

LISTE DES ABREVIATIONS

DCO : Département de Chirurgie Osseuse

LAC : Ligament acromio-coracoïdien

CSA : Critical Shoulder Angle

ICC : Coefficient de corrélation intra-classe

IC 95% : Intervalle de confiance à 95%

IRM : Imagerie par résonance magnétique

TDM : Tomodensitométrie

PLAN

INTRODUCTION

MATERIEL ET METHODES

RESULTATS

DISCUSSION

CONCLUSION

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

LISTES DES FIGURES

LISTES TABLEAUX

TABLE DES MATIERES

ANNEXES

INTRODUCTION

La tendinopathie de la coiffe des rotateurs est une pathologie fréquente en chirurgie orthopédique [1].

Les facteurs favorisants les plus classiquement admis dans la littérature sont la manutention de charges lourdes et les postures prolongées des bras au-dessus de l'horizontale, que se soit dans un contexte professionnel ou sportif [2,3].

Les lésions tendineuses, qu'elles soient symptomatiques ou non, ont une fréquence qui augmente indiscutablement avec l'âge. Lorsqu'elles sont symptomatiques, l'âge moyen de début des symptômes se situe autour de 52 ans chez les hommes. Les hommes sont plus touchés que les femmes (55 % versus 45 %) et il n'y a pas de nette prédominance des lésions du côté du membre dominant [1].

Le concept de tendinopathie de la coiffe des rotateurs a été affiné dans les suites des travaux de Neer [3].

Son traitement initialement médical dans les cas les plus bénins, peut évoluer vers un traitement chirurgical dans les cas de tendinite rebelle et/ou de rupture d'un ou plusieurs tendons, allant de la simple acromioplastie à la réparation par suture d'un ou plusieurs tendons.

L'étiologie de ces lésions de la coiffe est source de controverses et fait l'objet de débats sur les causes de la tendinopathie. Plusieurs théories s'affrontent :

- La théorie extrinsèque qui implique la voûte acromio-coracoïdienne, responsable d'un conflit mécanique de par sa morphologie [4].
- La seconde théorie, dite intrinsèque [5], va contre ce principe, avec une dégénérescence tendineuse liée à l'âge sans rapport avec la morphologie de la voûte acromio-coracoïdienne.

Il est probable que les 2 théories coexistent et s'additionnent même, pour expliquer les lésions de la coiffe. Si nous disposons de peu de moyens d'actions sur la dégénérescence liée à l'âge, nous pouvons par contre modifier la morphologie de la voûte acromio-coracoïdienne.

Une étude récente [6] a montré le rôle de l'acromion latéral sur la radiographie de face et sa corrélation selon sa morphologie avec la survenue d'une rupture de coiffe.

Mais peu d'études ont étudié la corrélation existant entre la morphologie globale de la voûte dans le plan sagittal et la survenue de lésions de la coiffe. Peu de marqueurs prédictifs existent dans le plan sagittal en dehors de la classification de Bigliani et celle de Park [7,8] qui décrivent uniquement la forme de l'acromion. Or, la voûte acromio-coracoïdienne est composée d'un ensemble anatomique beaucoup plus complexe.

Notre hypothèse est la suivante : la pathologie de la coiffe des rotateurs est forcément corrélée à la forme de la voûte acromio-coracoïdienne dans son ensemble, et à son volume, ce que ne prennent pas en compte les classifications de Bigliani et Park, basées seulement sur la forme acromiale.

Tous les patients opérés d'une tendinopathie de la coiffe des rotateurs ont au cours de leur bilan préopératoire des radiographies standard comprenant une face en rotation neutre, en rotation externe et en rotation interne ainsi qu'un profil de Lamy autrement appelé profil de coiffe ou profil de Neer [9].

L'étude de l'acromion sagittal sur la radio est supérieure à l'imagerie en coupe pour l'analyse de sa courbure [10].

Nous avons donc cherché à déterminer sur le profil de Lamy des marqueurs radiographiques prédictifs autres que ceux de Bigliani et Park de survenue d'une tendinopathie et d'une rupture tendineuse.

Si une ou plusieurs mesures sont prédictives d'une tendinopathie, nous rechercherons une corrélation avec le stade de gravité de l'atteinte tendineuse identifié par arthroscopie, ceci afin d'affiner les classifications de Bigliani et Park.

MATERIEL ET METHODES

Il s'agit d'une étude menée au sein du CHU d'Angers dans le Département de Chirurgie Osseuse (DCO).

Elle a été menée en 2 parties, anatomique et radiographique.

I Etude anatomique

La voûte acromio-coracoïdienne est une structure osseuse aux débords antérieur et latéral constituée par :

- Une composante osseuse : l'acromion en haut et en arrière et le processus coracoïde en bas et en avant, de formes différentes et appartenant tous deux au même os : la scapula.
- Une composante ligamentaire : le ligament acromio-coracoïdien (LAC), tendu entre ces 2 structures.

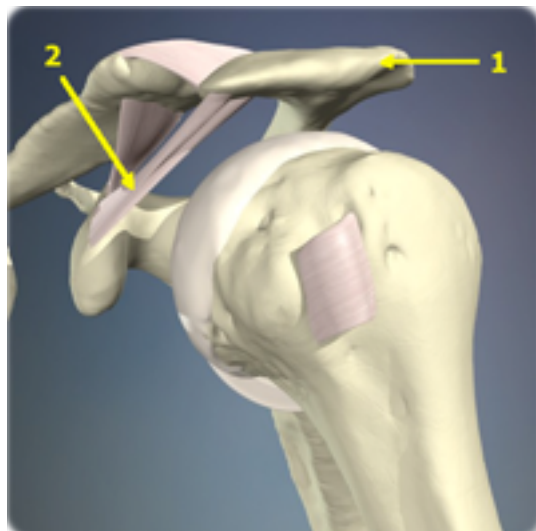


Figure 1 : Voûte acromio-coracoïdienne

- 1 : Acromion
- 2 : LAC

Le ligament acromio-coracoïdien est tendu entre 2 parties osseuses d'un même os, ce qui est exceptionnel.

Chez l'homme il existe un contact non pathologique obligatoire entre la tête humérale et la voûte acromio-coracoïdienne lors des mouvements de flexion.

La scapula humaine a pour particularité une petite fosse supra-épineuse [11], un petit espace sous acromial, un acromion large et une voûte acromio-claviculaire étroite [12].

Le LAC est tendu entre la face inférieure de l'acromion et le processus coracoïde.

Il part de la face inférieure de l'acromion et s'oriente vers son insertion coracoïdienne, assez large, au sommet du genou du processus coracoïde.

Son insertion inférieure sur l'acromion est constante et son insertion est plus coracoïdienne qu'acromiale car plus large sur le coracoïde que sur l'acromion, lui donnant une forme trapézoïdale caractéristique.

Il s'agit d'une structure lamellaire, qui est une continuité du périoste acromial. Son épaisseur varie de 2 à 5,6 mm.

On retrouve souvent une interposition graisseuse en son corps.

Il ferme l'arche acromio-coracoïdienne mais n'a aucun rôle mécanique [13].

L'orientation des fibres est multidirectionnelle, probablement pour répondre à des forces et contraintes multidirectionnelles et non pas simplement en distraction et compression [14].

Nous avons disséqué ce ligament sur 10 épaules au laboratoire d'anatomie de la faculté de médecine d'Angers,

L'objectif de ces dissections était d'analyser très précisément l'anatomie du LAC, dans son trajet et de montrer que ses points d'insertion acromial et coracoïdien sont invariables quel que soit le patient, afin de les utiliser comme repères sur les radios standard pour réaliser les mesures omométriques.

Nous avons radiographié les pièces anatomiques à l'aide d'un amplificateur de brillance, pour repérer le trajet du LAC sur le profil de Lamy. Auparavant, le LAC avait été matérialisé par un fil d'acier de type Barb Wire (Ethicon®), faufilé dans le LAC.

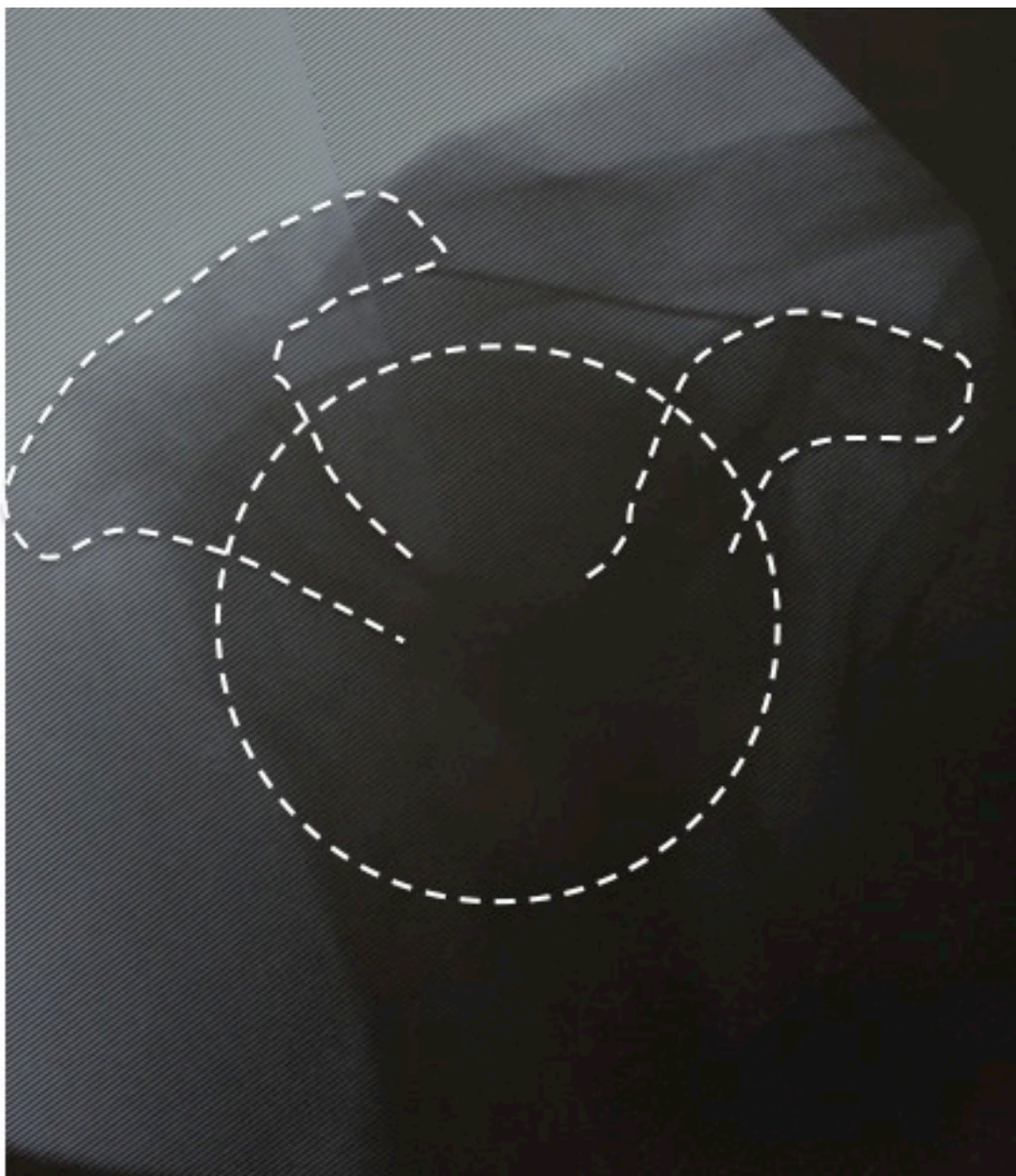


Figure 2 : Radiographie de profil de Lamy sur pièce anatomique avec repérage du LAC

Nous avons ainsi montré que le trajet du LAC sur un profil de Lamy peut être assimilé à une droite reliant le bord antéro-inférieur de l'acromion au sommet du genou du processus coracoïde. Ce trajet est invariable quel que soit l'anatomie osseuse et ses variations.

II Etude radiographique

Il s'agit d'une étude rétrospective, mono centrique, comparative entre 2 groupes de patients : **malade et sain.**

1) Critères d'inclusion et d'exclusion des patients

Tous les patients inclus dans le groupe malade ont bénéficié d'un suivi médical concernant leur tendinopathie.

Toutes les radiographies ont été réalisées dans le service de radiologie A du CHU pour les 2 groupes.

Tous les patients inclus dans le groupe malade ont bénéficié d'une prise en charge dans le Département de Chirurgie Osseuse entre 2011 et 2013.

