : Impossibilité de porter la main à la bouche sans élever le coude au-dessus de l'horizontale. Il traduit l'absence de rotateur externe (infraspinatus et teres minor).
- Le « dropping sign » de Neer (42) : L'examineur positionne le bras du patient à 0° d'abduction et 90° de flexion du coude avec l'avant-bras parallèle au sol. Le bras est positionné à 45° de rotation externe. On demande au patient d'effectuer une rotation externe de l'épaule contre résistance et la force est mesurée. Le test est positif si le patient est incapable de maintenir le bras dans cette position qui revient en position neutre. Ce test a été décrit pour tester le muscle infraspinatus et le muscle teres minor.

- Le « lag sign » en rotation externe de Hertel (43) : Lorsque le patient est assis, le coude est stabilisé en flexion à 90°, l'épaule étant maintenue à 20° d'élévation antérieure dans le plan de la scapula. Le bras est porté passivement au maximum de rotation externe. Il est demandé au patient de maintenir la position. L'importance du retour vers la neutralité est mesurée en degrés. Un décalage supérieur à 10° est considéré comme un test positif. Ce test permet d'évaluer les muscles infraspinatus et teres minor.
- Le « drop sign » de Hertel (43) : Il est défini comme l'incapacité d'un patient à maintenir l'épaule à 90° d'abduction et 90° de rotation externe avec le coude fléchi à 90° (RE2). Ce test est utilisé pour évaluer le muscle infraspinatus.

Dans notre étude, nous avons décidé d'évaluer l'intégrité du muscle teres minor par l'association du test du clairon et du « lag sign » en rotation externe supérieure à 40° afin d'optimiser la spécificité.

III. ANALYSE STATISTIQUE

Le recueil de données a été réalisé avec le logiciel EasyMedStat. L'analyse des données statistiques a été réalisée avec le logiciel SPSS® Version 20.0 (SPSS IBM, New York, U.S.A). Le test de Shapiro-Wilk a été utilisé pour vérifier la normalité de la répartition des variables, le test de Student a permis de comparer les moyennes des variables continues et normales. Pour les variables continues ne suivant pas une loi normale, un test non paramétrique de Mann-Whitney a été utilisé. Devant la faible taille des échantillons, le test exact de Fisher a été utilisé pour tester les hypothèses avec des variables nominatives ou ordinales. Le rejet de l'hypothèse nulle était retenu pour une valeur de $p < 0,05$.

IV. RESULTATS

1. Résultats cliniques

L'ensemble des résultats cliniques sont reportés dans le tableau 2.

A. Score SSV

Le score moyen à la dernière consultation de contrôle était de 76,4% ($\sigma = 18,8\%$).

B. Score de Constant

Le score de Constant global était de 57,3 ($\sigma=11,7$).

Le score de Constant relatif pondéré en fonction de l'âge, du sexe et du coté opéré était de 82,3% ($\sigma= 17$).

C. Degré de satisfaction

Le taux de satisfaction était de 76%.

D. Amplitudes articulaires

L'élévation antérieure active moyenne était de 132° ($\sigma=24^\circ$), l'abduction active moyenne de 111° ($\sigma =24$). La RE1 moyenne était de 25° ($\sigma = 16$), la RE2 moyenne de 52° ($\sigma = 22$).

E. Testing du muscle teres minor

Le « lag sign » était positif chez 18,75% des épaules opérées, un signe du clairon était retrouvé dans 21,88% des cas.

| Résultats fonctionnels au dernier recul | | Delta résultats pré et post-opératoires |
|---|-----------------------|---|
| SSV (%) | 76,4+/-18,8 (20-100) | |
| Constant relatif (pts) | 83,3+/-17 (41-114) | |
| Constant absolu (pts) | 57,3+/-11,7 (29-75) | |
| Elevation antérieure active (°) | 132,5 +/-24 (80-160) | 56,8 |
| Rotation externe position 1 (°) | 24,7+/-16,1 (0-50) | 13,1 |
| Rotation externe position 2 (°) | 51,9+/- 22,3 (10-90) | 13,1 |
| Abduction (°) | 111,1+/-24,3 (70-160) | 44,2 |
| Satisfaction (%) | 78,1 | |

Tableau 2 : Résultats cliniques globaux au dernier recul post-opératoire.

2. Résultats paracliniques

A. Radiographies

- Score de Hamada

Trois épaules étaient classées Hamada 2 (9%), 14 épaules étaient Hamada 3 (44%), 8 épaules étaient Hamada 4a (25%), 7 épaules étaient Hamada 4b (22%).

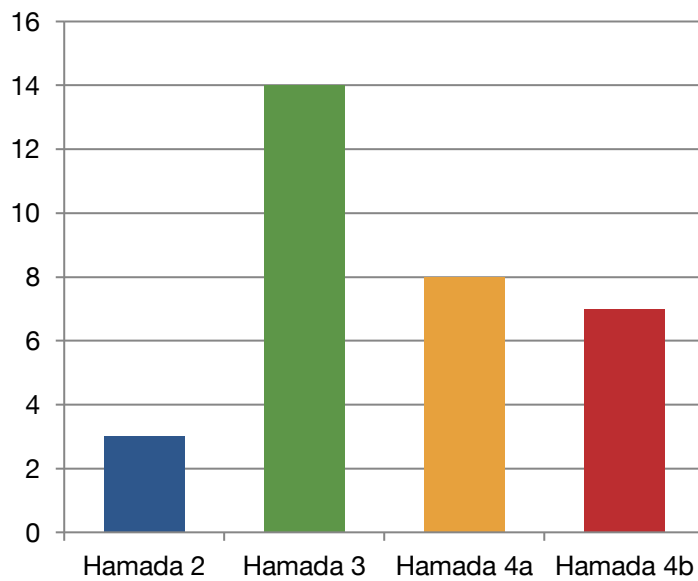


Figure 14 : Classification selon Hamada et Fukuda

B. Scanner

- Evaluation de la morphologie de la glène

- Classification de Favard : inclinaison glénoïdienne dans le plan frontal. (figure 15)

- 2 épaules étaient classées E0 (6%).
- 18 épaules étaient classées E1 (56%).
- 8 épaules étaient classées E2 (25%).
- 4 épaules étaient classées E3 (12,5%).

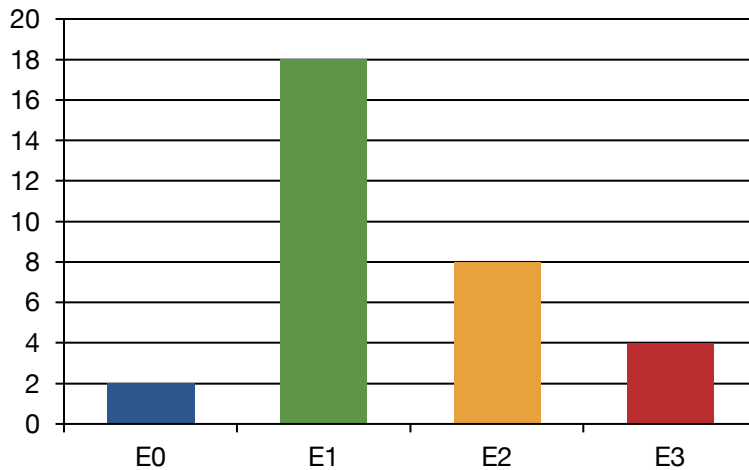


Figure 15 : Diagramme de répartition de la morphologie de la glène dans le plan frontal selon la classification de Favard.

- Classification de Walch : Version glénoïdienne dans le plan axial. (figure 16)

- 4 épaules étaient classées A1 (12,5%).
- 18 épaules étaient classées A2 (56,25%).
- 9 épaules étaient classées B1 (28,13%).
- 1 épaule était classée B2 (3,13%).

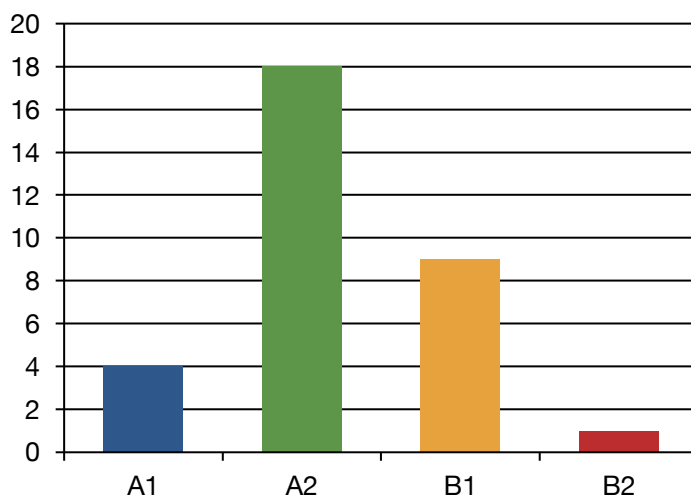


Figure 16 : Diagramme de répartition de la morphologie de la glène dans le plan axial selon la classification de Walch.

- Evaluation de la trophicité du teres minor :

- Classification de Walch :

Vingt-deux teres minor étaient normaux (68,75%), 5 épaules présentaient un teres minor atrophique (15,63%), 3 épaules un teres minor hypertrophiques (9,38%) et 2 avaient un teres minor absent (6,25%).