Les caractéristiques des patients inclus dans le groupe « malade » étaient les suivantes :

- Patients majeurs quel que soit le sexe
- Avec exploration radiologique comprenant un profil de coiffe : cliché étudié dans cette étude (préalable en imagerie de l'épaule lors d'une suspicion d'une pathologie de la coiffe) [15]
- Opérés d'une tendinopathie de la coiffe des rotateurs par arthroscopie, entre 2011 et 2013
- Sans antécédents traumatologiques ou chirurgicaux sur l'épaule opérée

Les caractéristiques des patients du groupe « sain » étaient les suivantes :

- Patients âgés de plus de 45 ans (afin d'être dans un âge théorique de tendinopathie symptomatique de la coiffe)
- Quel que soit le sexe
- Consultant dans le service DCO pour une pathologie du membre inférieur

- Sans symptomatologie ou antécédent des deux épaules
- Ayant donné son consentement écrit pour participer

Les critères d'exclusion étaient les suivants pour les deux groupes :

- Absence de réalisation de cliché de Lamy en préopératoire
- Lamy de mauvaise qualité : critères de réalisation technique n'ayant pas été respectés et rendant de facto le cliché ininterprétable.
- Anomalies de découvertes fortuites sur les clichés: fracture de l'extrémité supérieure de l'humérus, fracture de la scapula, lésions d'allure tumorale, lésion d'allure rhumatologique
- Omarthrose sévère avec ostéophytose importante et omarthrose excentrée
- Absence de consentement écrit pour participer

2) Population

La population de patients étudiés regroupait 197 patients. Il s'agit d'une population hétérogène, représentative de la population globale.

Le groupe malade comportait 89 patients, le groupe sain 108 patients.

L'âge retenu des patients est celui ayant cours au moment de l'intervention chirurgicale pour le groupe malade, et celui de la réalisation de la radiographie pour le groupe sain.

Dans chaque groupe sain et malade, étaient notés les facteurs de risque connus de survenue d'une tendinopathie de la coiffe :

- âge
- sexe
- profession définie en 4 catégories :
 - manuel lourd : gros oeuvre
 - manuel léger : ouvrier, artisan
 - sédentaire : travail de bureau
 - sans profession

Groupe malade

L'âge moyen des patients du groupe malade était de 57,25 ans \pm 11,49 (33-84). Il y avait 34 hommes et 55 femmes. Quarante-trois patients étaient droitiers, cinq gauchers et un ambidextre.

Cinquante-sept pour cent des patients étaient atteints du coté dominant (51/89).

Cinq patients étaient en invalidité pour cette pathologie.

Les patients étaient divisés en 3 sous groupes, relatifs au stade de gravité d'atteinte de la coiffe.

- **Groupe A** : patients opérés d'une tendinite, sans rupture tendineuse constatée au moment du geste arthroscopique. Ces patients pouvaient présenter une lésion du tendon du long biceps nécessitant parfois un geste de ténodèse ou de ténodèse associé.
Ce groupe comprenait 37 patients. L'âge moyen était de 52,22 ans \pm 10,88 (33-78).
- **Groupe B** : patients opérés d'une tendinite compliquée d'une lésion isolée superficielle ou transfixiante du supra épineux, pour laquelle un geste de suture a été souvent réalisé.
Ce groupe comprenait 33 patients. L'âge moyen était de 59,79 ans \pm 10,99 (43-84).
- **Groupe C** : patients opérés d'une rupture transfixiante de plusieurs tendons de la coiffe et pour laquelle un geste de suture de ces tendons a été parfois réalisé.
Ce groupe comprenait 19 patients. L'âge moyen était de 62,63 ans \pm 10,01 (50-82). Les 6 patients n'ayant pas eu de réparation de leur coiffe n'avaient aucun signe radiologique d'omarthrose débutante ce qui a permis de les inclure.

Tous les patients du groupe malade ont eu une intervention chirurgicale de leur épaule, sous arthroscopie, par un opérateur spécialisé. Tous ont eu une bursectomie complétée d'une acromioplastie.

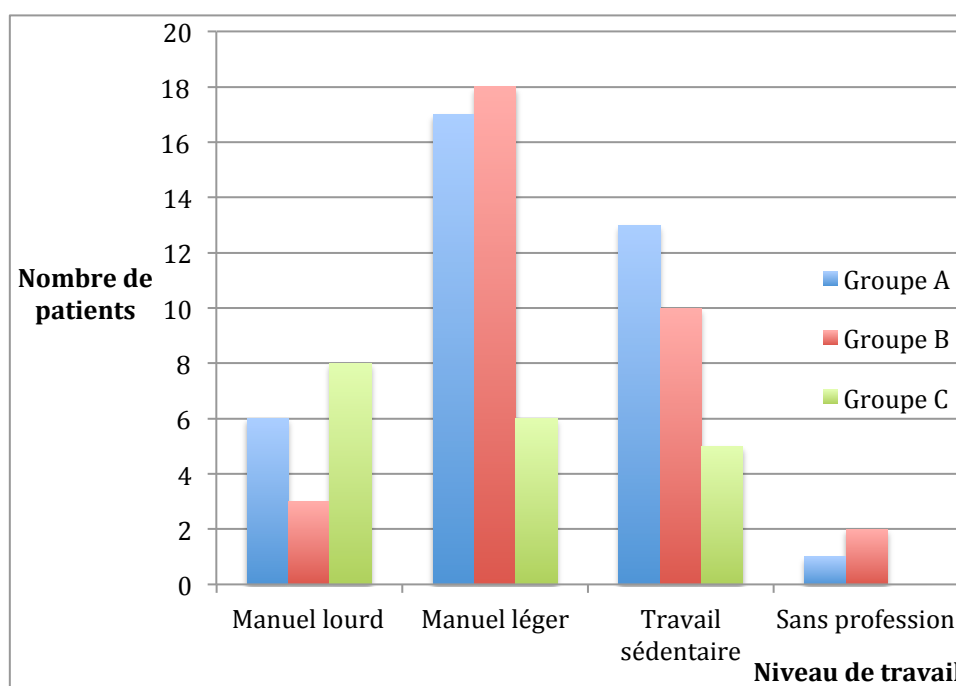
Quarante-neuf patients ont bénéficié d'un geste sur le biceps : 37 ténotomies et 12 ténodèses.

Tableau I : Caractéristiques opératoires des sous groupes

		Groupe A	Groupe B	Groupe C	TOTAL
NOMBRE PATIENTS		37	33	19	89
GESTE BICEPS	TENOTOMIE	9	15	13	37
	TENODESE	1	8	3	12
REPARATION DE LA COIFFE		0	26	13	39
ACROMIOPLASTIE		37	33	19	89

Concernant le niveau d'activité des patients, 17 étaient considérés comme manuels lourds, 41 manuels légers, 28 sédentaires (travail de bureau) et 3 étaient sans profession.

Tableau II : Répartition du niveau de travail dans les sous groupes malades



Groupe sain

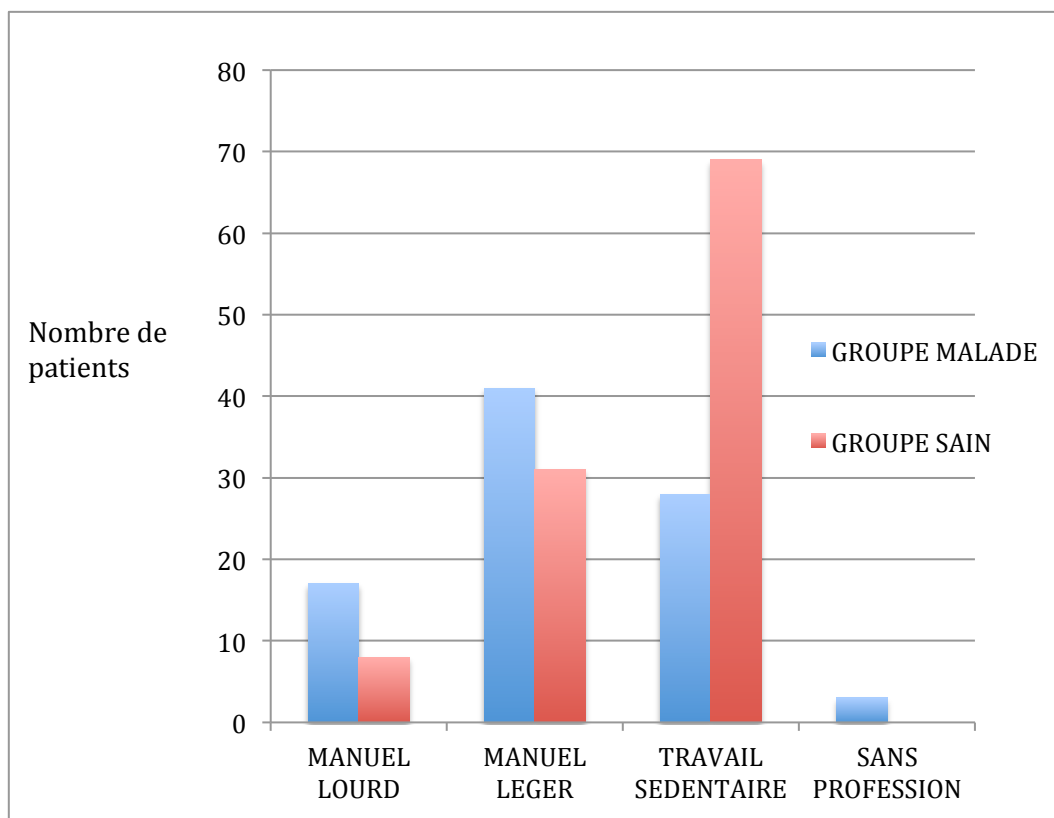
L'accord du comité d'éthique a été recueilli afin de constituer ce groupe contrôle.

Les patients ont eu une radiographie de type profil de Lamy lors de leur consultation au DCO.

L'âge moyen était de 62,02 ans \pm 8,79 (45-81). Il y avait 52 hommes et 56 femmes.

Concernant le niveau d'activité, 8 étaient considérés comme manuel lourd, 31 comme manuel léger et 69 étaient sédentaires

Tableau III : Répartition du niveau de travail selon le groupe



III Technique d'étude radiographique

Les mesures omométriques radiographiques ont été réalisées sur des profils d'épaule dit « de coiffe » ou « de Lamy » pour chaque groupe.

L'ensemble des clichés a été réalisé sur une table de radiologie standard par des manipulateurs en électro-radiographie expérimentés.

Après réalisation des clichés, ceux ci sont automatiquement envoyés et stockés au sein du réseau d'imagerie interne (PACS) disponible en permanence pour analyse.

1) Réalisation technique des clichés

Pour réaliser une radiographie de qualité de la ceinture scapulaire :

- Patient debout, positionné en oblique antérieur de 40° à 60° sur l'épaule examinée
- Le membre supérieur exploré est situé le long du corps en rotation neutre, coude à 90° pour dégager la scapula
- La tête du patient est tournée du côté non exposé

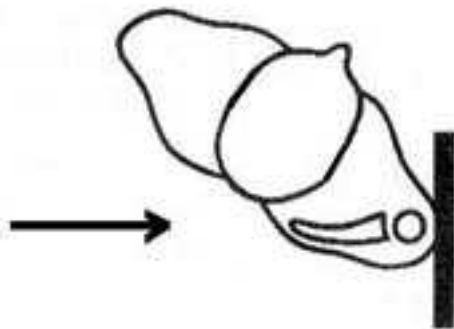


Figure 3 : Installation du patient pour la réalisation du cliché de Lamy

Justification du choix du profil de Lamy

- L'analyse radiologique globale de la loge supra épineuse est possible uniquement sur l'incidence de Lamy et non sur l'incidence de face.
- Le tendon du muscle supra-épineux est le tendon majoritairement atteint et il semble important de lui dédier une mesure métrique.
- Le profil de Lamy bien réalisé est une incidence unique.
- De ce fait elle apparaît plus reproductible que 3 incidences de face.
- La tête humérale est visualisée en superposition sous la forme d'un cercle quasi parfait.
- En effet, seul le trochin ou tubercule mineur crée physiologiquement une modification de la courbure circulaire parfaite de la tête humérale

Critères de réussite

Les critères de réussite radiographique sont essentiels dans toute étude médicale à visée radiologique. Ce travail ne fait pas défaut à ce principe, en raison de l'importance extrême que revêtent ces critères.

Les critères de réussite radiographique pour l'incidence de Lamy sont donc les suivants :

- L'espace acromio huméral est bien dégagé : les bords inférieurs de l'acromion et de la clavicule sont bien alignés, ils apparaissent uniformément et harmonieusement.
- La tête humérale apparaît bien centrée sur la glène de sorte à présenter une circonférence dont la figure géométrique s'apparente à un cercle parfait (nous rappellerons que la part articulaire de la tête humérale décrit anatomiquement en général une portion de sphère quasi parfaite).
- L'articulation gléno-humérale n'apparaît pas superposée aux structures costales.

- L'épine de la scapula ainsi que l'acromion sont bien enfilés, de profil strict, aboutissant à un aspect de la scapula dit « en Y », en raison de l'angulation réalisée anatomiquement entre ces 2 structures. Cet aspect essentiel permet de visualiser l'espace de la loge supra épineuse qui lorsque le cliché est correct présente le minimum de superpositions osseuses, permettant une visualisation « sagittale » de l'espace sus-épineux qui autorise sa mensuration surfacique de façon adéquate.
- La clavicule est visualisée de « face », ses bords inférieurs étant bien individualisés, en raison du rayonnement X incident qui est tangentiel à ceux ci.
- Les parties molles sont bien analysables, la pénétration du cliché devant être suffisamment correcte pour rechercher d'éventuelle lésions, par exemple d'ordre rhumatologique, et n'autorisant plus la prise en compte du cliché dans le présent travail.



Figure 4 : Profil de Lamy

Tout cliché de Lamy :

- ne validant pas la totalité des critères de qualité requis,
- réalisé en période post opératoire,
- réalisé dans un autre centre,

ne sera pas pris en compte, afin de s'assurer de la comparabilité des clichés étudiés.

Tout cliché de Lamy de qualité satisfaisante, validant tous les critères de réussite, et réalisé en période pré opératoire, peut être potentiellement utilisable pour réaliser des mesures radiographiques.

2) Réalisation des mesures

Pour chaque patient, un seul cliché de profil de Lamy (préopératoire pour les patients du groupe malade ou celui réalisé lors de la consultation pour les patients du groupe sain) a été analysé.

Huit critères ont été analysés pour l'ensemble des patients.

Les mesures ont été réalisées sur le logiciel SYNAPSE (FUJI) d'étude radiologique, par l'intermédiaire du PACS.

Ce système permet une visualisation optimale des clichés avec analyse précise à l'aide d'un zoom suffisant.

Les critères étudiés ont été :

1. **Morphologie de l'acromion** : selon la classification de **Bigliani**, en 3 stades

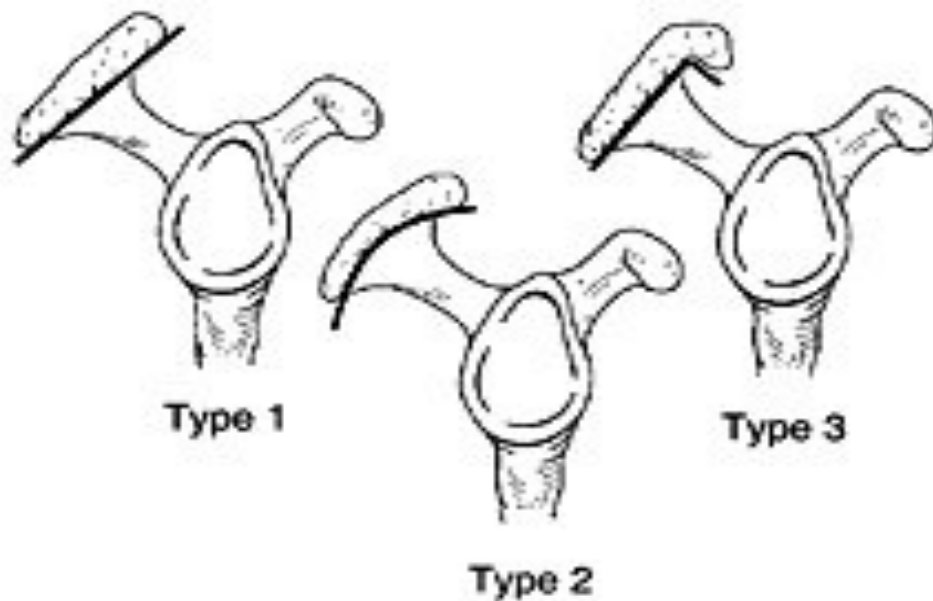


Figure 5 : Classification de Bigliani

2. **Morphologie de l'acromion** : selon la classification de **Park**, en 3 stades

Le point A est le point le plus antéro-inférieur de l'acromion, B le plus postéro-inférieur de l'acromion.

Le point C situé sur la corticale inférieure de l'acromion, est défini en traçant la perpendiculaire à la ligne AB en son milieu (à équidistance de A et B).

Le point O est le centre de la tête humérale.

Les différents types d'acromion sont définis comme tels du moins agressif au plus agressif :

- **type I** : le point C est sur la ligne AB
- **type II** : la distance OA est supérieure ou égale à la distance OC
- **type III** : la distance OA est inférieure à la distance OC

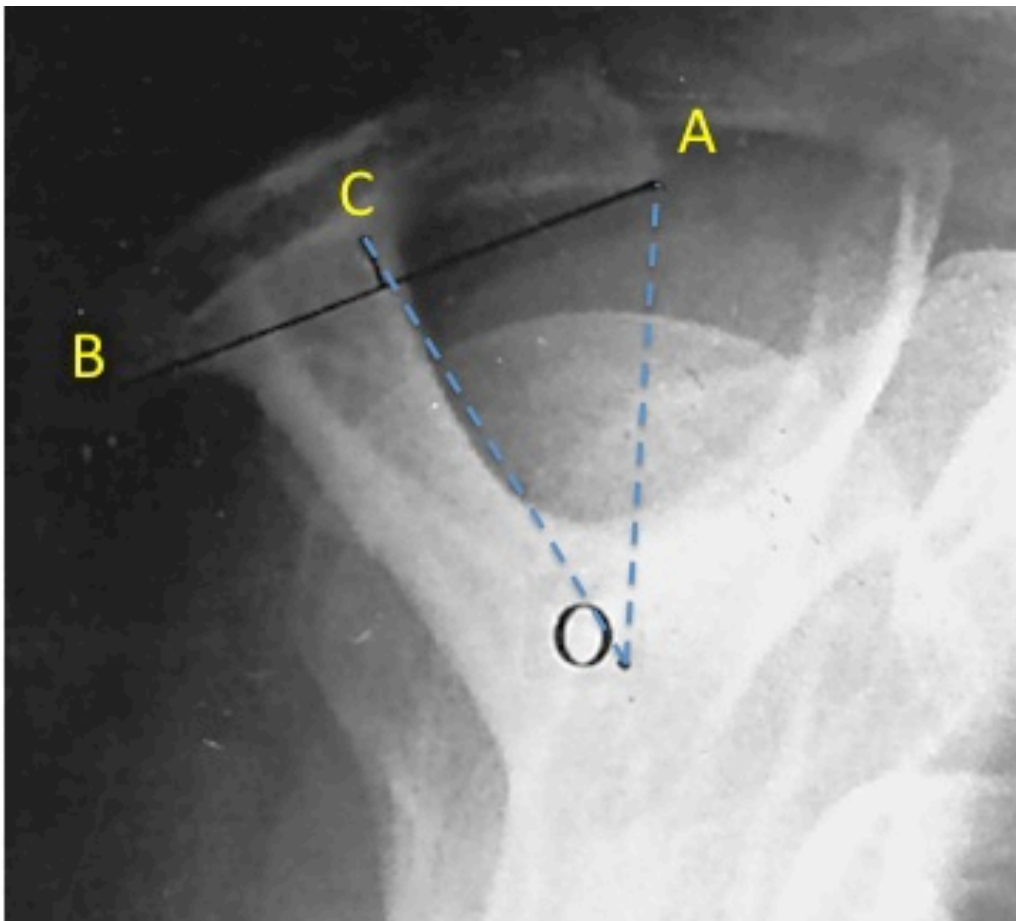


Figure 6 : Repères radiographiques pour réaliser la classification de Park

3. Longueur du LAC (exprimée en mm) : a

Les points d'insertion du LAC sont invariables, comme nous l'avons démontré par les dissections et nous pouvons le tracer entre le bord antéro-inférieur de l'acromion et le bord supérieur du genou du processus coracoïde.

Sa longueur a ainsi pu être mesurée en mm et dénommée a .



Figure 7 : Longueur du LAC a (mm)

4. Longueur de l'acromion (exprimée en mm) : b

La longueur radiographique de l'acromion est facilement mesurable sur le cliché de Lamy. Il s'agit de la distance reliant les 2 extrémités de l'acromion dans sa plus grande longueur. La mesure de la longueur de l'acromion sur le cliché de Lamy est appelée b , et exprimée en millimètres.

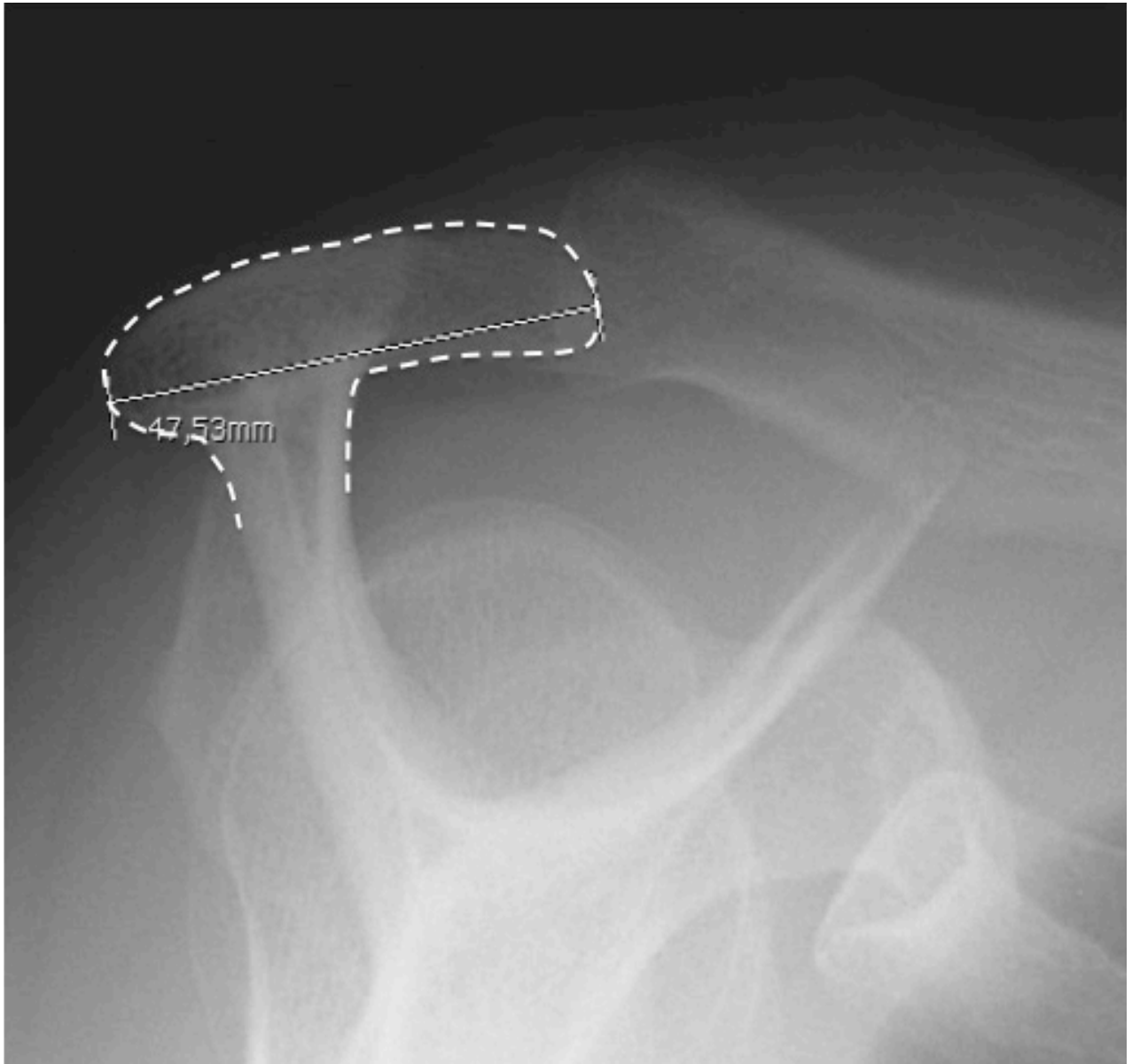


Figure 8 : Longueur de l'acromion b (mm)

5. L'aire sous acromiale (exprimée en mm²) : c

Il s'agit d'une mesure non réalisable sur le cliché de face et spécifique au profil de Lamy.

Ses limites radiographiques sont :

- Le bord inférieur de l'acromion, en haut et en arrière.
- Le bord antérieur de l'épine de la scapula en arrière.
- Fossette scapulaire sus épineuse en bas.
- Le bord postérieur du processus coracoïde en avant.
- Le LAC en haut et en avant.

Cette mesure est réalisée à main levée sur le logiciel du PACS et donne automatiquement la surface de cette loge supra épineuse.



Figure 9 : Aire sous acromiale *c* (mm²)

6. Diamètre de la tête humérale (exprimé en mm) : d

Le cliché de Lamy est idéal pour apprécier la sphéricité de la tête humérale.

Les contours céphaliques huméraux en superposition sur le cliché de Lamy peuvent être assimilés à une circonférence permettant une mesure aisée et reproductible.