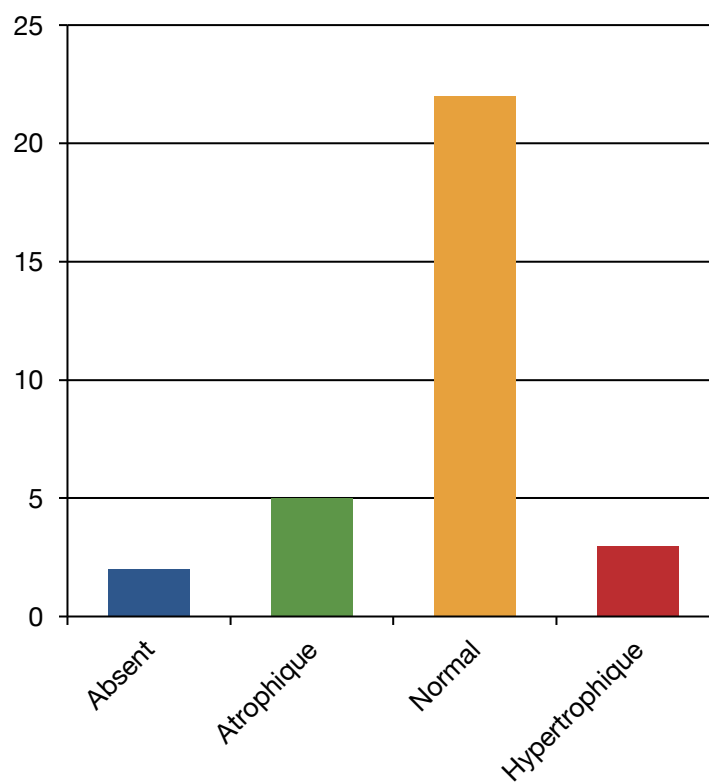


Figure 17 : Répartition de l'aspect du teres minor selon la classification de Walch

- Classification du service :

La largeur maximale de la glène était de 21,9mm en moyenne ($\sigma= 2,4, 17-26,5$).

L'épaisseur moyenne du muscle teres minor était de 17,3 ($\sigma= 3,6, 8,3-23,1$).

Il n'y avait pas de corrélation significative entre le rapport T2/G et l'âge, le sexe, le côté dominant et les comorbidités (tabac, diabète et obésité), les antécédents chirurgicaux et l'étiologie.

Huit épaules présentaient un indice de trophicité du teres minor inférieur à 0,75.

Vingt-quatre épaules présentaient un indice de trophicité du teres minor supérieur à 0,75.

3. Corrélation entre trophicité du muscle teres minor et résultats cliniques

Les patients ont été divisés en 2 groupes :

Le groupe 1 incluait 8 épaules avec un muscle teres minor présentant un indice de trophicité inférieur à 0,75.

Le groupe 2 incluait 24 épaules avec un muscle teres minor ayant un indice de trophicité supérieur à 0,75.

A. Données préopératoires

Il n'a pas été retrouvé de différence préopératoire significative entre les 2 groupes (tableau 3).

| Données cliniques préopératoires | Groupe 1 T<0,75 n = 8 | Groupe 2 T>0,75 n = 26 | p value |
|----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------|
| Age moyen (années) | 70,39 | 71,41 | 0,749 |
| Sexe | | | 0,296 |
| Homme | 0 | 6 | |
| Femme | 8 | 18 | |
| Epaule dominante | 2 | 12 | 0,412 |
| Comorbidités | | | |
| Diabète | 2 | 5 | 1 |
| Tabac | 2 | 4 | 0,625 |
| Obésité (IMC>30) | 3 | 7 | 0,681 |
| Antécédents chirurgicaux | | | |
| Réparation coiffe | 2 | 6 | 1 |
| Instabilité | 0 | 0 | 1 |
| Ostéosynthèse | 0 | 1 | 1 |
| Transfert | 0 | 0 | 1 |
| Etiologies | | | 0,576 |
| Cuff Tear arthropathy | 8 | 24 | |
| RE 1 (°) | 6+/- 14 | 14+/- 12 | 0,156 |
| RE 2 (°) | 35+/- 21 | 38+/-12 | 0,893 |
| Elevation antérieure (°) | 69+/-21 | 78+/-16 | 0,431 |
| Abduction (°) | 60+/-22 | 69+/-13 | 0,427 |
| Rotation interne | | | |
| Trochanter | 0 | 1 | |
| Fesse | 6 | 16 | 0,821 |
| Sacrum | 1 | 6 | |
| L3 | 1 | 1 | |

Tableau 3 : Répartition des données cliniques préopératoires en fonction de la trophicité du petit rond. Seuil de significativité p= 0,05.

Le teres minor était retrouvé atrophique ou absent dans 63,5% et normal dans 37,5% des épaules appartenant au groupe 1. Il était normal dans 79,2%, atrophique dans 8,3% et hypertrophique dans 12,5% des épaules du groupe 2. (figure 18 et tableau 4)

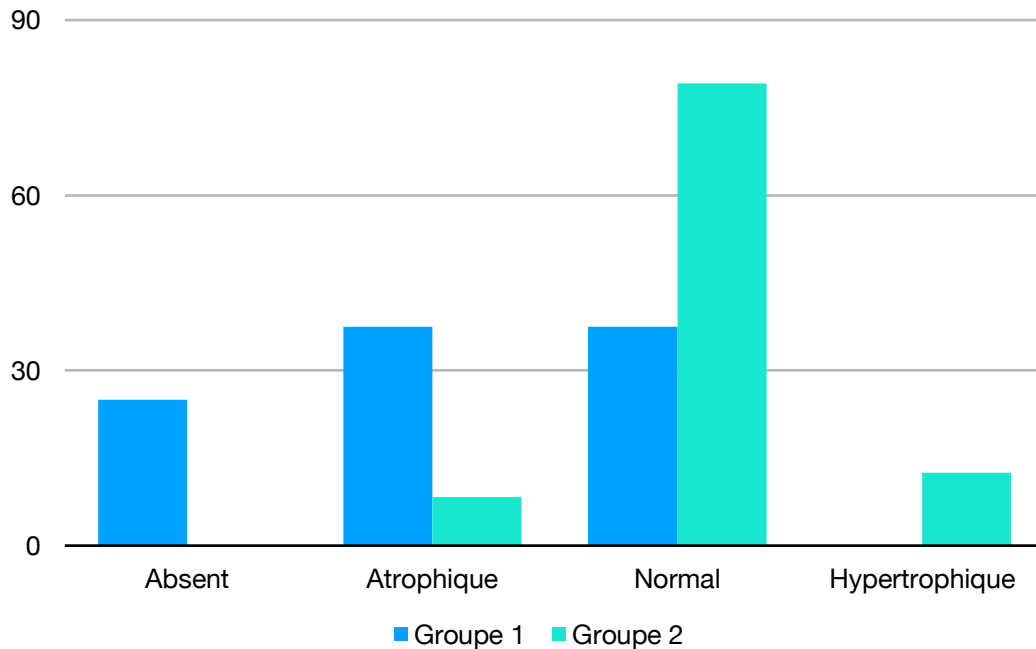


Figure 18 : Trophicité du petit-rond selon la classification de Walch en fonction de l'indice de trophicité du petit-rond selon la classification du service (exprimé en %)

Groupe 1 = $T < 0,75$ / Groupe 2 = $T > 0,75$.

| | Trophicité du teres minor selon la classification de Walch | | | | Total |
|---------------------------------------|--|------------|--------|----------------|-------|
| | Absent | Atrophique | Normal | Hypertrophique | |
| Groupe 1 T < 0,75 | 2 | 3 | 3 | 0 | 8 |
| Groupe 2 T > 0,75 | 0 | 2 | 19 | 3 | 24 |
| Total | 2 | 5 | 22 | 3 | 32 |

Tableau 4 : Répartition de la trophicité du teres minor selon Walch dans les 2 groupes.

Il n'a pas été retrouvé de différence significative concernant la classification de Hamada et Fukuda, la morphologie de la glène selon la classification de Favard et de Walch entre les 2 groupes (tableau 5).

| Imagerie préopératoire | p value |
|-------------------------|---------|
| Hamada et Fukuda | 0,165 |
| Morphologie de la glène | |
| Stade Walch | 0,864 |
| Stade Favard | 0,557 |

Tableau 5 : Etude de corrélation entre trophicité du teres minor, morphologie de la glène et classification de Hamada et Fukuda. Seuil de significativité $p= 0,05$.

B. Intervention chirurgicale

Il n'a pas été retrouvé de différence significative entre les 2 groupes quant à la réinsertion du sous-scapulaire pendant l'intervention ($p=0,685$).

C. Score SSV

Le SSV moyen était de 68,75% ($\sigma = 16,4\%$, 50-90%) dans le groupe 1 et de 79% ($\sigma=19\%$, 20-100%) dans le groupe 2. Cette différence n'était pas significative ($p=0,094$) (tableau 6).

D. Score de Constant

Au dernier follow-up, le score de Constant total moyen était de 50,2 points dans le groupe 1 et 59,7 points dans le groupe 2. Cette différence était significative ($p=0,037$) (figure 19).

L'ensemble résultats du score de Constant sont reportés dans le tableau 6.