Cette mesure sera basée ici sur le tracé d'un cercle parfait qui se superpose complètement aux contours de la tête humérale.

Une fois le cercle parfait construit, nous avons mesuré le diamètre de la tête humérale que nous appellerons d .

Ce diamètre de la tête humérale va servir de coefficient de pondération pour toutes les autres mesures afin d'annuler le facteur taille du patient dans cette étude.

Nous appellerons ces mesures pour a , b et c ; mesures pondérées.



Figure 10 : Diamètre de la tête humérale d (mm)

7. Angle de la voûte acromio-coracoïdienne (exprimé en degrés) : α

C'est l'angle mesuré en reliant deux droites : la première est la tangente au bord inférieur de l'acromion, comme décrit par Park et la seconde est le LAC déjà décrit.

Il sera exprimé en degrés et sera appelé α .



Figure 11 : Angle de la voûte acromio-coracoïdienne α (°)

8. Angle pilier de la scapula – LAC (exprimé en degrés) : β

Il s'agit d'un angle mesurable uniquement sur l'incidence de Lamy, formé par 2 droites tracées comme suit :

- Une droite représentant l'axe du pilier de la scapula.
- Une droite représentant le LAC.

Cet angle sera appelé β et sera exprimé en degrés.

Il étudie la variabilité d'angulation de l'apophyse coracoïde.

Plus l'angle β sera petit, plus le LAC sera vertical.



Figure 12 : Angle pilier de la scapula – LAC : β (°)

Pour le groupe malade, une mesure supplémentaire était réalisée : **la mesure du Critical Shoulder Angle, défini par Moor (CSA)**

Il se mesure sur une radiographie de face en rotation neutre, en double obliquité, enfilant parfaitement l'interligne gléno-huméral.

On trace la tangente au bord de la glène (mesurant ainsi son inclinaison) en reliant ses bords supérieurs et inférieurs, puis on trace la droite partant du point inférieur du bord de la glène, pour relier le point le plus latéral de l'acromion. L'angle ainsi mesuré est le CSA.

Moor a en effet montré qu'un acromion large et un $CSA > 35^\circ$ sont un risque de rupture de coiffe sur la radio de face et qu'un $CSA < 30^\circ$ est un risque d'omarthrose.

Figure 13 : CSA (°)

3) Analyse statistique

Une analyse logistique multivariée a été utilisée dans un premier temps pour la comparaison des 2 groupes.

Une régression logistique univariée a été utilisée secondairement pour analyser l'effet d'une donnée en particulier sur la maladie pour toute chose égale par ailleurs.

Ces mesures ont été réalisées au CRC par un biostatisticien professionnel avec le logiciel STATA.

Le seuil de significativité a été défini par le risque $\alpha = 5\%$ ($p < 0,05$) et un intervalle de confiance à 95% (IC 95%).

La reproductibilité de toutes ces mesures a été étudiée, par 3 juges indépendants, tous chirurgiens orthopédiques spécialisés dans le membre supérieur, qui ont chacun réalisées 4 mesures données (parmi les 8 réalisées) à 3 reprises, sur 86 radiographies, soit un total de 1032 mesures par juge.

Il s'agissait de la longueur radiographique du LAC, de la mesure de l'angle de la voûte acromio-coracoïdienne, de l'aire sous acromiale et du diamètre de la tête humérale.

Cela nous a permis de déterminer la reproductibilité intra et inter observateur de ces mesures.

L'analyse de la reproductibilité intra et inter opérateur a été étudié par la réalisation d'une corrélation intra classe avec un coefficient de corrélation minimum défini à 0,75.

RESULTATS

I Résultats globaux

L 'analyse réalisée a été une analyse logistique multivariée.

- Il n'existait pas de différence statistiquement significative entre les deux groupes concernant la répartition des hommes et des femmes ($p = 0,1613$).
- Il existait une différence significative entre les deux groupes concernant la moyenne d'âge, avec un âge moyen pour le groupe sain de $62,02 \text{ ans} \pm 8,79$ vs $57,25 \text{ ans} \pm 11,49$ pour le groupe malade ($p = 0,0011$).
- Le score de Bigliani dans le groupe sain était de $1,80 \pm 0,58$ et pour le groupe malade de $2,17 \pm 0,38$. Il existait une différence significative ($p = 0,0001$) entre les 2 groupes.
- L 'indice de Park était de $1,89 \pm 0,57$ dans le groupe sain versus $2,16 \pm 0,37$ dans le groupe malade ($p = 0,0002$).
- La longueur pondérée du LAC a était de $0,60 \text{ mm} \pm 0,10$ pour le groupe sain versus $0,63 \text{ mm} \pm 0,10$ pour le groupe malade ($p = 0,0288$).
- La longueur pondérée b de l'acromion était de $1,04 \text{ mm} \pm 0,11$ dans le groupe malade versus $1,00 \text{ mm} \pm 0,10$ dans le groupe sain ($p = 0,0154$).
- L'aire sous acromiale pondérée c était de $23,39 \text{ mm}^2 \pm 5,13$ dans le groupe malade versus $19,54 \text{ mm}^2 \pm 4,42$ dans le groupe sain ($p = 0,0001$).
- L'angle α était significativement différent entre le groupe malade et le groupe sain avec un angle en moyenne à $136,87^\circ \pm 9,89$ pour le groupe sain versus $132,92^\circ \pm 9,91$ pour le groupe malade ($p = 0,0059$).

- L'angle β était de $81,33^\circ \pm 7,85$ dans le groupe sain et de $78,69^\circ \pm 7,93$ dans le groupe malade ($p = 0,0201$).
- Le CSA moyen dans le groupe malade a été mesuré à 35° (26-45).

Tableau IV : Résultats de la comparaison des 2 groupes

	Groupe SAIN	Groupe MALADE	p value
Age (ans)	62,02 \pm 8,79	57,25 \pm 11,49	p = 0,0011
Score de BIGLIANI	1,80 \pm 0,58	2,17 \pm 0,38	p = 0,0001
Score de PARK	1,89 \pm 0,57	2,16 \pm 0,37	p = 0,0002
Longueur LAC pondéré = a (mm)	0,60 \pm 0,10	0,63 \pm 0,10	p = 0,0288
Longueur acromion pondéré = b (mm)	1,00 \pm 0,10	1,04 \pm 0,11	p = 0,0154
Aire sous acromiale pondérée = c (mm²)	19,54 \pm 4,42	23,39 \pm 5,13	p = 0,0001
Angle α (degrés)	136,87 \pm 9,89	132,92 \pm 9,91	p = 0,0059
Angle β (degrés)	81,33 \pm 7,85	78,69 \pm 7,93	p = 0,0201

II Résultats en fonction des sous-groupes A, B et C dans le groupe malade

- Il existait une différence significative concernant l'âge moyen des trois sous groupes avec un âge croissant avec le stade de gravité de l'atteinte tendineuse allant de 52,22 ans \pm 10,88 pour le groupe A, à 59,79 ans \pm 10,99 dans le groupe B et 62,62 ans \pm 10,01 pour le groupe C ($p = 0,0051$).
- Le score de Bigliani était plus élevé dans le groupe C (2,21 \pm 0,42) que dans les groupes B (2,18 \pm 0,39) et A (2,14 \pm 0,35) mais de façon non significative ($p = 0,7525$).
- Le score de Park, était plus élevé dans le groupe C (2,21 \pm 0,42) que dans les groupes B (2,18 \pm 0,39) et A (2,11 \pm 0,31) mais sans significativité statistique ($p = 0,5441$).
- La longueur pondérée du LAC **a** était également plus élevée dans chacun des sous groupes avec une longueur de 0,64 mm \pm 0,09 pour le groupe A, 0,61 mm \pm 0,09 pour le groupe B et 0,65 mm \pm 0,10 pour le groupe C, mais de façon non significative ($p = 0,1679$).
- La longueur pondérée de l'acromion **b** n'était significativement pas différente entre les trois sous groupes, avec pour le groupe A une longueur de 1,03 mm \pm 0,12, le groupe B une longueur de 1,03 mm \pm 0,10 et le groupe C une longueur de 1,07 mm \pm 0,12 ($p = 0,2831$).
- L'aire sous acromiale pondérée **c** n'était pas significativement différente entre les trois sous groupes avec une aire pour le groupe A de 22,76 mm² \pm 4,22, pour le groupe B de 23,52 mm² \pm 5,46 et pour le groupe C de 24,39 mm² \pm 6,18 ($p = 0,8703$).
- L'angle α variait de 134,03° \pm 10,05 dans le groupe A, à 130,97° \pm 8,01 dans le groupe B et 134,16° \pm 12,37 dans le groupe C mais sans significativité statistique ($p = 0,2829$).

- L'angle β variait de façon non significative entre les 3 groupes avec un angle à $77,84^\circ \pm 8,93$ pour le groupe A, $78,18^\circ \pm 6,78$ pour le groupe B et $81,21^\circ \pm 7,61$ pour le groupe C ($p = 0,1261$).

Tableau V : Résultats de la comparaison des sous groupes malades entre eux

	Groupe A	Groupe B	Groupe C	p value
Age (ans)	52,22 \pm 10,88	59,79 \pm 10,99	62,62 \pm 10,01	p = 0,0051
Score de BIGLIANI	2,14 \pm 0,35	2,18 \pm 0,39	2,21 \pm 0,42	p = 0,7525
Score de PARK	2,11 \pm 0,31	2,18 \pm 0,39	2,21 \pm 0,42	p = 0,5441
Longueur LAC pondéré = a (mm)	0,64 \pm 0,09	0,61 \pm 0,09	0,65 \pm 0,10	p = 0,1679
Longueur acromion pondéré = b (mm)	1,03 \pm 0,12	1,03 \pm 0,10	1,07 \pm 0,12	p = 0,2831
Aire sous acromiale pondérée = c (mm²)	22,76 \pm 4,22	23,52 \pm 5,46	24,39 \pm 6,18	p = 0,8703
Angle α (degrés)	134,03 \pm 10,05	130,97 \pm 8,01	134,16 \pm 12,37	p = 0,2829
Angle β (degrés)	77,84 \pm 8,93	78,18 \pm 6,78	81,21 \pm 7,61	p = 0,1261

III Résultats de l'analyse univariée

Cette analyse en régression logistique a permis de rechercher parmi l'ensemble des données si l'une d'entre elle avait un effet sur la survenue de la maladie.

Il exprime le degré de dépendance entre des variables aléatoires qualitatives (nos mesures) et mesure l'effet d'un facteur.

Cela permet de définir des valeurs comme étant prédictives de la survenue d'une maladie ou non.

L'intervalle de confiance à 95% représente la fourchette de valeurs à l'intérieur de laquelle nous sommes certains à 95% de trouver la vraie valeur recherchée. L'intervalle de confiance ne doit pas contenir 1 pour que le test soit statistiquement significatif et que la valeur puisse être considérée comme un facteur de risque.

Les résultats de cette analyse sont :

- a : OR = 0,61 [0,02 - 23,46]
- b : OR = 2,87 [0,10 - 82,16]
- $c \geq 21,4 \text{ mm}^2$: OR = 4,07 [2,02 - 8,20]
- α : OR = 0,99 [0,95 - 1,03]
- β : OR = 0,98 [0,93 - 1,03]

Cette analyse est négative pour a , b , α , β mais positive pour la mesure pondérée c de l'aire sous acromiale.

IV Reproductibilité des mesures

Pour étudier la reproductibilité de nos mesures, il a été réalisé un calcul du coefficient de corrélation intra-classe (ICC) qui permet d'analyser la reproductibilité d'une mesure. Si celui-ci est supérieur à 0,75, on parle d'une « très bonne reproductibilité » de la mesure en question. Entre 0,4 et 0,75, la reproductibilité est qualifiée de moyenne à bonne.

La reproductibilité de ces mesures a été étudiée en intra-observateur (répétabilité) et également en inter-observateurs (fiabilité entre juges) entre les trois juges qui ont réalisé les séries de mesures.

Pour la longueur du LAC α :

- Répétabilité : ICC = 0,6925056
IC95% : [0,6211017 - 0,7625332]
- Fiabilité entre juges : ICC = 0,6494254
IC95% : [0,3332937 - 0,8076343]

Pour l'aire sous acromiale c pondérée :

- Répétabilité : ICC = 0,6313955
IC95% : [0,5535506 - 0,7104101]
- Fiabilité entre juges : ICC = 0,5576197
IC95% : [0,3298156 - 0,7130715]

Pour l'angle acromion- LAC α :

- Répétabilité : ICC = 0,7011487
IC95% : [0,6308455 - 0,7697623]
- Fiabilité entre juges : ICC = 0,6442481
IC95% : [0,4092298 - 0,7835843]

La reproductibilité de ces mesures est interprétable car l'intervalle de confiance à 95% ne comprend pas la valeur 1. Leur reproductibilité est considérée comme moyenne à bonne.

La meilleure reproductibilité est celle de l'angle α avec une reproductibilité inter-observateur correcte. L'aire sous acromiale pondérée c présente la plus mauvaise reproductibilité.

DISCUSSION

I Intérêt de l'étude

Nous avons cherché à déterminer sur des radiographies simples des facteurs de risques omométriques de la pathologie de la coiffe des rotateurs, de plus en plus fréquente, notamment dans le cadre des troubles musculo-squelettiques.

Deux théories s'affrontent pour expliquer l'apparition de lésions de la coiffe : la dégénérescence tendineuse vs le conflit mécanique, toutes deux faisant l'objet de multiples publications.

Codman et Akerson [5] décrivent en 1931 au cours de travaux anatomiques, des changements dégénératifs des tendons responsables de l'apparition de lésions secondaires de la coiffe, sans rapport aucun avec la morphologie de la voûte acromio-coracoïdienne.

Certaines études anatomiques vont dans de ce sens [16], et certains auteurs considèrent que le caractère agressif de l'acromion n'est pas primordial dans les tendinopathies de la coiffe.

En effet, Edelson [17] ne retrouve aucun acromion en crochet avant l'âge de 30 ans, alors que les conflits existent chez les jeunes athlètes [18].

En 1949, Armstrong [19] suggère que la compression de la coiffe des rotateurs sous la bourse acromiale et l'acromion est responsable de cette souffrance du supra épineux.

Neer [4,20], en 1983, décrit « l'impingement syndrome » appuyant l'hypothèse d'une cause mécanique responsable de 95% des ruptures de coiffe et décrit le traitement de cette pathologie : l'acromioplastie antéro-inférieure.

Mais peu d'études ont analysé les relations entre la morphologie acromiale et l'expression clinique du conflit sous acromial [21].

Le concept de voûte acromio-coracoïdienne est marqué par une continuité entre l'acromion, le LAC et la coracoïde formant une voûte ostéofibreuse acromio-coracoïdienne [22].

Des constatations anatomiques, cadavériques attribuent la responsabilité du conflit au caractère agressif de l'acromion vis à vis de la coiffe [7, 23, 24]. La diminution de la hauteur de l'arche acromio-coracoïdienne favoriserait ainsi la compression de la coiffe et de la bourse sous acromio-delhoïdienne [25].

La pression sous acromiale entrainerait de plus une modification du LAC avec une ossification de son insertion acromiale et apparition d'un crochet [26]. La morphologie de l'acromion se trouve ainsi modifiée par la création d'entésophytes de traction conférant un aspect encore plus agressif à la voûte.

L'argumentation des auteurs défendant l'hypothèse mécanique, s'appuie sur l'efficacité des gestes de décompression sous acromiale telle que l'acromioplastie à ciel ouvert ou sous arthroscopie, dans les tendinites rebelles résistant au traitement médical bien conduit [27,28,29,30,31,32].

Les radiographies standards et le profil de Lamy en particulier ont permis de décrire des classifications de l'acromion [7,8] définissant ainsi des morphologies osseuses plus agressives expliquant le conflit mécanique.

Bigliani décrit trois types d'acromion. Le type I, dit acromion « plat », le type II « recourbé » et enfin le type III en « crochet ». Bigliani et al retrouvent un acromion en crochet dans 66% des ruptures [7] mais sur cadavres.

Park [8] dans son étude, définit une classification morphologique de l'acromion plus reproductible que celle de Bigliani. Les patients inclus dans son étude présentaient un conflit sous acromial clinique avéré mais le stade de gravité d'atteinte de la coiffe n'était pas connu.

Dans l'étude de Park, l'ensemble des profils de Lamy de ces patients ont été analysés et leurs acromions classés selon Bigliani et Park. L'analyse inter observateur retrouve un ICC à 0,448 pour la classification de Bigliani versus un ICC de 0,914 pour l'indice de Park, avec 66% de mesures similaires entre les observateurs pour la classification de Bigliani versus 95,3% pour l'indice de Park. La classification de Park a montré une meilleure reproductibilité que celle de Bigliani, mais elle n'a pas pu être corrélée au stade de gravité d'atteinte de la coiffe de ces patients.

Dans notre étude, nous avons montré que les scores de Bigliani et Park étaient significativement plus élevés dans le groupe malade que dans le groupe sain.

Toutefois nous n'avons pas pu montrer que ces scores augmentaient dans les sous-groupes malades avec le stade de gravité de l'atteinte tendineuse par manque de puissance statistique.

D'autres auteurs ont déjà décrit de nombreux marqueurs radiographiques de profil, permettant d'étudier l'anatomie de la voûte acromio-coracoïdienne de façon plus précise [33]. Le tilt acromial [34,35] qui caractérise l'inclinaison acromiale (angle entre la tangente au bord de la corticale inférieure de l'acromion et la tangente au bord postéro-inférieur de l'acromion et au bord antéro-inférieur du processus coracoïde), et la pente acromiale (angle entre la ligne passant par le point le plus antéro-inférieur de l'acromion et le point médian de son bord inférieur et la ligne passant par le point le plus postéro-inférieur de l'acromion et le même point médian du bord inférieur de l'acromion) [7,35].

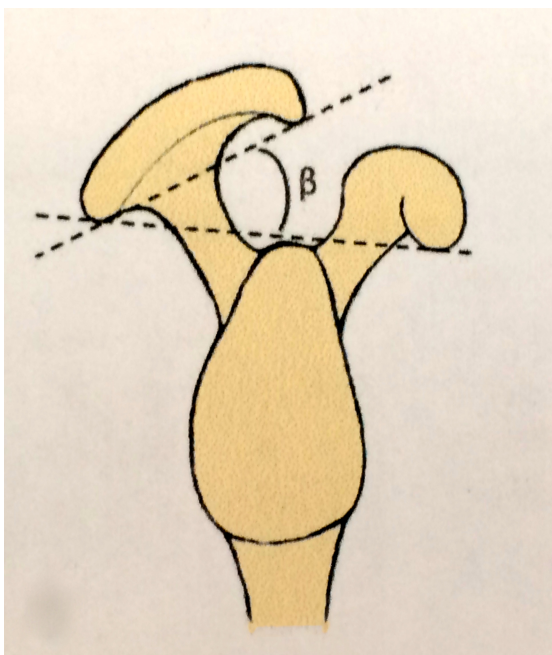


Figure 14 : Tilt acromial

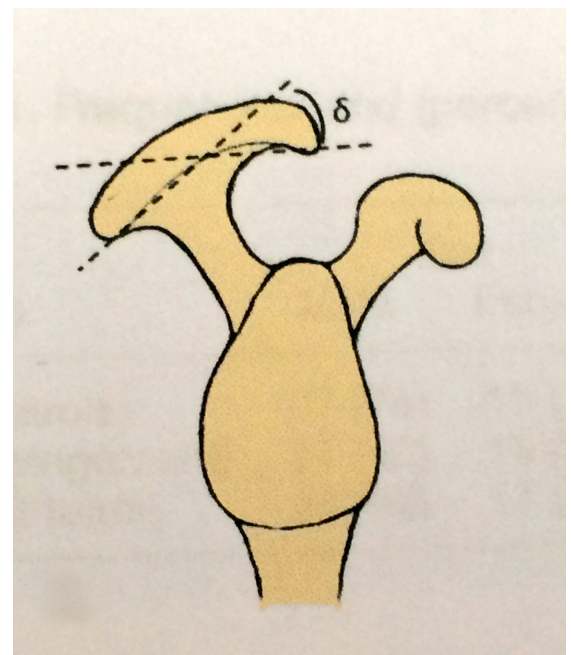


Figure 15 : Pente acromiale

La pente acromiale est plus importante, chez les patients atteints d'une rupture de coiffe [35] et comme le décrit Bigliani également [7].

Le tilt acromial semble être plus faible [23,34,35] chez les patients avec une rupture de coiffe sauf pour Balke et al [33] qui retrouvent un tilt acromial plus important et donc un acromion

plus vertical chez ces mêmes patients. Ils expliquent ces résultats par une variation de réalisation des clichés de profil de Lamy [36].

A notre connaissance, aucune étude n'a jamais réalisé de calculs d'aires sur des radiographies standard de profil de Lamy.

Par contre, des études radiographiques sur des radiographies standard de face, en rotation neutre d'épaule, ont été réalisées, s'intéressant à l'acromion de face, et à son débord latéral, permettant la description de deux mesures : l'index acromial et le CSA.

L'index acromial est défini par le rapport entre la distance glène de l'omoplate - bord latéral de l'acromion et la distance glène de l'omoplate - bord latéral de la tête humérale.

Plus ce rapport est grand, plus l'acromion est large.

L'index acromial est défini à 0,73 dans l'étude princeps et corrélé à l'existence d'une rupture de coiffe s'il est supérieur ou égal à cette valeur [37].

Le CSA a pu être défini (mesure en degrés) et a pu ainsi être corrélé à la survenue d'une omarthrose ou d'une rupture de coiffe selon sa valeur angulaire.

Un acromion large et un CSA $> 35^\circ$ sont un risque de rupture de coiffe sur la radio de face et un CSA $< 30^\circ$ un risque d'omarthrose. Cependant cette mesure a ses limites dès qu'il existe un défaut de rotation supérieur à 20° de la scapula, puisque les bords supérieurs et inférieurs de la glène ne peuvent être repérés de façon nette et donc induisent des erreurs de mesure [8].

Ces études montrent qu'un acromion large de face est un facteur de risque de rupture de coiffe.

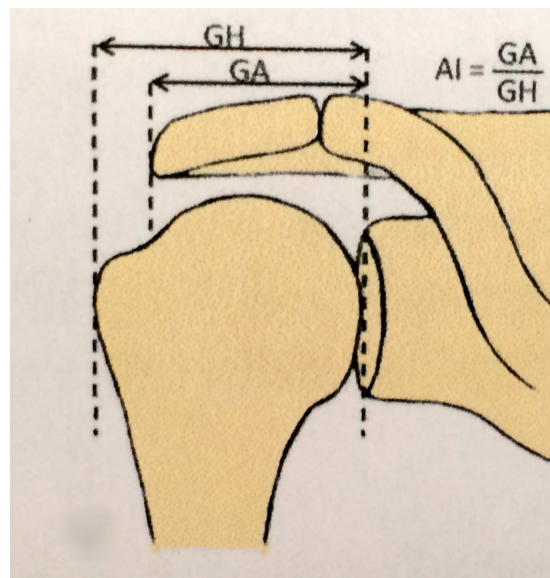


Figure 16 : Index acromial

La dispersion des résultats sur des radiographies simples montre les difficultés de telles mesures sur les incidences de face ou de profil.

D'autres études radiographiques utilisant l'imagerie par résonance magnétique (IRM) ou encore la tomodensitométrie (TDM) ont été réalisées pour analyser de façon plus précise la morphologie acromio-coracoïdienne.

Sperner et al [38] ont mis en évidence sur des IRM de patients une différence significative de l'espace sous-acromial entre les patients avec et sans tendinite, et ont définis différents types d'espaces sous acromiaux, allant de la forme en parallépipède à la forme triangulaire en passant par la forme dite en « cerf volant » losangique. La forme la moins agressive étant la forme en parallépipède.

Farley et al [39] ont comparé les morphologies acromio-coracoïdiennes d'un groupe de patients avec une tendinopathie de la coiffe, avec celles d'un groupe de volontaires sains à l'IRM et ont analysé la forme de l'acromion selon Bigliani, l'épaisseur du LAC, la présence d'entésophytes acromio-claviculaires.

Les patients avec ruptures de coiffe présentaient plus fréquemment un acromion type III selon Bigliani, avec un épaissement du LAC et des entésophytes acromio-claviculaires.

Mac Gillivray [40] a réalisé une analyse couplée sur l'IRM et le TDM, permettant d'étudier dans plusieurs plans la morphologie acromiale et sa relation avec la tendinopathie de la coiffe des rotateurs. Il note une modification morphologique de l'acromion avec l'âge, avec apparition progressive d'un acromion de plus en plus crochu.

Une étude réalisée en IRM a également étudié l'acromion de face et son débord latéral. Il en résulte la description du « lateral acromial angle » chez les patients atteints d'une rupture de la coiffe des rotateurs. Il s'agit de l'angle entre la droite reliant les bords latéraux supérieurs et inférieurs de la glène de l'omoplate dans plan frontal et la droite parallèle à la surface inférieure de l'acromion de face.

Si cet angle est inférieur ou égal à 70° , il est corrélé à la survenue d'une tendinopathie de la coiffe [41].