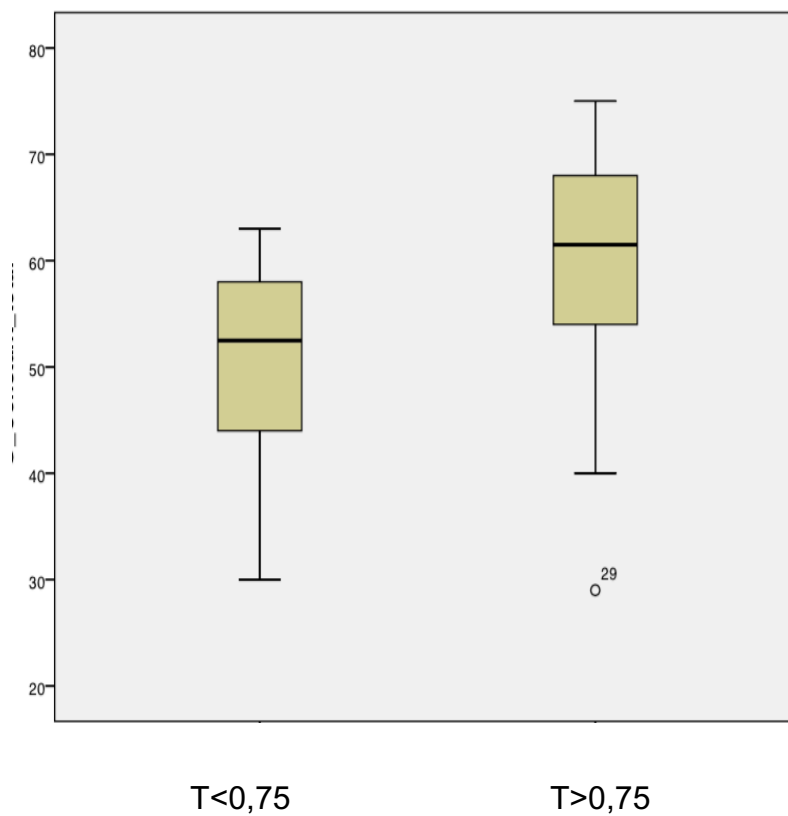


Figure 19 : Score de Constant total dans les 2 groupes.

E. Degré de satisfaction

Le taux de satisfaction dans la série était plus important dans le groupe 2 que dans le groupe 1 avec respectivement 83,3% et 62,5% de patient satisfaits dans chaque groupe ($p=0,327$) (tableau 6).

| Résultats cliniques | Groupe 1 (n= 8) | Groupe 2 (n=24) | p value |
|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------|
| Score de Constant pondéré (%) | 73,6, $\sigma = 18,2$ (43-98) | 85,2, $\sigma = 15,5$ (41-114) | 0,135 |
| Score de Constant (pts) | 50,2, $\sigma = 10,8$ (30-63) | 59,7, $\sigma = 11,35$ (29-75) | 0,037 |
| -Activités | 7,9, $\sigma = 1,5$ (6-10) | 8,5, $\sigma = 2$ (2-10) | 0,293 |
| -Douleur | 12,5, $\sigma = 3,4$ (7-15) | 13,2, $\sigma = 2,9$ (5-15) | 0,654 |
| -Mobilités | 19,7, $\sigma = 4,5$ (12-26) | 23,4, $\sigma = 4,7$ (14-32) | 0,078 |
| -Utilisation bras | 5,7, $\sigma = 1,3$ (4-8) | 6,9, $\sigma = 1,8$ (4-10) | 0,147 |
| -Force | 4,4, $\sigma = 2,9$ (0-8) | 7,7, $\sigma = 2,4$ (2-12) | 0,005 |
| SSV (%) | 68,75, $\sigma = 16,4$ (50-90) | 79, $\sigma = 19$ (20-100) | 0,094 |
| Satisfaction (%) | 62,5 | 83,3 | 0,327 |

Tableau 6 : Résultats cliniques après arthroplastie d'épaule inversée en fonction de la trophicité du teres minor. Groupe 1 = $T < 0,75$ / Groupe 2 = $T > 0,75$.

Seuil de significativité $p = 0,05$.

F. Amplitudes articulaires

L'ensemble des amplitudes sont reportés dans le tableau 7.

La RE 1 moyenne était de 7° ($\sigma = 7^\circ$, $0-20^\circ$) dans le groupe 1 et de 31° ($\sigma = 15^\circ$, $0-50^\circ$) dans le groupe 2. Cette différence était significative ($p=0,002$). (figure 20)

La RE 2 était de 29° ($\sigma = 18^\circ$, $10-70^\circ$) dans le groupe 1 et de 60° ($\sigma = 18^\circ$, $20-90^\circ$). Cette différence était significative ($p=0,001$) (figure 20).

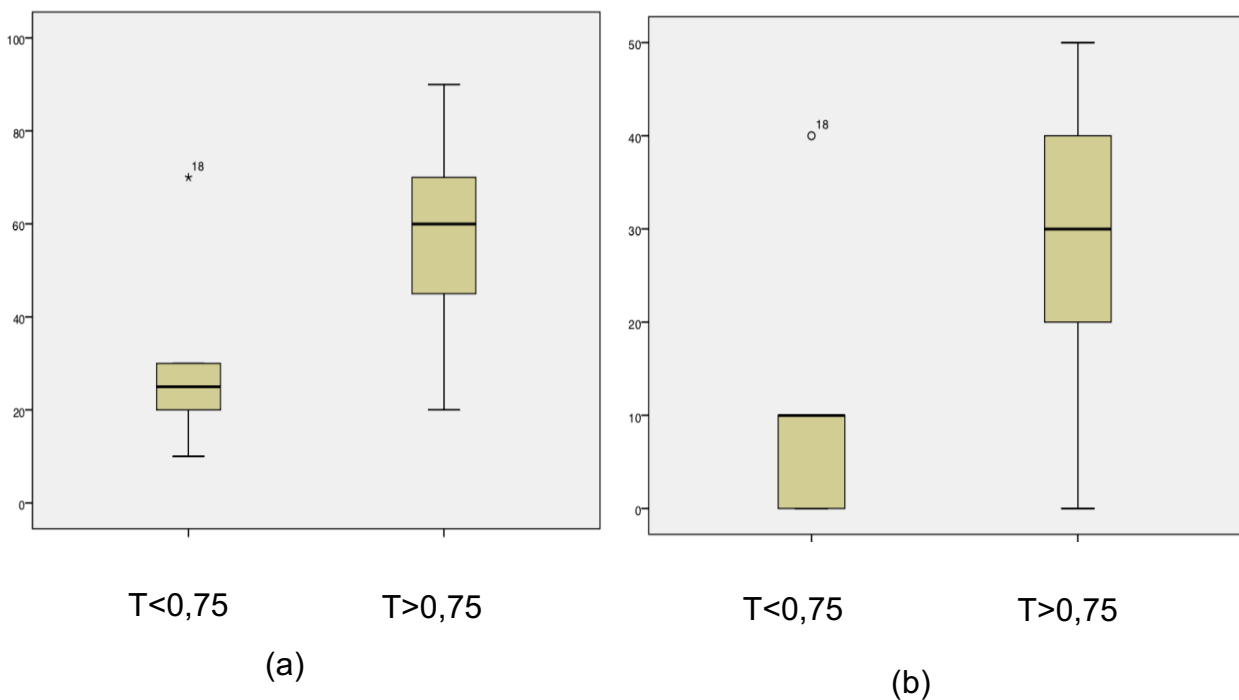


Figure 20 :

(a) Répartition de la rotation externe active RE1 dans les 2 groupes.

(b) Répartition de la rotation externe active RE2 dans les 2 groupes.

Le gain moyen de RE1 entre l'examen clinique préopératoire et au dernier recul était de 1,25° dans le groupe 1 et de 16,5° dans le groupe 2. Cette différence était significative (p=0,002). (figure 21)

Le groupe 1 avait une perte moyenne de RE2 de 6,3° et le groupe 2 avait un gain moyen de 21,7°. Cette différence était significative (p=0,001). (figure 22)

Aucune différence significative n'était retrouvée entre les 2 groupes concernant l'élévation antérieure, l'abduction et la rotation interne.

| Mobilités (degrés) | Groupe 1 (n=8) | Groupe 2 (n=24) | p value |
|-----------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------|
| Rotation externe 1 | 7,5, σ =7,1 (0-20) | 30,4, σ =14 (0-50) | 0,002 |
| Rotation externe 2 | 28,7, σ =18,1 (10-70) | 59,6, σ =18 (20-90) | 0,001 |
| Elevation antérieure | 123,8, σ =28 (80-150) | 135,4, σ =22 (80-160) | 0,273 |
| Abduction | 104, σ =23,9 (80-150) | 113,6, σ =24,5 (70-160) | 0,273 |
| Delta rotation externe 1 | 1,25 | 16,5 | 0,002 |
| Delta rotation externe 2 | -6,3 | 21,7 | 0,001 |
| Delta élévation antérieure | 54,4 | 57,4 | 0,273 |
| Delta abduction | 43,7 | 44 | 0,273 |

Tableau 7 : Résultats sur les amplitudes articulaires après arthroplastie d'épaule inversée en fonction de la trophicité du petit rond. Groupe 1 = T<0,75 / Groupe 2 = T>0,75. Seuil de significativité p= 0,05.