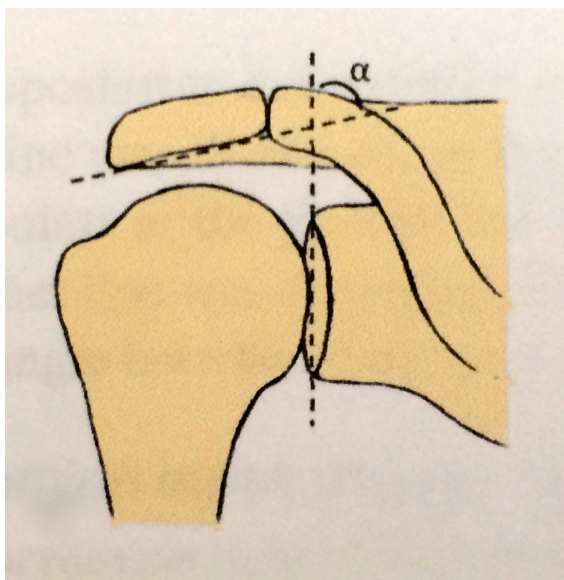


Figure 17 : Lateral acromial angle

En fait, le lien entre la pathologie de la coiffe et la morphologie acromio-coracoïdienne est très variable selon les études : les résultats d'une éventuelle corrélation entre ces deux éléments n'apparaissant pas concluante d'après Hamid et al [42]. Dans cette étude plusieurs variables morphologiques de l'acromion sont étudiées et seule la présence d'un bec acromial semble être significativement relié à une lésion de la coiffe, dans la continuité de l'étude cadavérique de Bigliani.

Malgré le nombre d'études qui ont tenté d'affirmer ou d'infirmer la théorie de Neer comme étant la cause première de la pathologie de la coiffe, le rôle de l'acromion n'est toujours pas clairement établi.

En définitive, l'ensemble de ces théories ne permet pas de conclure quant à l'origine primaire (intrinsèque, dégénérative) ou secondaire (extrinsèque, mécanique) du conflit, et le rôle exact de sa genèse.

L'ensemble de ces études ont été faites sur une analyse sagittale de l'acromion pour la plupart, sans prendre en compte l'aspect volumique de l'ensemble de la voûte acromio-coracoïdienne.

Pour notre part, nous avons utilisé des clichés radiographiques standardisés dans le but de valider notre étude sans nécessité de recourir à une iconographie complexe et onéreuse.

A notre connaissance, il n'existe aucune étude dans la littérature s'intéressant à la longueur radiographique du LAC, à la surface de l'aire sous acromiale et leurs rapports avec les atteintes de la coiffe.

Notre étude est donc originale car elle décrit de nouvelles mesures omométriques.

Il apparaît clairement des différences statistiquement significatives entre les groupes malades et sains permettant de définir des morphotypes de voûte acromio-coracoïdienne différents selon les groupes

- Le groupe malade a un morphotype de voûte acromio-coracoïdienne dite « fermée » avec un angle α plus aigu que pour le groupe sain, avec un LAC plus long (longueur a pondérée). Ils présentent également un acromion plus long (longueur b pondérée). La mesure de l'angle β va aussi dans ce sens avec un LAC plus vertical que les patients sains. L'aire sous acromiale c est plus importante dans ce morphotype de voûte. Les patients malades ont donc une voûte acromio-coracoïdienne plus fermée que les patients sains.

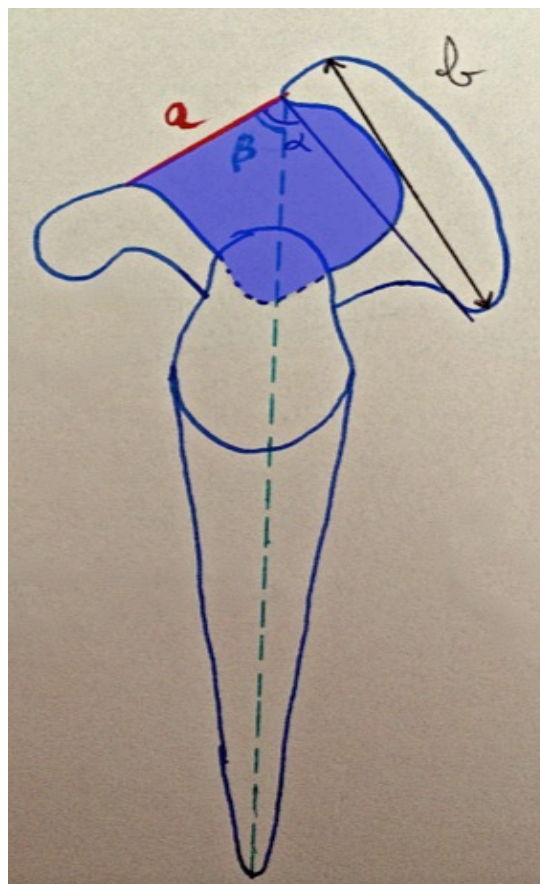


Figure 18 : Morphotype de voûte acromio-coracoïdienne dite « fermée »

- Le groupe sain a un morphotype de voûte acromio-coracoïdienne dite « ouverte » avec un angle α plus plat que pour le groupe malade, un LAC plus court (longueur a pondérée). L'acromion est plus court que dans le groupe malade (longueur b pondérée). La mesure de l'angle β montre que le LAC est moins vertical que dans le groupe malade. L'aire sous acromiale c apparaît moins importante dans cette configuration de voûte. Les patients sains ont donc une voûte acromio-coracoïdienne plus ouverte que les patients malades.

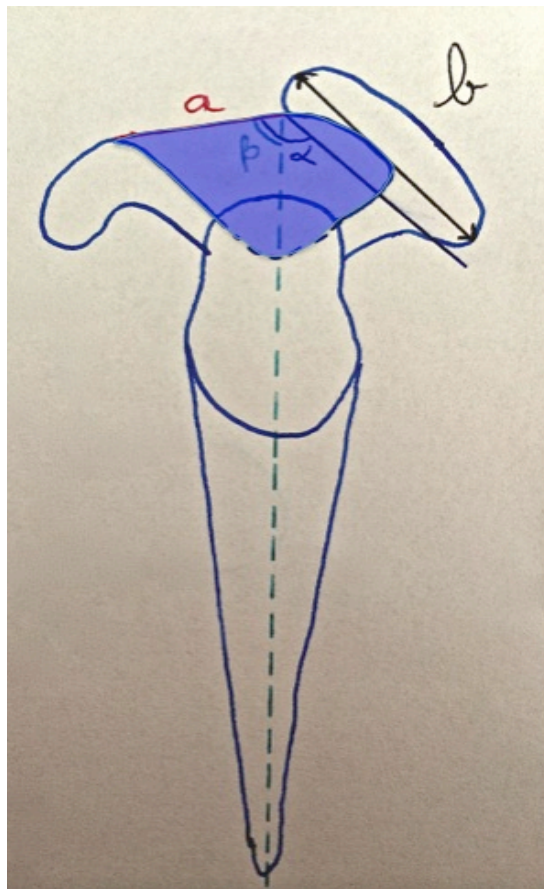


Figure 19 : Morphotype de voûte acromio-coracoïdienne dite « ouverte »

Pour nous, la configuration « fermée » de la voûte apparaît plus agressive et génératrice de lésions que la voûte « ouverte », en raison du frottement antérieur du LAC qui est délétère pour la coiffe.

Les tendons se retrouvent à l'étroit en antéro-postérieur dans ce morphotype fermé et le LAC vient frotter contre la coiffe antéro-supérieure, lors des mouvements d'élévation et de rotation de la tête humérale, entraînant des lésions irritatives de celle-ci.

Par ailleurs, l'aire sous acromiale pondérée c plus grande chez les patients du groupe malade « à voûte fermée » est expliquée par un gain d'espace, supérieur, sous le toit acromio-coracoïdien du fait de l'acromion et du LAC plus vertical.

Cette aire est celle décrite par Sperner [38] dite en forme de « cerf volant » qui est une configuration de voûte acromio-coracoïdienne qu'il décrit comme agressive.

Cette aire plus grande chez les patients atteints d'une tendinopathie montre que les lésions de la coiffe ne sont pas seulement expliquées par l'acromion seul mais aussi par le LAC.

Le morphotype de voûte « fermée » explique bien que certains patients souffrent d'une tendinopathie mécanique alors que le stade de Bigliani et Park est faible et qu'ils sont soulagés par l'acromioplastie et surtout la section systématiquement associée du LAC dans notre étude.

Ce qui permet d'expliquer les conflits sous acromiaux chez les jeunes patients sans bec acromial visible à la radiographie standard.

Aucune étude à notre connaissance ne décrit cette mesure de l'aire sous acromiale sur le profil de Lamy. Nous avons validé cette méthodologie par la réalisation de travaux anatomiques.

Dans notre étude, il apparaît que l'aire sous acromiale est la seule valeur pouvant être utilisée comme marqueur prédictif de survenue d'une tendinopathie de la coiffe des rotateurs.

En effet, les patients présentant une aire sous acromiale pondérée $c \geq 21,4 \text{ mm}^2$ ont quatre fois plus de risque de développer une tendinopathie de la coiffe des rotateurs que les autres patients.

Cependant le point faible de cette mesure reste sa reproductibilité. La variabilité de la qualité du profil radiographique de Lamy peut entraîner des erreurs de réalisation de cette mesure, ce qui la rend peu reproductible et donc peu fiable.

Sur un profil de Lamy mal réalisé, on visualise de multiples doubles contours, que ce soit sur le pied et l'ensemble du corps du processus coracoïde, ainsi que sur le pied de l'acromion.

Par ailleurs, la fossette du sus-épineux se trouve aussi mal définie avec des contours dédoublés.

Ainsi, il est impossible de tracer précisément les contours de cette aire et selon les opérateurs, l'aire mesurée peut varier du simple au double.



Figure 20 : Bonne façon de mesurer l'aire sous acromiale *c* sur un cliché bien réalisé. Aucune variabilité de mesure n'est possible.

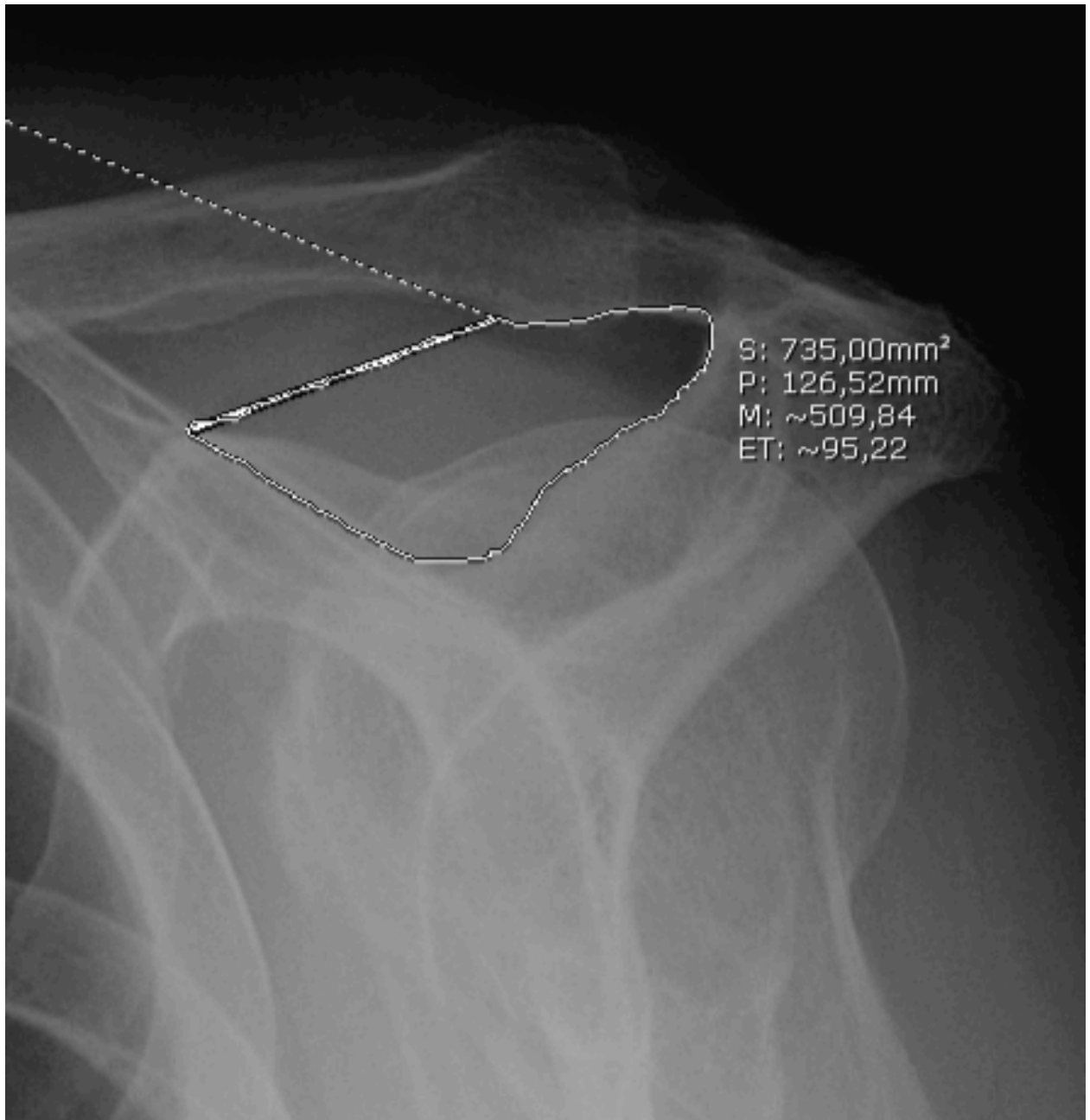


Figure 21 : Mauvais Lamy, première façon de calculer l'aire sous acromiale
c pondéré = 13,06 mm² (diamètre tête humérale = 56,29 mm)