Figure 21: Gain de RE1 en fonction de l'indice de trophicité du teres minor (degrés)

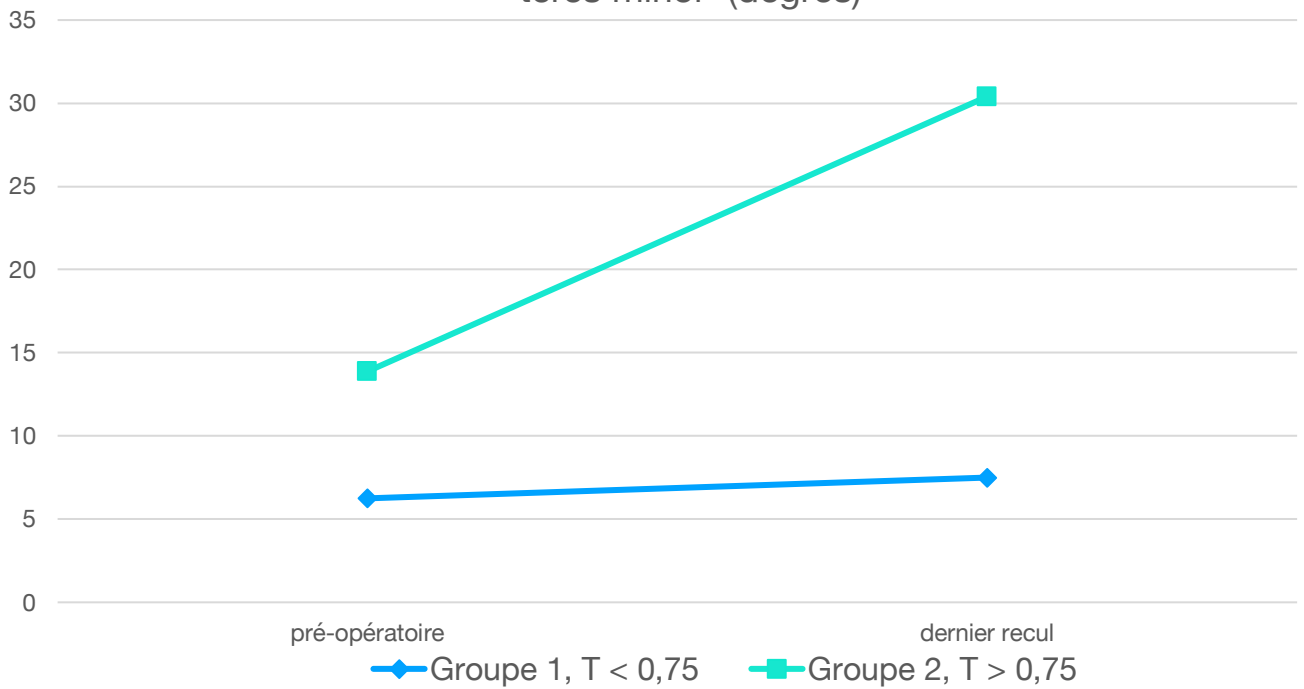
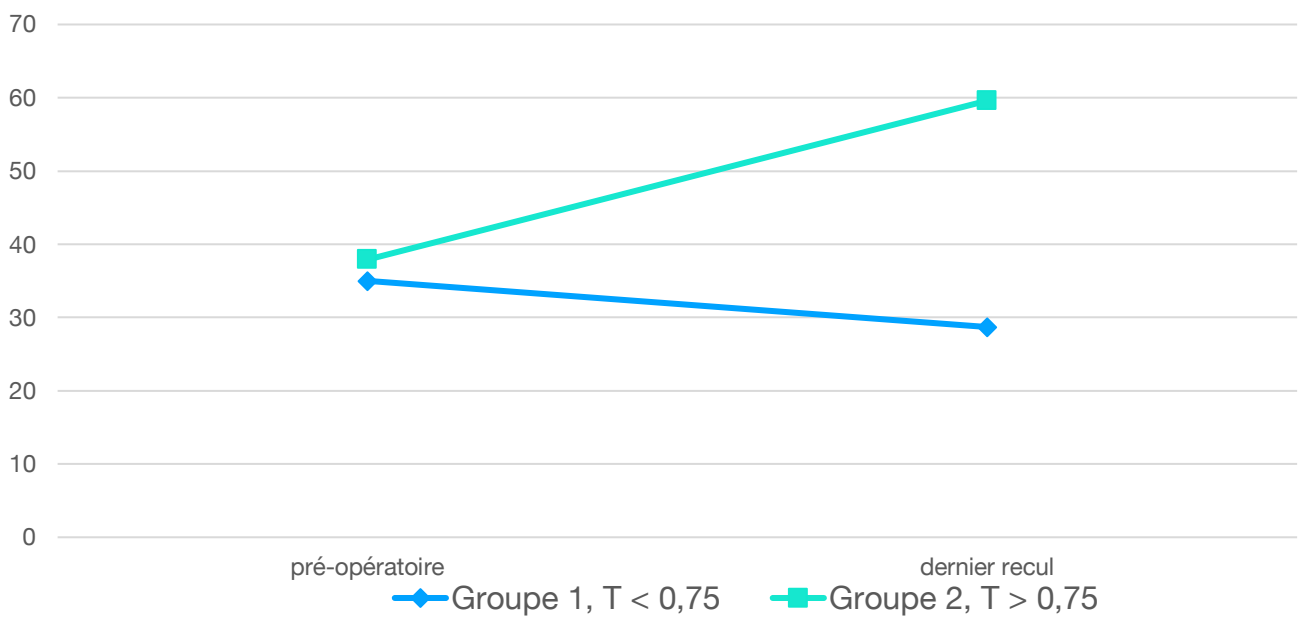


Figure 22: Gain de RE2 en fonction de l'indice de trophicité du teres minor (degrés).



G. Testing du muscle teres minor

Le signe du clairon était retrouvé positif dans 62,5% des épaules opérés dans le groupe 1 et 8,3% dans le groupe 2. Cette différence était significative ($p=0,005$).

Le lag sign était positif dans 62,5% des épaules opérés dans le groupe 1 et dans 4,2% dans le groupe 2. Cette différence était significative ($p=0,002$). (tableau 8)

| Testing teres minor | Groupe 1 (n=8) | Groupe 2 (n=24) | p value |
|---------------------|----------------|-----------------|---------|
| Lag sign | 62,5 % | 4,2 % | 0,002 |
| Signe du clairon | 62,5 % | 8,3 % | 0,005 |

Tableau 8 : Résultats cliniques après arthroplastie d'épaule inversée en fonction de la trophicité du muscle teres minor. Seuil de significativité $p= 0,05$.

V. DISCUSSION

1. Résultats fonctionnels

L'arthroplastie d'épaule inversée, grâce au muscle deltoïde, permet de restaurer l'abduction active et l'élévation antérieure active chez les patients présentant une omarthrose associée à une rupture massive de la coiffe des rotateurs quel que soit la trophicité du teres minor.

Nos résultats confirment ceux de Boileau et al (6) et de Sirveaux et al (8) qui retrouvent respectivement dans leurs séries une augmentation de l'élévation antérieure active passant de 55° à 121° et de 73° à 138° indépendamment du statut du teres minor.

Dans notre étude, un indice de trophicité inférieur à 0,75 était significativement associé à une absence de gain en RE 1 voire même à une diminution de la RE 2 après mise en place de la prothèse. Cette perte de la rotation externe et cette incapacité à positionner le bras dans l'espace était associée à un score de Constant total faible notamment dans le secteur des mobilités, de l'utilisation du bras et de la force.

Simovitch et al (10) ont étudié l'influence de l'infiltration graisseuse du teres minor sur les résultats fonctionnels de 42 prothèses d'épaule inversées avec un recul minimum de 2 ans. Les patients avec une infiltration graisseuse du teres minor de stade supérieur à 3 avaient un score de Constant pondéré de 61% versus 83% si le teres minor était normal (stade 1 et 2 de Goutallier). Une faible augmentation du score SSV (25% versus 44%) et du score de Constant (32% versus 41%) dans les domaines des activités des mobilités et du

positionnement du membre dans l'espace était également rapportée. Une perte moyenne de RE 1 de 7° était retrouvée si l'infiltration graisseuse était de stade supérieur à 3.

Boileau et al (53) retrouvent également dans leur série de 45 prothèses d'épaule inversées à 2 ans de recul minimum, une influence du statut du muscle teres minor sur les résultats fonctionnels : le score de Constant au dernier recul était de 66 points si le teres minor était normal ou hypertrophique et de seulement 46 points si le teres minor était rompu ou avait une infiltration graisseuse sévère. Ils retrouvaient aussi une absence de rotation et un signe du clairon positif si le teres minor était rompu ou avait une infiltration graisseuse sévère.

Une coiffe postérieure déficiente avec un indice de trophicité inférieur à 0,75 donne de mauvais résultats cliniques après arthroplastie d'épaule inversée. La perte du contrôle de la rotation externe du bras affecte grandement la fonction globale, le gain en élévation ne compensant pas cette perte : seul 62,5 % des patients avec une faible trophicité du teres minor étaient satisfaits après l'intervention, même si l'élévation antérieure était satisfaisante.

Il apparaît donc primordial de restaurer la rotation externe active pour obtenir des résultats postopératoires optimaux. La prothèse d'épaule inversée seule ne permet pas de restaurer cette rotation externe à moins d'y associer un transfert musculaire. Cette procédure combinée a donné a déjà démontré une amélioration clinique substantielle avec plus de 5 ans de recul (14, 53)

Dans notre étude, un lag sign en rotation externe supérieur à 40° et un signe du clairon étaient retrouvés positifs dans 62,5% des patients présentant un indice de trophicité inférieur à 0,75.

Un signe du clairon et un lag sign négatifs étaient retrouvés respectivement dans 91,7% et 95,8% des patients avec une trophicité du teres minor supérieure à 0,75 suggérant la bonne sensibilité de ces tests.

Walch et al (42) ont étudié la corrélation entre le « dropping sign » de Neer et le signe du clairon avec l'infiltration graisseuse de l'infraspinatus et du teres minor. Une infiltration graisseuse stade 3 ou 4 du teres minor était corrélée à un signe du clairon positif avec une sensibilité de 100 % et une spécificité de 93 %. Le « dropping sign » de Neer était sensible et spécifique à 100% pour une infiltration graisseuse stade 3 ou 4 de l'infraspinatus.

Afin de déterminer le test le plus approprié pour l'évaluation du muscle teres minor, Collin et al (44) ont comparé les résultats cliniques du test de Patte ainsi que le « drop sign » et « lag sign » d'Hertel avec des arthro-scanners chez des patients présentant une rupture massive de la coiffe des rotateurs.

Le « lag sign » en rotation externe supérieure à 40° a été retrouvé comme étant le test le plus fiable pour évaluer le teres minor (Sensibilité 100% - Spécificité 92%). Ce test présentait une spécificité supérieure au test de Patte et au « lag sign » en rotation externe supérieure à 10° mais n'était pas plus spécifique que le « drop sign » d'Hertel (tableau 2).

Chez les patients présentant une rupture ou une infiltration graisseuse supérieure ou égale à 3 du teres minor associée à une rupture de coiffe postéro-supérieure, seuls 33 % avaient une perte combinée d'élévation active et de rotation externe, tandis que chez les patients présentant un teres minor intact, 7 % avaient une perte combinée d'élévation active et de rotation externe.

2. Imagerie

Lors d'une étude anatomique préliminaire (20), il avait été retrouvé une marge de 10mm entre le pôle inférieur de la glène et les limites supérieures et inférieures du teres minor. La hauteur moyenne du teres minor en regard de la glène était de 26,4mm. Le pôle inférieur de la glène constitue donc un repère anatomique fiable pour repérer le muscle teres minor indépendamment du niveau d'ascension de la tête humérale.

Dans leur série, un indice de trophicité du teres minor inférieur à 0,75 en préopératoire était retrouvé de façon significative comme facteur prédictif de mauvais résultats à 1 an d'une ténotomie palliative de la longue portion du biceps brachial pour rupture irréparable de la coiffe des rotateurs.

- Sur le plan radiologique, on retrouvait une diminution de l'espace sous-acromial passant de 5,6mm $\sigma=1,6$ à 3,1mm $\sigma=1,3$ et une détérioration du stade de Hamada et Fukuda (1,5 $\sigma=0,7$ à 2,7 $\sigma=0,8$).

T2 et G étaient corrélés à l'âge et au sexe.

Il existait une corrélation significative entre cet indice de trophicité du teres minor et l'âge du patient.

Cet indice était indépendant du sexe et du côté dominant.

Cette méthode de mesure scannographique de la trophicité du muscle teres minor a montré une excellente reproductibilité intra et inter-observateurs.

Dans notre série, la largeur moyenne de la glène (G) était légèrement inférieure aux résultats de Szymanski et al (24,6mm) (20) et Bicknel et al (22,9 mm) (46). L'épaisseur moyenne du muscle teres minor (T2) de 17,3 mm était également inférieure aux mesures de Szymanski et al (20) qui retrouve 19,1mm.

Compte-tenu de l'existence d'une forte corrélation entre le sexe et les mesures T2 et G (20,46), cette différence peut s'expliquer par le nombre plus important de femmes dans notre série (81,1%) par rapport à la série de Szymanski (62,5%) et Bicknel (43%).

Cette méthode de classification quantitative nous est donc apparue comme un outil fiable et précis en cas d'omarthrose associée à une rupture rétractée de la coiffe.

Dans l'étude de Simovitch et al (10), l'infiltration graisseuse était mesurée à l'aide de la classification de Goutallier et al (16) par tomodensitométrie dans 6 cas et par IRM en séquences T1 écho de spin avec une adaptation de cette classification par Fuchs et al (17) dans 36 cas. Les mesures étaient effectuées sur des coupes obliques para-sagittales les plus latérales sur lesquelles l'épine de la scapula est encore en contact avec la scapula (coupe en Y) avec une bonne reproductibilité intra-observateur (17). Le choix de ces coupes était lié à la rétraction musculo-tendineuse que l'on observe fréquemment dans les ruptures massives de la coiffe des rotateurs. Par conséquent, un muscle normal peut être interprété comme étant complètement infiltré de graisse si de tels critères d'IRM sont utilisés sur ce

type de coupes. Goutallier et al (16) analysaient la qualité du muscle par la quantité d'infiltration graisseuse sur des coupes axiales prenant en compte l'ensemble du corps musculaire.

Il n'existe aucune preuve que les images IRM comparées aux tomodensitométries permettent une meilleure analyse des muscles dans les ruptures de coiffes postéro-supérieures (18). Bien que la classification de Goutallier puisse être utilisée pour décrire l'infiltration graisseuse, ni l'étude originale présentant cette classification ni les études suivantes l'ayant appliquée n'ont discuté de son utilisation spécifique pour le muscle teres minor (10, 47).

Pour l'analyser spécifiquement, Walch et al (18, 19) ont établi une classification descriptive et qualitative du muscle teres minor avec une bonne reproductibilité inter et intra-observateurs, basée sur une analyse morphologique de coupes axiales et sagittales de 1332 scanners et 240 IRM pour des ruptures de la coiffe des rotateurs.

Le muscle teres minor était retrouvé le plus souvent hypertrophique dans les ruptures antéro-supérieures de la coiffe des rotateurs et atrophique dans les ruptures de coiffes postéro-supérieures impliquant le supraspinatus et l'infraspinatus. Il était retrouvé absent dans les ruptures impliquant les tendons des muscles sous-scapulaires, supraspinatus et infraspinatus (18).

Melis et al (18) trouvaient dans leur série d'images scannographiques une relation inverse entre l'infraspinatus et le teres minor. Un infraspinatus atrophique était associé à une hypertrophie du teres minor. Ces résultats ont également été retrouvés par Kikukawa et al (57) sur des coupes sagittales d'IRM.

Cette classification présente selon nous des limites : le teres minor étant parfois difficile à différencier de l'infraspinatus, aucune coupe de référence n'est décrite dans l'article et les mesures peuvent être effectuées sur des coupes sagittales comme axiales. Cette méthode prenant en compte les corticales de la glène lors de la mesure du diamètre antéro-postérieur de la glène peut présenter des erreurs de mesure dues à la présence d'ostéophytes sur des articulations gléno-humérales arthrosiques.

La trophicité du teres minor analysée sur scanner était significativement corrélée à l'âge du patient contrairement à l'analyse sur IRM ($p=0,0009$ vs $p=0,1$).

L'analyse descriptive du teres minor selon Walch (18,19) offre cependant une méthode plus immédiate pour évaluer le statut du muscle et a déjà été utilisée pour l'évaluation de l'intérêt d'un transfert de grand dorsal associé à une arthroplastie d'épaule chez les patients présentant un teres minor atrophique ou absent. (14, 51)

3. Limites de l'étude

Cette étude présente plusieurs limites :

- Le faible effectif s'explique par le nombre important de dossiers incomplets. Nous retrouvons cependant des différences significatives entre les 2 groupes sur les résultats fonctionnels après arthroplastie d'épaule inversée.
- L'absence d'utilisation de score permettant de déterminer directement la capacité du patient à effectuer des tâches quotidiennes nécessitant la rotation externe comme le score ADLER décrit par Boileau (51,52). Cependant, les résultats concordants du score de Constant et de la valeur subjective de l'épaule (SSV) suggèrent fortement que l'évaluation de la perte de rotation externe est un facteur péjoratif sur la fonction globale de l'épaule.
- L'absence de score de Constant préopératoire ne nous a pas permis de conclure sur son évolution en fonction de la trophicité du teres minor.

VI. CONCLUSION

Un indice de trophicité du teres minor inférieur à 0,75 est un facteur prédictif de mauvais résultats cliniques lié à l'absence de rotation externe après arthroplastie d'épaule inversée. Cette méthode de mesure devrait être intégrée systématiquement dans l'évaluation du statut du muscle teres minor.

En cas d'indice de trophicité du teres minor est inférieur à 0,75 associé à une absence de rotation externe active, un signe du clairon ou un lag sign positif, un transfert tendineux de type latissimus dorsi devrait être proposé.

Bibliographie

1. Neer, C. S., K. C. Watson, et F. J. Stanton. « Recent Experience in Total Shoulder Replacement ». *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume* 64, n° 3 (mars 1982): 319-37.
2. Franklin, J. L., W. P. Barrett, S. E. Jackins, et F. A. Matsen. « Glenoid Loosening in Total Shoulder Arthroplasty. Association with Rotator Cuff Deficiency ». *The Journal of Arthroplasty* 3, n° 1 (1988): 39-46.
3. Williams, G. R., et C. A. Rockwood. « Hemiarthroplasty in Rotator Cuff-Deficient Shoulders ». *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 5, n° 5 (octobre 1996): 362-67.
4. Sanchez-Sotelo, J., R. H. Cofield, et C. M. Rowland. « Shoulder Hemiarthroplasty for Glenohumeral Arthritis Associated with Severe Rotator Cuff Deficiency ». *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume* 83-A, n° 12 (décembre 2001): 1814-22.
5. Grammont, Paul M., et Emmanuel Baulot. « The Classic: Delta Shoulder Prosthesis for Rotator Cuff Rupture. 1993 ». *Clinical Orthopaedics and Related Research* 469, n° 9 (septembre 2011): 2424. <https://doi.org/10.1007/s11999-011-1960-5>.
6. Boileau, Pascal, Duncan J. Watkinson, Armodios M. Hatzidakis, et Frederic Balg. « Grammont Reverse Prosthesis: Design, Rationale, and Biomechanics ». *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 14, n° 1 Suppl S (février 2005): 147S-161S. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2004.10.006>.
7. Guery, Jacques, Luc Favard, François Sirveaux, Didier Oudet, Daniel Mole, et Gilles Walch. « Reverse Total Shoulder Arthroplasty. Survivorship Analysis of Eighty Replacements Followed for Five to Ten Years ». *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume* 88, n° 8 (août 2006): 1742-47. <https://doi.org/10.2106/JBJS.E.00851>.
8. Sirveaux, F., L. Favard, D. Oudet, D. Huquet, G. Walch, et D. Molé. « Grammont Inverted Total Shoulder Arthroplasty in the Treatment of Glenohumeral Osteoarthritis with Massive Rupture of the Cuff. Results of a Multicentre Study of 80 Shoulders ». *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume* 86, n° 3 (avril 2004): 388-95.
9. Boulahia, Aziz, T. Bradley Edwards, Gilles Walch, et Richard V. Baratta. « Early Results of a Reverse Design Prosthesis in the Treatment of Arthritis of the Shoulder in Elderly Patients with a Large Rotator Cuff Tear ». *Orthopaedics* 25, n° 2 (février 2002): 129-33.
10. Simovitch, Ryan W., Naeder Helmy, Matthias A. Zumstein, et Christian Gerber. « Impact of Fatty Infiltration of the Teres Minor Muscle on the Outcome of Reverse Total Shoulder Arthroplasty ». *The*

Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume 89, n° 5 (mai 2007): 934-39.
<https://doi.org/10.2106/JBJS.F.01075>.

11. Favre, Philippe, Michael D. Loeb, Naeder Helmy, et Christian Gerber. « Latissimus Dorsi Transfer to Restore External Rotation with Reverse Shoulder Arthroplasty: A Biomechanical Study ». *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 17, n° 4 (août 2008): 650-58.
<https://doi.org/10.1016/j.jse.2007.12.010>.

12. Gerber, Christian, Stefan A. Rahm, Sabrina Catanzaro, Mazda Farshad, et Beat K. Moor. « Latissimus Dorsi Tendon Transfer for Treatment of Irreparable Posterosuperior Rotator Cuff Tears: Long-Term Results at a Minimum Follow-up of Ten Years ». *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume* 95, n° 21 (6 novembre 2013): 1920-26. <https://doi.org/10.2106/JBJS.M.00122>.

13. Gerber, Christian, Scott D. Pennington, Erich J. Lingenfelter, et Atul Sukthankar. « Reverse Delta-III Total Shoulder Replacement Combined with Latissimus Dorsi Transfer. A Preliminary Report ». *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume* 89, n° 5 (mai 2007): 940-47.
<https://doi.org/10.2106/JBJS.F.00955>.

14. Puskas, Gabor J., Sabrina Catanzaro, et Christian Gerber. « Clinical Outcome of Reverse Total Shoulder Arthroplasty Combined with Latissimus Dorsi Transfer for the Treatment of Chronic Combined Pseudoparesis of Elevation and External Rotation of the Shoulder ». *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 23, n° 1 (janvier 2014): 49-57. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2013.04.008>.

15. Werner, C. M. L., P. A. Steinmann, M. Gilbert, et C. Gerber. « Treatment of Painful Pseudoparesis Due to Irreparable Rotator Cuff Dysfunction with the Delta III Reverse-Ball-and-Socket Total Shoulder Prosthesis ». *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume* 87, n° 7 (juillet 2005): 1476-86. <https://doi.org/10.2106/JBJS.D.02342>.

16. Goutallier, D., J. M. Postel, J. Bernageau, L. Lavau, et M. C. Voisin. « Fatty Muscle Degeneration in Cuff Ruptures. Pre- and Postoperative Evaluation by CT Scan ». *Clinical Orthopaedics and Related Research*, n° 304 (juillet 1994): 78-83.

17. Fuchs, B., D. Weishaupt, M. Zanetti, J. Hodler, et C. Gerber. « Fatty Degeneration of the Muscles of the Rotator Cuff: Assessment by Computed Tomography versus Magnetic Resonance Imaging ». *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 8, n° 6 (décembre 1999): 599-605.

18. Melis, Barbara, Michael J. DeFranco, Alexandre Lädermann, Renaud Barthelemy, et Gilles Walch. « The Teres Minor Muscle in Rotator Cuff Tendon Tears ». *Skeletal Radiology* 40, n° 10 (octobre 2011): 1335-44. <https://doi.org/10.1007/s00256-011-1178-3>.

19. Walch, Gilles, T. Bradley Edwards, Aziz Boulahia, Laurent Nové-Josserand, Lionel Neyton, et Istvan Szabo. « Arthroscopic tenotomy of the long head of the biceps in the treatment of rotator cuff tears: Clinical and radiographic results of 307 cases ». *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 14, n° 3 (1 mai 2005): 238-46. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2004.07.008>.
20. Szymanski, C., O. Boniface, X. Demondion, J.-Y. Deladerrière, T. Vervoort, A. Cotten, et C. Maynou. « Anatomic and CT Scan Assessment of Teres Minor: A New Index of Trophicity ». *Orthopaedics & Traumatology, Surgery & Research: OTSR* 99, n° 4 (juin 2013): 449-53. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2012.10.019>.
21. Walch G, Nové-Josserand. « The teres minor muscle: the forgotten muscle of the rotator cuff. », s. d.
22. Neer CS: Anatomy of shoulder reconstruction, in Neer CS, ed: Shoulder Reconstruction. Philadelphia, PA, WB Saunders, 1990, pp 41–142., s. d.
23. Curtis, Alan S., Kelton M. Burbank, John J. Tierney, Arnold D. Scheller, et Andrew R. Curran. « The Insertional Footprint of the Rotator Cuff: An Anatomic Study ». *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 22, n° 6 (juin 2006): 603-609.e1. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2006.04.001>.
24. Ball, Craig M., Thomas Steger, Leesa M. Galatz, et Ken Yamaguchi. « The Posterior Branch of the Axillary Nerve: An Anatomic Study ». *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume* 85-A, n° 8 (août 2003): 1497-1501.
25. McClelland, Damian, et Anastasios Paxinos. « The Anatomy of the Quadrilateral Space with Reference to Quadrilateral Space Syndrome ». *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 17, n° 1 (février 2008): 162-64. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2007.05.013>.
26. Chafik, Dara, Leesa M. Galatz, Jay D. Keener, H. Mike Kim, et Ken Yamaguchi. « Teres Minor Muscle and Related Anatomy ». *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 22, n° 1 (janvier 2013): 108-14. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2011.12.005>.
27. Warner, J. J., M. K. Bowen, X. Deng, P. A. Torzilli, et R. F. Warren. « Effect of Joint Compression on Inferior Stability of the Glenohumeral Joint ». *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 8, n° 1 (février 1999): 31-36.
28. Lee, S. B., K. J. Kim, S. W. O'Driscoll, B. F. Morrey, et K. N. An. « Dynamic Glenohumeral Stability Provided by the Rotator Cuff Muscles in the Mid-Range and End-Range of Motion. A Study in Cadavera ». *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume* 82, n° 6 (juin 2000): 849-57.
29. Lippitt, S. B., J. E. Vanderhooft, S. L. Harris, J. A. Sidles, D. T. Harryman, et F. A. Matsen. « Glenohumeral Stability from Concavity-Compression: A Quantitative Analysis ». *Journal of*

- Shoulder and Elbow Surgery* 2, n° 1 (janvier 1993): 27-35. [https://doi.org/10.1016/S1058-2746\(09\)80134-1](https://doi.org/10.1016/S1058-2746(09)80134-1).
30. Kuhlman, J. R., J. P. Iannotti, M. J. Kelly, F. X. Riegler, M. L. Gevaert, et T. M. Ergin. « Isokinetic and Isometric Measurement of Strength of External Rotation and Abduction of the Shoulder ». *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume* 74, n° 9 (octobre 1992): 1320-33.
31. Gerber, Christian, Stephan Blumenthal, Armin Curt, et Clément M. L. Werner. « Effect of Selective Experimental Suprascapular Nerve Block on Abduction and External Rotation Strength of the Shoulder ». *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 16, n° 6 (décembre 2007): 815-20. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2007.02.120>.
32. Hamada, K., H. Fukuda, M. Mikasa, et Y. Kobayashi. « Roentgenographic Findings in Massive Rotator Cuff Tears. A Long-Term Observation ». *Clinical Orthopaedics and Related Research*, n° 254 (mai 1990): 92-96.
33. Larsen, Arvi, Knut Dale, et Morten Eek. « Radiographic Evaluation of Rheumatoid Arthritis and Related Conditions by Standard Reference Films ». *Acta Radiologica. Diagnosis* 18, n° 4 (juillet 1977): 481-91. <https://doi.org/10.1177/028418517701800415>.
34. Favard L, Lautman S, Clement P. Osteoarthritis with massive cuff-tear: the limitation of its current definitions. In: Walch G, Boileau P, editors. *Shoulder arthroplasty*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 1999 -. 1999.
35. Bercik, Michael J., Kevin Kruse, Matthew Yalozis, Marc-Olivier Gauci, Jean Chaoui, et Gilles Walch. « A Modification to the Walch Classification of the Glenoid in Primary Glenohumeral Osteoarthritis Using Three-Dimensional Imaging ». *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 25, n° 10 (octobre 2016): 1601-6. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2016.03.010>.
36. Paul, R., N. Knowles, J. Chaoui, M.-O. Gauci, L. Ferreira, G. Walch, et G. S. Athwal. « Characterization of the Dysplastic Walch Type C Glenoid ». *The Bone & Joint Journal* 100-B, n° 8 (2018): 1074-79. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.100B8.BJJ-2018-0116.R1>.
37. Walch, G., R. Badet, A. Boulahia, et A. Khoury. « Morphologic Study of the Glenoid in Primary Glenohumeral Osteoarthritis ». *The Journal of Arthroplasty* 14, n° 6 (septembre 1999): 756-60.
38. Gilbert, Michael K., et Christian Gerber. « Comparison of the Subjective Shoulder Value and the Constant Score ». *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 16, n° 6 (novembre 2007): 717-21. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2007.02.123>.
39. « Constant CR. Age related recovery of shoulder function after injury [Thesis]. Cork, Ireland: University College; 1986. », s. d.

40. Constant, C. R., et A. H. Murley. « A Clinical Method of Functional Assessment of the Shoulder ». *Clinical Orthopaedics and Related Research*, n° 214 (janvier 1987): 160-64.
41. Patte, D., D. Goutallier, H. Monpierre, et J. Debeyre. « [Over-extension lesions] ». *Revue De Chirurgie Orthopedique Et Reparatrice De L'appareil Moteur* 74, n° 4 (1988): 314-18.
42. Walch, G., A. Boulahia, S. Calderone, et A. H. Robinson. « The “dropping” and “Hornblower’s” Signs in Evaluation of Rotator-Cuff Tears ». *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume* 80, n° 4 (juillet 1998): 624-28.
43. Hertel, R., F. T. Ballmer, S. M. Lombert, et C. Gerber. « Lag Signs in the Diagnosis of Rotator Cuff Rupture ». *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 5, n° 4 (août 1996): 307-13.
44. Collin, Philippe, Thomas Treseder, Patrick J. Denard, Lionel Neyton, Gilles Walch, et Alexandre Lädemann. « What Is the Best Clinical Test for Assessment of the Teres Minor in Massive Rotator Cuff Tears? » *Clinical Orthopaedics and Related Research* 473, n° 9 (septembre 2015): 2959-66. <https://doi.org/10.1007/s11999-015-4392-9>.
45. Edwards, T. Bradley, Aziz Boulahia, Jean-Francois Kempf, Pascal Boileau, Chantal Nemoz, et Gilles Walch. « The Influence of Rotator Cuff Disease on the Results of Shoulder Arthroplasty for Primary Osteoarthritis: Results of a Multicenter Study ». *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume* 84-A, n° 12 (décembre 2002): 2240-48.
46. Bicknell, Ryan T., Stuart D. Patterson, Graham J.W. King, David G. Chess, et James A. Johnson. « Glenoid Vault Endosteal Dimensions: An Anthropometric Study with Special Interest in Implant Design ». *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 16, n° 3 (mai 2007): S96-101. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2006.03.008>.
47. Costouros, John G., Norman Espinosa, Marius R. Schmid, et Christian Gerber. « Teres minor integrity predicts outcome of latissimus dorsi tendon transfer for irreparable rotator cuff tears ». *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 16, n° 6 (1 novembre 2007): 727-34. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2007.02.128>.
48. Boileau, Pascal, François Baqué, Laure Valerio, Philip Ahrens, Christopher Chuinard, et Christophe Trojani. « Isolated Arthroscopic Biceps Tenotomy or Tenodesis Improves Symptoms in Patients with Massive Irreparable Rotator Cuff Tears ». *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume* 89, n° 4 (avril 2007): 747-57. <https://doi.org/10.2106/JBJS.E.01097>.
49. Blaimont, P., et A. Taheri. « [Contribution to the biomechanics of the shoulder] ». *Acta Orthopaedica Belgica* 61 Suppl 1 (1995): 43-47.

50. Berton, Alessandra, Lawrence V. Gulotta, Stefano Petrillo, Pino Florio, Umile Giuseppe Longo, Vincenzo Denaro, et Andreas Kontaxis. « The Effect of Humeral Version on Teres Minor Muscle Moment Arm, Length, and Impingement in Reverse Shoulder Arthroplasty during Activities of Daily Living ». *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 24, n° 4 (avril 2015): 578-86. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2014.08.019>.
51. Boileau, Pascal, Christopher Chuinard, Yannick Roussanne, Lionel Neyton, et Christophe Trojani. « Modified Latissimus Dorsi and Teres Major Transfer through a Single Delto-Pectoral Approach for External Rotation Deficit of the Shoulder: As an Isolated Procedure or with a Reverse Arthroplasty ». *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 16, n° 6 (décembre 2007): 671-82. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2007.02.127>.
52. Boileau, Pascal, Mohammed Baba, Walter B. McClelland, Charles-Édouard Thélu, Christophe Trojani, et Nicolas Bronsard. « Isolated Loss of Active External Rotation: A Distinct Entity and Results of L'Episcopo Tendon Transfer ». *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 27, n° 3 (mars 2018): 499-509. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2017.07.008>.
53. Boileau, Pascal, Adam P. Rumian, et Matthias A. Zumstein. « Reversed Shoulder Arthroplasty with Modified L'Episcopo for Combined Loss of Active Elevation and External Rotation ». *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 19, n° 2 Suppl (mars 2010): 20-30. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2009.12.011>.
54. Grammont PM, Trouilloud P, Laffay JP, Deries X. Etude et realisation d'une nouvelle prothese d'épaule. *Rhumatologie* 1987;39: 17-22.
55. Gerber, C., T. S. Vinh, R. Hertel, et C. W. Hess. « Latissimus Dorsi Transfer for the Treatment of Massive Tears of the Rotator Cuff. A Preliminary Report ». *Clinical Orthopaedics and Related Research*, n° 232 (juillet 1988): 51-61.
56. Boughebri, O., A. Kilinc, et P. Valenti. « Reverse Shoulder Arthroplasty Combined with a Latissimus Dorsi and Teres Major Transfer for a Deficit of Both Active Elevation and External Rotation. Results of 15 Cases with a Minimum of 2-Year Follow-Up ». *Orthopaedics & Traumatology, Surgery & Research: OTSR* 99, n° 2 (avril 2013): 131-37. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2012.11.014>.
57. Kikukawa, Kenshi, Junji Ide, Ken Kikuchi, Makoto Morita, Hiroshi Mizuta, et Hiroomi Ogata. « Hypertrophic Changes of the Teres Minor Muscle in Rotator Cuff Tears: Quantitative Evaluation by Magnetic Resonance Imaging ». *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 23, n° 12 (décembre 2014): 1800-1805. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2014.03.014>.

ANNEXE



Score de Constant

D'après Constant CR, Murley AHG. *A clinical method of functional assessment of the shoulder.* Clin Orthop Relat Res 1987;(214):160-4. Traduction de M. Dougados, avec son aimable autorisation.

► Fiche de recueil des résultats

| | | | | | |
|---|---|--|--|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Nom : | | Date : | | | |
| Prénom : | | Médecin traitant : | | | |
| Date de naissance : | | Médecin prescripteur : | | | |
| Date | | | Début | Milieu | Fin |
| Douleur (total sur 15 points) | A. Échelle verbale 0 = intolérable 5 = moyenne 10 = modérée 15 = aucune | | | | |
| | B. Échelle algométrique Soustraire le chiffre obtenu du nombre 15 0 _____ 15 Absence de douleur _____ douleur sévère | | | | |
| | Total | A + B / 2 (15) | | | |
| Niveau d'activités quotidiennes (total sur 10 points) | Activités professionnelles/ occupationnelles | travail impossible ou non repris gêne importante gêne moyenne gêne modérée aucune gêne | 0 point 1 point 2 points 3 points 4 points | | |
| | Activités de loisirs | impossible gêne importante gêne moyenne | 0 point ; 1 point ; 2 points | gêne modérée aucune gêne | 3 points 4 points |
| | Gêne dans le sommeil exemple : aux changements de position | douleurs insomniantes gêne modérée aucune gêne | 0 point 1 point 2 points | | |
| Niveau de travail avec la main (total sur 10 points) | À quelle hauteur le patient peut-il utiliser sa main sans douleur et avec une force suffisante ? | taille xiphoidé | 2 points ; 4 points ; | cou tête au dessus de la tête | 6 points 8 points 10 points |
| Mobilité (total sur 40 points) | Antépulsion (total / 10) | 0°-30° | 0 point | 91°-120° | 6 points |
| | | 31°-60° | 2 points | 121°-150° | 8 points |
| | | 61°-90° | 4 points | >150° | 10 points |
| | Abduction (total / 10) | 0°-30° | 0 point | 91°-120° | 6 points |
| | | 31°-60° | 2 points | 121°-150° | 8 points |
| 61°-90° | | 4 points | < 150° | 10 points | |
| Rotation latérale (total / 10) | main derrière la tête, coude en avant | | | | 2 points |
| | main derrière la tête, coude en arrière | | | | 4 points |
| | main sur la tête, coude en avant | | | | 6 points |
| | main sur la tête, coude en arrière | | | | 8 points |
| | élévation complète depuis le sommet de la tête | | | | 10 points |
| Rotation médiale (total / 10) | dos de la main niveau fesse | | | | 2 points |
| | dos de la main niveau sacrum | | | | 4 points |
| | dos de la main niveau L3 | | | | 6 points |
| | dos de la main niveau T12 | | | | 8 points |
| | dos de la main niveau T7-T8 | | | | 10 points |
| Force musculaire (total sur 25 points) | Abduction isométrique (élévation antéro-latérale de 90° dans le plan de l'omoplate) | si 90° n'est pas atteint en actif si maintien de 5 s, par 500g | | 0 point 1 point | |
| Total (total sur 100 points) | Valeur absolue (en points/100) | | | | |
| | Valeur pondérée (%) | | | | |

Tableau 1 : Valeur fonctionnelle normale de l'épaule selon l'indice de Constant en fonction de l'âge et du sexe.

| Âge | Hommes | | | Femmes | | |
|--------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|
| | Droit | Gauche | Moyenne | Droit | Gauche | Moyenne |
| 21/30 | 97 | 99 | 98 | 98 | 96 | 97 |
| 31/40 | 97 | 90 | 93 | 90 | 91 | 90 |
| 41/50 | 86 | 96 | 92 | 85 | 78 | 80 |
| 51/60 | 94 | 87 | 90 | 75 | 71 | 73 |
| 61/70 | 83 | 83 | 83 | 70 | 61 | 70 |
| 71/80 | 76 | 73 | 75 | 71 | 64 | 69 |
| 81/90 | 70 | 61 | 66 | 65 | 64 | 64 |
| 91/100 | 60 | 54 | 56 | 58 | 50 | 52 |

► Mode de calcul et de présentation des résultats

• Douleur

Pour le domaine de la douleur, une double appréciation est nécessaire. On demande au patient d'indiquer l'intensité de sa douleur selon une échelle verbale. En l'absence de douleur, la note de 15 lui est attribuée. Autrement, la note sera de 10, 5 ou 0 selon que la douleur est modérée, moyenne ou intolérable. Puis, on utilise une échelle visuelle analogique mesurant 15 cm. Celle-ci sera complétée par le patient après que l'examineur lui ait expliqué de couper d'un trait à l'endroit qui correspond à l'intensité de sa douleur. Précisons l'existence de part et d'autre de cette échelle des chiffres 0 et 15, où 0 signifie l'absence de douleur et 15 une douleur extrême. Le score douloureux définitif sera obtenu en soustrayant le chiffre obtenu du nombre 15 sur l'EVA, pour retomber sur la même échelle de cotation que l'échelle verbale. Puis, les 2 chiffres seront additionnés et leur somme divisée par 2. On obtient ainsi une moyenne des deux appréciations correspondant au score douloureux définitif.

Dans la référence princeps, le score douloureux est effectué sur « le degré de douleur le plus sévère survenant au cours des activités de la vie courante, telles que le travail, la détente, le repos ou la douleur survenant la nuit ».

• Activités

Pour les domaines concernant l'activité, le médecin note l'information recueillie à l'interrogatoire du patient.

• Mobilité :

En ce qui concerne le domaine « mobilité », les amplitudes à considérer sont celles qui sont possibles, activement et sans douleur, le patient étant assis sur une chaise sans accoudoir. L'épaule n'étant pas bloquée, on comprend que l'abduction puisse dépasser 90°.

En ce qui concerne le domaine de la force musculaire, son évaluation nécessite d'avoir recours à du matériel dynamomètre dont la sensibilité est d'au moins 500 g fixé au poignet par une bande. Le patient est assis, le bras tendu dans le plan de l'omoplate, c'est-à-dire à 30° d'antéflexion. Le patient doit résister à la poussée vers le bas exprimée par l'examineur, pendant 5 secondes. Le test est répété 5 fois.

• Autres domaines :

Pour chacun des autres domaines, on attribue les scores dispensés à chacun des items. Le score total est sur 100 points.

• Pour la présentation des résultats, 3 possibilités :

- ▶ soit présenter séparément chacun des 5 domaines
- ▶ soit présenter la somme en valeur absolue
- ▶ soit présenter la somme en valeur relative par rapport à la normale pour l'âge et le sexe.

Cette dernière technique a l'avantage de pouvoir quantifier au mieux les anomalies (différence d'un individu par rapport à la valeur normale d'un groupe de même âge et de même sexe), et ensuite de proposer une moyenne de ces valeurs dans une étude de groupe de patients hétérogènes (hommes et femmes, jeunes et vieux). Par exemple, si la valeur absolue obtenue chez un homme de 35 ans est de 40 points, alors que la norme pour les hommes de cette tranche d'âge est de 97, alors la valeur « normalisée » sera de -57 points (*tableau 3-1*). En 2008, les auteurs privilégient la valeur « pondérée » qui est le rapport entre la valeur mesurée et la valeur normale, soit une valeur pondérée de 43 % ($40/97 = 0,43$) dans l'exemple ci-dessus.

En ce qui concerne la capacité physiologique dépendant du sexe et de l'âge, il a été proposé des normes à partir des valeurs observées chez des centaines de volontaires, hommes et femmes de tous âges (étude des amplitudes articulaires actives et de la force musculaire en abduction dans le plan de l'omoplate) (*tableau 1*).

AUTEUR : Paclot Julien

Date de Soutenance : 24 Juin 2019

Titre de la Thèse : Influence de l'indice de trophicité du muscle teres minor sur les résultats fonctionnels de la prothèse d'épaule inversée.

Thèse - Médecine - Lille 2019

Cadre de classement : *Chirurgie orthopédique*

Mots-clés : prothèse inversée, épaule, teres minor, trophicité, scanner

Introduction :

Le muscle teres minor participe au maintien d'une rotation externe active après arthroplastie d'épaule inversée. L'indice de trophicité du teres minor (T) évaluée par scanner est un facteur prédictif de mauvais résultats radiologiques dans le cadre des ruptures irréparables de la coiffe des rotateurs. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'influence de T sur les résultats fonctionnels de la prothèse d'épaule inversée dans le cadre de ruptures massives de la coiffe des rotateurs.

L'hypothèse principale était qu'un T inférieur à 0,75 était prédictif de mauvais résultats fonctionnels après une arthroplastie d'épaule inversée.

Matériels et méthodes :

Cette étude monocentrique rétrospective concernait 32 épaules chez 26 patients (moyenne d'âge 71 ans) présentant une omarthrose sur rupture massive de la coiffe des rotateurs opérées par prothèse d'épaule inversée dans le service d'orthopédie A du CHRU de Lille avec un suivi moyen de 36 mois (1 an minimum). T était mesuré en préopératoire sur coupes axiales de scanner par calcul du rapport entre la largeur du teres minor sur la largeur endocorticale maximale de la glène. L'examen clinique au dernier recul comportait l'évaluation du score de Constant, des amplitudes articulaires et le score Subjective Shoulder Value (SSV).

Résultats :

Huit épaules avaient un indice de trophicité inférieur à 0,75 (groupe 1) et 24 épaules avaient un indice supérieur à 0,75. Dans le groupe 1, le score de Constant total était significativement inférieur par rapport à celui du groupe 2 (50,2 points versus 59,7 points, $p < 0,05$). Le groupe 1 avait un gain de rotation externe coude au corps par rapport au préopératoire de 1° , pour un gain de $16,5^\circ$ dans le groupe 2 ($p = 0,002$). Le groupe 1 avait une perte de rotation externe à 90° d'abduction de $6,3^\circ$ comparé au préopératoire contre un gain de $21,7^\circ$ dans le groupe 2 ($p = 0,001$). Le score SSV au dernier recul était de 68,7% dans le groupe 1 et de 79% dans le groupe 2 ($p = 0,094$).

Conclusion :

Un indice de trophicité du teres minor inférieur à 0,75 est un facteur prédictif de mauvais résultats cliniques lié à l'absence de rotation externe après arthroplastie d'épaule inversée.

Composition du Jury :

Président :

Monsieur le Professeur Maynou

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Chantelot

Monsieur le Professeur Demondion

Monsieur le Docteur Szymanski

Monsieur le Docteur Amouyel