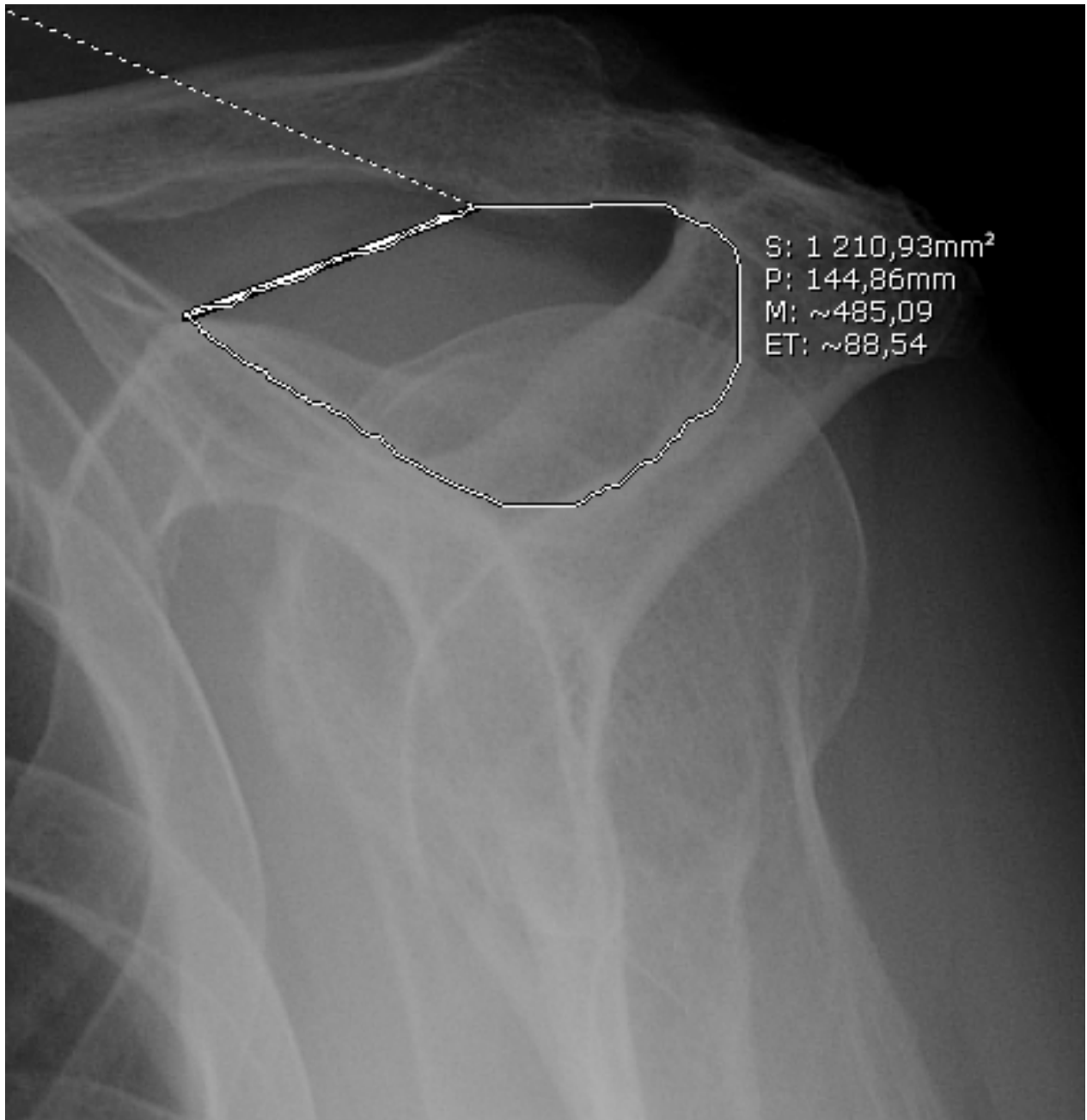


Figure 22 : Mauvais Lamy, deuxième façon de calculer l'aire sous acromiale
c pondéré = 21,51 mm² (diamètre tête humérale = 56,29 mm)

La réalisation d'un profil de Lamy est souvent difficile et dépendante des manipulateurs. C'est le point faible de notre étude.

D'autres examens apparaissent plus performants pour la réalisation de mesures précises qui seraient peut être plus prédictives d'une lésion de la coiffe, en particulier le scanner et l'IRM.

L'échographie, en plein essor dans l'analyse radiologique de l'épaule, pourrait aussi devenir un examen d'exploration de choix dans l'étude des lésions de la coiffe en raison de son analyse dynamique et instantanée. Elle est aussi moins onéreuse que l'imagerie en TDM et IRM.

Elle permet une parfaite visualisation du LAC et de la voûte acromio-coracoïdienne dans son ensemble et analyse ses rapports étroits avec la coiffe mais il s'agit d'un examen dépendant de l'expertise du radiologue, avec une longue courbe d'apprentissage et nécessitant une bonne connaissance de l'anatomie.

Certains chirurgiens du membre supérieur commencent à se former à ces techniques d'imagerie innovantes et dynamiques, pour confirmer immédiatement l'examen clinique et suivre les résultats des traitements institués, tant médicaux que chirurgicaux.

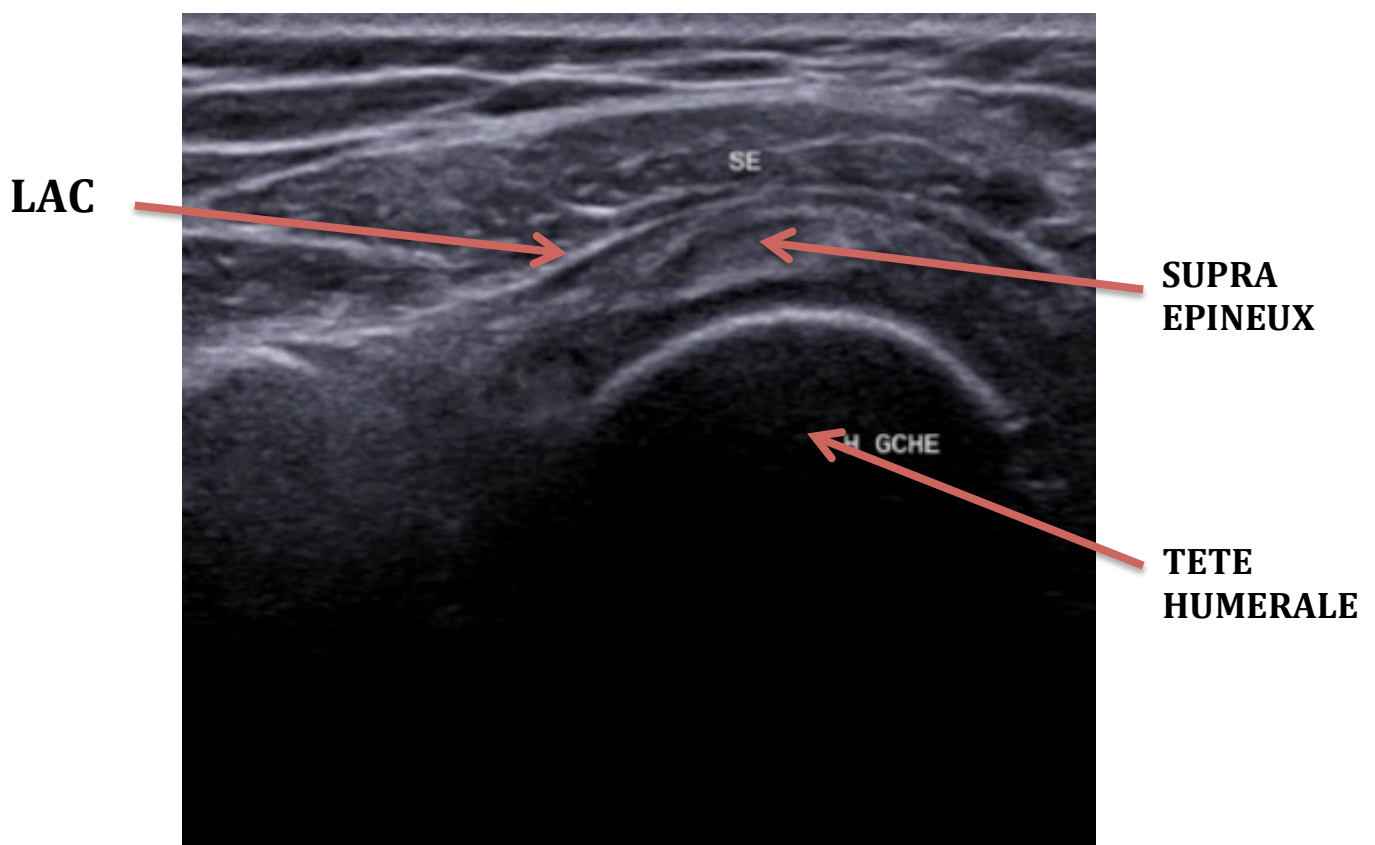


Figure 23 : Echographie d'épaule visualisant parfaitement le LAC et son rapport avec le supra-épineux

II Discussion de la méthodologie

Notre travail a des insuffisances méthodologiques :

- Il existe un biais de sélection des patients qui ne sont pas issus de la même population et une absence de randomisation du groupe contrôle.
- Nous n'avons pas pu recueillir les données cliniques pré et post opératoires permettant la réalisation d'un score fonctionnel de Constant et n'avons donc pas pu corrélérer les données radiographiques aux données cliniques des patients malades.
- Par ailleurs, une mesure n'a pu être réalisée dans le groupe sain, il s'agit de la mesure du CSA puisque le groupe témoin n'a eu qu'un profil de Lamy, notre étude ayant été mise en place avant la publication de l'article de Moor en Mars 2013.
- Nous n'avons pas pu comparer deux à deux les trois sous groupes du groupe malade du fait d'un effectif insuffisant, qui aurait entraîné un trop grand risque d'erreur et d'incohérence de résultats. Il a été réalisé une comparaison globale de ces trois sous groupes.
- Il y a une faiblesse de reproductibilité et de fiabilité de ces mesures que ce soit en inter ou en intra observateur, pour les trois mesures étudiées que sont l'aire sous acromiale, la longueur du LAC et l'angle acromio-coracoïdien. La reproductibilité étant trop faible pour en faire des marqueurs diagnostiques validés sur le plan statistique.

Nous n'avons donc pas pu mettre en évidence des différences de façon statistiquement significative par manque de puissance de notre travail. Seul l'âge des patients malades progresse avec les lésions ce qui est décrit dans de multiples études [1,38]. C'est peut être le seul facteur qui explique la gravité croissante des lésions en cas de voûte « fermée ».

Seule c (l'aire sous acromiale pondérée) peut être utilisée comme marqueur prédictif d'une tendinopathie de la coiffe sur un bon profil de Lamy exclusivement.

L'angle de la voûte acromio-coracoïdienne α nous paraît être une mesure intéressante du fait de sa bonne reproductibilité intra et inter-observateur et pourrait être utilisé pour déterminer les patients à risque de tendinopathie selon sa valeur numérique et le type de voûte acromio-coracoïdienne associée. Cependant, nous n'avons pas pu déterminer de valeur seuil angulaire permettant d'en faire un marqueur diagnostique prédictif d'une tendinopathie, par manque de puissance statistique de notre étude.

Il serait donc intéressant à l'avenir de réaliser une étude avec un plus grand nombre de patients et de valider statistiquement cet angle comme mesure prédictive afin de déterminer les patients à risque de lésions de la coiffe des rotateurs en fonction de leur activité professionnelle ou sportive. Ainsi, un angle α approchant 132° augmenterait le risque de tendinopathie alors qu'un angle approchant 137° le diminuerait.

CONCLUSION

Dans cette étude, nous avons cherché à définir de façon simple et reproductible, des mesures prédictives de la survenue d'une tendinopathie de la coiffe des rotateurs.

Nous avons privilégié la radiographie de profil de Lamy, peu onéreuse, facilement disponible permettant plusieurs mesures omométriques, validées par nos dissections anatomiques préalables.

Même si ce cliché est difficile à réaliser, nous avons montré que deux formes de voûtes acromio-coracoïdiennes peuvent être décrites : les « fermées » et les « ouvertes ».

Les premières étant statistiquement corrélées à une pathologie de la coiffe, au contraire des secondes, ce qui introduit la notion d'espace « vital » antéro-postérieur pour la coiffe des rotateurs, ce qui n'a jamais été décrit jusqu'à présent.

L'aire sous acromiale pondérée $c \geq 21,4 \text{ mm}^2$ donne au patient 4 fois plus de risque de développer une tendinopathie de la coiffe des rotateurs, même si cette mesure est à interpréter de façon prudente du fait de sa reproductibilité moyenne et sous réserve d'un bon cliché de Lamy. L'angle de la voûte acromio-coracoïdienne α est sans doute aussi une mesure importante pour estimer le risque futur de lésions de la coiffe des rotateurs mais demande une étude plus approfondie pour sa validation définitive.

Il serait intéressant de poursuivre ce travail sur une série prospective, plus conséquente afin de confirmer nos résultats sur le plan statistique.

Peut être faut-il seulement sectionner le LAC sans réaliser une acromioplastie associée chez les patients sans bec acromial ?

Les nouvelles méthodes d'investigation, notamment dynamiques avec l'échographie, vont sans doute permettre dans un avenir proche une meilleure compréhension de cette pathologie de plus en plus fréquente.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Rapport pour la commission des maladies professionnelles : les affections péri-articulaires de la région scapulaire et activité professionnelle, 1ere partie : définitions, classifications et données épidémiologiques descriptives de cadrage, 3^e partie : facteurs de risque. Pr Yves Roquelaure et Pr Thierry Thomas, Laboratoire d'ergonomie et d'épidémiologie en santé au travail (LEEST), UPRES EA 4336, Unité associée à l'Institut de veille sanitaire ; Université d'Angers ; CHU d'Angers.
2. Sheon RP, Moskowitz RW, Goldberg VM. Soft tissue rheumatic pain. Recognition, management, and prevention. New york, Williams & Wilkins, 1996, 391 p.
3. Nizard J, Noel E. L'épaule douloureuse non traumatique. Paris, Masson, 2003, 201 p.
4. Neer CS, 2nd. Impingement lesions. Clin Orthop 1983 ; (173) : 70-7.
5. Codman EA, Akerson IB. The pathology associated with rupture of the supraspinatus tendon. Ann Surg 1931 ; 93 (1) : 348-59.
6. Moor BK, Bouaicha S, Rothenfluh DA, Sukthankar A, Gerber C. Is there an association between the individual anatomy of the scapula and the development of rotator cuff tears or osteoarthritis of the glenohumeral joint? : A radiological study of the critical shoulder angle. J Bone Joint J. 2013 Jul ; 95-B (7) : 935-41.
7. Bigliani LU, Morrison DS, April EW. The morphology of the acromion and its relationship to rotator cuff tears. Orthop Trans 1986 ; 10 : 228.
8. Park TS, Park DW, Kim SI, Kweon TH. Roentgenographic assessment of acromial morphology using supraspinatus outlet radiographs. Arthroscopy. 2001 May ; 17(5) : 496-501.
9. Lamy R : Technique radiographique de la face et du profil de l'articulation scapulo-humérale. J Radiol Technol, 1949, 30, 200-2.

10. Mayerhoefer ME, Breitenseher MJ, Roposch A, Treitl C, Wurnig C. Comparison of MRI and conventional radiography for assessment of acromial shape. *AJR Am J Roentgenol*. 2005 Feb ; 184(2) : 671-5.
11. Vallois HV 1932. L'omoplate humaine. Etude anatomique et anthropologique. *Bulletins et mémoires de la société d'anthropologie de Paris-8^e série*, 3, p 3-153.
12. Symposium SFA 2013. Conflit sous acromial mythe ou réalité ? Notre acromion actuel d'où vient-il et où va t'il ?
13. Gallino M, Battiston B, Annaratone G, Terragnoli F. Coracoacromial ligament: a comparative arthroscopic and anatomic study. *Arthroscopy*. 1995 Oct ; 11(5):564-7.
14. Fealy S, April EW, Khazzam M, Armengol-Barallat J, Bigliani LU. The coracoacromial ligament: morphology and study of acromial enthesopathy. *J Shoulder Elbow Surg*. 2005 Sep-Oct ; 14(5) : 542-8.
15. Botser IB, Shapira S, Oran A, Avivi E, Pritsch M. Significance of plain radiography in shoulder pain diagnosis]. *Harefuah*. 2011 Sep ; 150(9) : 742-6, 749. Review. Hebrew.
16. Ogata S, Uthoff HK. Acromial enthesopathy and rotator cuff tear. *Clinical Orthop*. 1990 ; 254 : 39-48.
17. Edelson JG The 'hooked' acromion revisited. *J Bone Joint Surg Br*. 1995 Mar ; 77(2) : 284-7.
18. Tibone JE, Elrod B, Jobe FW, Kerlan RK, et al. Surgical treatment of tears of the rotator cuff in athletes. *J Bone Joint Surg* 1986 ; 68A : 887-91.
19. Armstrong JR. Excision of the acromion in treatment of the supraspinatus syndrome ; report of 95 excisions. *J Bone Joint Surg (Br)* 1949 ; 31 (3) : 436-61.
20. Neer CS, 2nd. Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder ; a preliminary report. *J Bone Joint Surg (Am)* 1972 ; 54 (1) : 41-50.

21. Stéphane Vaz, Jacques Soyer, Pierre Pries, Jean-Pierre Clarac. Conflit sous-acromial : influence de la morphologie de la voûte acromioclaviculaire sur la valeur fonctionnelle de l'épaule. *Revue du Rhumatisme*, Volume 67, Issue 6, July 2000, Pages 437- 42.
22. Rouvière H, Delmas A. *Anatomie humaine*, tome 3, 12^e édition. Paris : Masson ; 1984.
23. Zuckerman JD, Kummer FJ, Cuomo F, Simon J, Rosenblum S, Katz N. The influence of coracoacromial arch anatomy on rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 1992 ; 1 (1) : 4-14.
24. Edelson JG, Taitz C. Anatomy of the coraco-acromial arch : relation to degeneration of the acromion. *J Bone Joint Surg* 1992 ; 74B : 589-94.
25. Bigliani LU, Ticker JB, Flatow EL, Soslowky LJ, Mow VC. The relationship of acromial architecture to rotator cuff disease. *Clin Sports Med*. 1991 Oct ; 10(4) : 823-38.
26. Uhtoff HK, Hammond DI, Sarkar K, Hooper GJ. The role of the coracoacromial ligament in the impingement syndrome : a clinical, radiological and histological study. *Int orthop* 1988, 12, 97-104.
27. Altchek DW, Warren RF, Wickiewicz TL, Skyhar MJ, Ortiz G, Schwartz E. Arthroscopic acromioplasty. Technique and results. *J Bone Surg* 1990 ; 72A : 1198-1207.
28. Elman H. Arthroscopy subacromial decompression : Analyse of 1-3 year results. *Arthroscopy* 1987 ; 3 : 173.
29. Esch JC, Ozerkis LR, Helgager JA, Kane N, Lilliot N. Arthroscopic subacromial decompression : Results according to the degree of rotator cuff tear. *Arthroscopy* 1988 ; 4 : 241-9.
30. Garstman GM,. Arthroscopic acromioplasty for lesions of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg* 1990 ; 72A : 169-80.

31. Nutton RW, McBirnie JM, Phillips C. Treatment of chronic rotator cuff impingement by arthroscopic sub acromial decompression. *J Bone Joint Surg* 1997 ; 79B : 73-6.
32. Kempf JF : L'arthroscopie de l'épaule. *J Chir (Paris)*, 1992, 129, 271-76.
33. Balke M, Schmidt C, Dedy N, Banerjee M, Bouillon B, Liem D. Correlation of acromial morphology with impingement syndrome and rotator cuff tears. *Acta Orthop*. 2013 Apr ; 84(2) : 178-83.
34. Aoki M, Ishii S, Usui M. The slope of the acromion and rotator cuff impingement. *Orthop Trans* 1986 ; 10 : 228.
35. Kitay GS, Iannotti JP, Williams GR, Haygood T, Kneeland BJ, Berlin J. Roentgenographic assessment of acromial morphologic condition in rotator cuff impingement syndrome. *J Shoulder Elbow Surg* 1995 ; 4 (6) : 441-8.
36. Stehle J, Moore SM, Alaseirli DA, Debski RE, McMahon PJ. Acromial morphology : effects of suboptimal radiographs. *J Shoulder Elbow Surg* 2007 ; 16(2) : 135-42.
37. Nyffeler RW, Werner CM, Sukthankar A, Schmid MR, Gerber C. Association of a large lateral extension of the acromion with rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg (Am)* 2006 ; 88(4) : 800-5.
38. Sperner G. Role of the subacromial space on development of the impingement syndrome, I and II. *Unfallchirurg*. 1995 Jun ; 98 (6) : 301-8 and 309-19.
39. Farley TE, Neumann CH, Steinbach LS, Petersen SA. The coracoacromial arch: MR evaluation and correlation with rotator cuff pathology. *Skeletal Radiol*. 1994 Nov ; 23(8) : 641- 5.
40. Mac Gillivray JD, Fealy S, Potter HG, O'Brien SJ. Multiplanar analysis of acromion morphology. *AM J Sports Med* 1998 ; 26 (6) : 836-40.
41. Banas MP, Miller RJ, Totterman S. Relationship between the lateral acromion angle and rotator cuff disease. *J Shoulder Elbow Surg* 1995 ; 4(6) : 454-61.

42. Hamid N, Omid R, Yamaguchi K, Steger-May K, Stobbs G, Keener JD. Relationship of radiographic acromial characteristics and rotator cuff disease : a prospective investigation of clinical, radiographic, and sonographic findings. J Shoulder Elbow Surg 2012 ; 21 (10) : 1289-98.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Voûte acromio-coracoïdienne

Figure 2 : Radiographie de profil de Lamy sur pièce anatomique avec repérage du LAC

Figure 3 : Installation du patient pour la réalisation du cliché de Lamy

Figure 4 : Profil de Lamy

Figure 5 : Classification de Bigliani

Figure 6 : Repères radiographiques pour réaliser la classification de Park

Figure 7 : Longueur du LAC : a (mm)

Figure 8 : Longueur acromion : b (mm)

Figure 9 : Aire sous acromiale : c (mm)

Figure 10 : Diamètre de la tête humérale : d (mm)

Figure 11 : Angle de la voûte acromio-coracoïdienne : α (°)

Figure 12 : Angle pilier de la scapula - LAC : β (°)

Figure 13 : CSA (°)

Figure 14 : Tilt acromial

Figure 15 : Pente acromiale

Figure 16 : Index acromial

Figure 17 : Lateral acromial angle

Figure 18 : Morphotype de voûte acromio-coracoïdienne fermée

Figure 19 : Morphotype de voûte acromio-coracoïdienne ouverte

Figure 20 : Bonne façon de mesurer l'aire sous acromiale sur un cliché bien réalisé

Figure 21 : Mauvais Lamy, première façon de calculer l'aire sous acromiale

Figure 22 : Mauvais Lamy, deuxième façon de calculer l'aire sous acromiale

Figure 23 : Echographie d'épaule visualisant parfaitement le LAC et son rapport avec le supra-épineux

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Caractéristiques opératoires des sous groupes

Tableau II : Répartition du niveau de travail dans les sous groupes malades

Tableau III : Répartition du niveau de travail selon le groupe

Tableau IV : Résultats de la comparaison des deux groupes

Tableau V : Résultats de la comparaison des sous groupes malades entre eux

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	p 20
MATERIEL ET METHODE	p 22
I Etude anatomique	p 22
II Etude radiographique	p 25
1) Critères d'inclusion et d'exclusion	p 25
2) Population	p 26
<i>Groupe malade</i>	p 27
<i>Groupe sain</i>	p 29
III Technique d'étude radiographique	p 30
1) Réalisation technique des clichés	p 30
<i>Justification du choix du profil de Lamy</i>	p 31
<i>Critères de réussite</i>	p 31
2) Réalisation des mesures	p 33
3) Analyse statistique	p 43
RESULTATS	p 44
I Résultats globaux	p 44
II Résultats en fonction des sous groupes A, B et C dans le groupe malade	p 46
III Résultat de l'analyse univariée	p 48
IV Reproductibilité des mesures	p 48
DISCUSSION	p 51
I Intérêt de l'étude	p 51
II Discussion de la méthodologie	p 64
CONCLUSION	p 66
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	p 67
LISTE DES FIGURES	p 72
LISTE DES TABLEAUX	p 74

ANNEXES

Rapport-gratuit.com 
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES