UNIVERSITE DE NANTES

_____

FACULTE DE MEDECINE

_____

Année 2014

N° 175

THESE

pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

(DESC de chirurgie orthopédique et traumatologique)

par

Jérémy SIMON
né le *28 Février 1983 à BRESSUIRE*

_____

Présentée et soutenue publiquement le *20 Novembre 2014*

_____

ARTERE ULNAIRE SUPERFICIELLE ET FASCIOTOMIE VENTRALE ANTEBRACHIALE. IMPLICATION CLINIQUE ET CHIRURGICALE DANS LE SYNDROME DES LOGES CHRONIQUE D'AVANT-BRAS

_____

Président : Monsieur le Professeur GOUIN

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur PIETU

COMPOSITION DU JURY

Président du jury:

Monsieur le Professeur GOUIN François

Directeur de thèse :

Monsieur le Docteur PIETU Guy

Membres du jury:

Monsieur le Docteur PIETU Guy

Monsieur le Professeur HAMEL Antoine

Monsieur le Professeur PASSUTI Norbert

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur François GOUIN
Qui nous fait l'honneur de présider ce jury

Merci pour votre confiance et pour l'intérêt que vous avez bien voulu porter à notre travail.

Soyez assuré de notre plus profond respect et de toute notre reconnaissance

A Monsieur le Docteur Guy PIETU

Qui me fait l'honneur de diriger cette thèse

Merci pour le temps précieux que tu m'as consacré, tes conseils avisés et ta disponibilité.

Sois assuré que je continuerai à transmettre l'esprit de compagnonnage que tu m'as inculqué.

A Monsieur le Professeur Antoine HAMEL

Qui nous fait l'honneur de participer à ce jury

Merci pour l'accueil et l'enseignement reçu lors de mon passage en orthopédie pédiatrique

Vos qualités professionnels et votre rigueur sont pour nous des exemples à suivre.

Recevez le témoignage de notre reconnaissance

A Monsieur le Professeur Norbert PASSUTI

Qui nous fait l'honneur de participer à ce jury

Merci pour votre enseignement précieux tout au long de mon internat

Votre parcours professionnel exemplaire force le respect

Recevez le témoignage de notre considération

A l'ensemble du personnel du service d'orthopédie-traumatologie de CHU de Nantes

Pour m'avoir encouragé dans la pratique de la chirurgie

Merci de votre accueil et de votre soutien

A l'ensemble du service d'orthopédie-traumatologie de la Roche-sur-Yon et particulièrement aux Docteurs Guillaume Venet, Nicolas Fraquet, François Le Cour Grandmaison, Antoine Tesson et Jean-Yves Girard.

Pour les deux semestres passés à vos côtés qui m'ont forgé dans la pratique de mon futur métier.

Merci pour votre accueil, votre gentillesse et l'enseignement que vous m'avez prodigué.

Soyez assurés de ma plus profonde amitié et de mon plus grand respect.

A Olivia, ma femme, pour le soutien sans limite qu'elle m'apporte et pour tout l'Amour qu'elle me témoigne quotidiennement.

A mes garçons, Axel et Louis, qui nous comble de bonheur

A mes parents, mes frères et ma sœur pour leur amour, leur soutien et leurs encouragements malgré les obstacles que j'ai rencontré dans ma vie.

A mes beaux-parents et mes belles-sœurs pour leur présence et leur soutien qu'ils nous apportent au quotidien.

A toute ma famille et mes amis pour leurs encouragements et leur bonne humeur dans les bons et mauvais moments.

A ceux qui ont comptés pour moi, avec qui j'aurai voulu partager ce moment.

LISTE DES ABREVIATIONS UTILISEES

A. : artère

AUS : artère ulnaire superficielle

AB : artère brachiale

ABS : artère brachiale superficielle

AIO : artère interosseuse

AR : artère radiale

PIM : pression intramusculaire

SLC : syndrome des loges chronique

PLAN

1) INTRODUCTION 8

2) MATERIELS ET METHODES 11
2.1 Population étudiée 11
2.2 Paramètres recueillis 12
2.3 Type de l'étude 15
2.4 Objectif principal 15
2.5 Objectifs secondaires 15
2.6 Critères diagnostiques du SLC d'avant-bras 16
2.7 Technique opératoire 16
2.8 Suivi 18
2.8.1 A court terme 18
2.8.2 A long terme 18

3) RESULTATS 19
3.1 Analyse des données peropératoires et du suivi à court terme 19
3.2 Résultats fonctionnels à long terme 26

4) DISCUSSION 28
4.1 Limites de l'étude 28
4.2 SLC d'avant-bras 28
4.2.1 Epidémiologie 28
4.2.2 Diagnostic 32
4.2.3 Traitement chirurgical 33
4.3 Anatomie 38
4.3.1 L'AUS 38
4.3.2 Classifications des variations artérielles 43
4.3.3 Embryologie 46
4.3.4 Loges et compartiments de l'avant-bras 52
4.3.5 Implications cliniques 55
4.4 Résultats du suivi à court terme 57
4.5 Résultats à long terme 57

5) CONCLUSION 59

REFERENCES 61

ANNEXES 67

1) INTRODUCTION

Le syndrome des loges chronique (SLC) est une pathologie peu fréquente définie par une douleur musculaire induite par l'exercice physique intense. La symptomatologie traduit l'élévation des pressions intra-compartimentales issue d'une situation conflictuelle entre un contenant peu expansible (la loge) et un contenu expansible (les muscles). Au contraire du syndrome des loges aigu, le SLC est spontanément résolutif à l'arrêt de l'activité causale.

Le SLC d'avant-bras est beaucoup moins décrit que le SLC de jambe mais relève des mêmes mécanismes physiopathologiques. Le primum movens est l'augmentation de la pression intratissulaire pendant l'exercice physique. Lors d'un effort très intense, le volume musculaire peut augmenter de 20 à 30 % par hyperhémie et œdème (1). La loge étant une structure inextensible, la pression intramusculaire (PIM) augmente. Lorsqu'elle atteint le seuil critique de pression de 30 mm Hg, la perfusion musculaire et le drainage diminuent, augmentant davantage la PIM (2). Un cercle vicieux s'installe responsable de la survenue des douleurs des muscles sollicités (cf. figure 1). Même si la perfusion musculaire n'est pas totalement interrompue, le patient doit arrêter son effort quand les besoins du muscle ne sont plus satisfaits. Dans les formes chroniques, l'arrêt de l'effort interrompt le cercle vicieux et permet un retour progressif des pressions à la normale, expliquant la disparition des douleurs. Le SLC est donc réversible puisqu'il est dépendant de l'activité physique. Le passage d'une forme chronique à une forme aigue est un danger hypothétique car aucun cas n'est décrit dans la littérature au niveau de l'avant-bras.

Le SLC d'avant-bras touche les sportifs jeunes et préférentiellement les pilotes de motocross. Il semble également toucher les travailleurs manuels (3–7).

Le diagnostic repose sur la mesure des PIM au sein des loges qui reste la méthode de référence.

Le traitement chirurgical consiste à libérer les muscles par la réalisation d'une fasciotomie. Différentes techniques ont été rapportées depuis la première description du SLC d'avant-bras en 1985 par Kutz et al. (8). La chirurgie à ciel

ouvert est restée pendant longtemps la référence mais récemment les techniques mini-invasives (assistées ou non par endoscopie) se sont développées (9–15).

L'avant-bras est composé de 3 loges : antérieure, latérale et postérieure. La loge antérieure est séparée en 2 compartiments : superficiel et profond. Cependant l'importance de l'aponévrose recouvrant le compartiment profond et par conséquent l'utilité de sa libération est discutée par plusieurs auteurs (12,16–18).

Les techniques à ciel ouvert ou mini-invasives procèdent systématiquement à la fasciotomie ventrale de l'avant-bras via un abord ventral ulnaire. L'avant-bras est le siège de variations artérielles fréquentes dont l'artère ulnaire superficielle (AUS). De part son trajet superficiel, l'AUS est la plus exposée lors de l'abord ventral ulnaire effectué dans le cadre du SLC d'avant-bras.

L'incidence de l'AUS varie dans la littérature de 0% (19,20) à 9,38 % (21). Une susceptibilité ethnique est discutée afin d'expliquer la variation de son incidence (19,22,23).

Son origine réside dans le développement embryologique du réseau vasculaire. Deux théories s'opposent : la plus récente, énoncée par Rodriguez-Niedenführ et al. en 2001 (24), avance que le système artériel se développe à partir d'un plexus capillaire se différenciant dans le sens proximo-distal. Le système artériel final provient de la persistance, de l'élargissement et de la différentiation des capillaires. Ce modèle rend obsolète l'ancienne théorie basée sur la « pousse » ou « sprouting » de vaisseaux aberrants lors de l'organogénèse avancée par Singer et al. en 1933 (25).

Le trajet antébrachial de l'AUS est relativement constant au dessus du plan des muscles fléchisseurs la rendant vulnérable à tout geste invasif de la région ventrale de l'avant-bras.

Sa lésion peut avoir des conséquences irréversibles sur la vascularisation distale du membre supérieur. Ainsi plusieurs cas dramatiques au cours d'injections faussement intraveineuses ont été rapportés dans la littérature (26,27).

Pour diagnostiquer la présence d'une AUS, plusieurs tests ont été évalués comme l'absence du muscle long palmaire (28) ou la palpation d'un pouls

superficiel inhabituel au niveau de l'avant-bras (21,26). Cependant aucun d'entre eux ne peut éliminer de façon certaine la présence de l'AUS.

A notre connaissance, aucune étude ne rapporte la présence de l'AUS dans le cadre de fasciotomies ventrales de l'avant-bras.

Tous les patients atteints de SLC d'avant-bras opérés par fasciotomies ventrales à ciel ouvert ont été revus au sein de notre centre hospitalier en vérifiant la présence de variations anatomiques artérielles. L'objectif principal de cette étude était de mettre en évidence la présence de l'AUS lors de la réalisation de fasciotomie ventrale d'avant-bras, d'en décrire son trajet et d'en évaluer sa fréquence. Nos objectifs secondaires étaient d'évaluer l'efficacité de la libération du compartiment profond de la loge antérieure et d'analyser les résultats à court et à long terme de la fasciotomie ventrale à ciel ouvert dans le traitement du SLC d'avant-bras.

2) MATERIELS ET METHODES

2.1 Population étudiée

Les dossiers médicaux constituaient la base de donnée principale. Les critères d'inclusions et de non-inclusion étaient les suivants :

2.1.1 Critères d'inclusion

Les patients qui répondaient aux critères de diagnostic du SLC d'avant-bras et qui étaient opérés de leur pathologie par une fasciotomie ventrale à ciel ouvert ont été inclus dans l'étude.

2.1.2 Critères de non inclusion

Les critères de non inclusion étaient :

- Patients présentant une symptomatologie de repos
- Patients aux antécédents de pathologies rhumatismales ou de pathologie responsables de douleurs chroniques des membres
- Dossier indisponible ou incomplet ne permettant pas de répondre aux différents paramètres à recueillir
- Absence de mesure des PIM de la loge antérieure
- Fasciotomie ventrale par technique mini-invasive

2.2 Paramètres recueillis

2.2.1 Données de l'interrogatoire

- les données démographiques : âge et sexe
- Les antécédents médicaux et chirurgicaux. En particulier les antécédents traumatiques homolatéraux au SLC d'avant-bras.
- Activités causales : activités physiques pratiquées et profession
- Caractéristiques de la symptomatologie :
    - Latéralité
    - Durée d'évolution
    - Durée de l'effort avant l'apparition des symptômes
    - Durée des symptômes après l'arrêt de l'effort
    - Topographie des douleurs
    - Type de douleur
    - Présence d'une parésie obligeant le patient à arrêter son effort
    - Paresthésies dans le territoire du nerf ulnaire

2.2.2 Données des mesures des PIM de la loge ventrale

- Mesure des PIM au repos (en mm Hg)
- Mesure des PIM à 5 minutes après l'arrêt de l'effort (en mm Hg)

2.2.3 Données peropératoires

- Loges et compartiments libérées
- Présence d'une AUS et description de son trajet
- Présence d'autres variations artérielles
- Présence du muscle long palmaire
- Expansion musculaire des muscles du compartiment superficielle de la loge antérieure lors de la fasciotomie ventrale
- Expansion musculaire des muscles du compartiment profond de la loge antérieure lors de l'incision du périmysium.
- Qualité subjective du fascia ventral et du périmysium recouvrant le compartiment profond de la loge antérieure

2.2.4 Données du suivi à court terme

- Complications
    - Hématomes
    - Signes en faveur d'infection : fièvre, signes locaux
    - Complications nerveuses et artérielles
    - Douleurs persistantes pouvant signer un échec précoce
    - Réapparition de douleurs à distance pouvant signer une récidive du SLC d'avant-bras
- Aspect cicatriciel
- Reprises chirurgicales
- Délai de reprise des activités professionnelles ou sportives causales
- Recul

2.2.5 Données du suivi à long terme

Les données du suivi à long terme ont été renseignées par un auto-questionnaire (cf. Annexe 1). Chaque patient a été recontacté par mail afin de le remplir. L'auto-questionnaire renseignait les données suivantes :

- Données générales : antécédents, traitements, latéralité
- Reprise chirurgicale
- Retentissement fonctionnel
- Symptômes cliniques
- Aspect esthétique de la cicatrice et de l'avant-bras
- Amélioration fonctionnelle
- satisfaction

2.3 Type de l'étude

Il s'agit d'une étude rétrospective, monocentrique et descriptive réalisée chez des sujets atteints de SLC d'avant-bras opérés par fasciotomie ventrale à ciel ouvert au CHU de Nantes de juillet 1997 à juillet 2012.

2.4 Objectif principal

L'objectif principal était de relever la présence d'une AUS au cours de fasciotomies ventrales antébrachiales à ciel ouvert réalisées dans le cadre du SLC d'avant-bras. Lorsque la variation artérielle était présente, son trajet était décrit.

2.5 Objectifs secondaires

Le premier objectif secondaire était d'évaluer les résultats de la fasciotomie ventrale à ciel ouvert à court et à long terme dans le traitement du SLC d'avant-bras. L'efficacité à court terme reposait sur la survenue de complications postopératoires, d'échecs précoces, de récidives et sur le délai de reprise des activités sportives et professionnelles. L'efficacité à long terme était basée sur un auto-questionnaire (cf. Annexe 1).

Notre deuxième objectif secondaire était de mesurer l'efficacité de la libération du compartiment profond de la loge antérieure en peropératoire. Pour ce faire, l'opérateur appréciait subjectivement l'importance de l'expansion musculaire au cours de la libération du compartiment profond.

2.6 Critères diagnostiques du SLC d'avant-bras

Le diagnostic du SLC d'avant-bras était basé sur l'ensemble des données cliniques associées à la mesure des PIM prises au repos et 5 minutes après l'arrêt de l'effort.

La douleur devait être strictement rythmée par l'effort. Elle devait être provoquée par l'activité physique et diminuer à son arrêt jusqu'à atteindre l'indolence. Les patients devaient être asymptomatiques au repos.

La mesure des PIM était effectuée par un médecin du sport référent. L'effort était reproduit par des flexions répétées avec un bracelet de force. La mesure de la PIM intéressait systématiquement la loge antérieure. Le mesure des PIM de la loge postérieure était réalisée si la symptomatologie intéressait les muscles de cette loge. Le seuil diagnostic des pressions était de 15mmHg au repos et/ou 25mmHg à l'effort selon les critères de Pedowitz et al. (29). L'augmentation de la pression intramusculaire à l'effort devait être concomitante à l'apparition des symptômes.

Ces critères permettaient de poser l'indication chirurgicale de fasciotomie ventrale à ciel ouvert après concertation entre le médecin du sport référent et l'opérateur.

2.7 Technique opératoire

Toutes les fasciotomies ont été effectuées par le même chirurgien. La fasciotomie ventrale était systématique ainsi que la libération du compartiment profond de la loge antérieure. La fasciotomie latérale était réalisée si la symptomatologie intéressait la loge externe.

La libération de la loge externe était réalisée soit par un abord distinct soit par l'abord ventral en décollant un lambeau cutané latéral. L'abord séparé

consistait en une incision longitudinale latérale de 10 cm centrée sur le corps du muscle brachio-radialis.

La loge antérieure était libérée par un abord qui consistait en une grande incision longitudinale ventrale décalée sur le bord ulnaire s'étendant de 5 cm sous le pli du coude jusqu'à 5 cm au dessus du poignet. Cet abord permettait l'exposition des compartiments, superficiel et profond, de la loge antérieure de l'avant-bras. La fasciotomie ventrale était réalisée longitudinalement sur toute sa longueur tout en vérifiant et contrôlant la présence éventuelle de variation anatomique artérielle. La fasciotomie permettait l'accès au compartiment superficiel et l'incision du périmysium de chacun des muscles le composant était réalisée (fléchisseur ulnaire du carpe, long palmaire si présent, fléchisseur radial du carpe et fléchisseur commun superficiel des doigts). L'accès au plan profond s'effectuait entre le muscle fléchisseur commun superficiel des doigts et le muscle fléchisseur ulnaire du carpe comme décrit par Ronel et al. (30). Le pédicule ulnaire était alors repéré et protégé. Le compartiment profond de la loge antérieure était libéré par incision du périmysium de chacun des muscles le composant (fléchisseur commun profond des doigts et long fléchisseur du pouce).

Au cours de la procédure chirurgicale, toute variation artérielle relevée était décrite. L'importance de l'expansion musculaire du compartiment profond lors de sa libération était évaluée subjectivement par l'opérateur. La présence ou l'absence du muscle long palmaire était notée. Ces éléments constituaient les données peropératoires.

La fermeture était réalisée sur un drainage aspiratif et un pansement « serré » était confectionné.

2.8 Suivi

2.8.1 A court terme

Les patients étaient hospitalisés pendant 48 heures en postopératoire. Le drainage était retiré avant la sortie. Une mobilisation précoce était débutée dès le lendemain de l'intervention par une balle anti-stress. Tous les patients étaient revus au quinzième jour postopératoire pour contrôler la cicatrisation et débuter une reprise progressive des activités physiques puis au quarante-cinquième jour postopératoire pour une reprise complète des activités professionnelles et physiques.

Lorsqu'une variation artérielle était relevée en peropératoire, la réalisation d'une angio-IRM était proposée au patient pour préciser le trajet dans le bras et vérifier le membre controlatéral si le patient n'était opéré que d'un côté.

L'analyse du suivi à court terme concernait l'ensemble des patients inclus.

2.8.2 A long terme

Les patients ont été recontactés par mail à distance afin de remplir un auto-questionnaire (cf. Annexe 1). Le questionnaire reprenait les items suivants : antécédents, traitements, reprise chirurgicale, retentissement fonctionnel, symptômes cliniques, esthétique, amélioration fonctionnelle et satisfaction.

L'analyse du suivi à long terme ne concernait que les patients qui avaient répondu de façon complète à l'auto-questionnaire.

3) RESULTATS

Sur 15 ans, de juillet 1997 à juillet 2012, 17 patients ont été inclus dans cette étude.

A distance, l'ensemble des patients étaient recontactés pour remplir un auto-questionnaire. Sur les 17 patients inclus, 4 étaient perdus de vue. Seuls 13 patients ont répondu à l'auto-questionnaire et ont été inclus pour l'analyse du suivi à long terme.

3.1 Analyse des données peropératoires et du suivi à court terme

Cette analyse concernait les 17 patients atteints du SLC d'avant-bras opérés par fasciotomie à ciel ouvert.

L'âge moyen était de 24 ans (de 17 à 38 ans). Tous étaient des hommes d'origine caucasienne. 12 patients présentaient des symptômes bilatéraux soit 29 avant-bras opérés.

3.1.1 Activités causales

13 patients pratiquaient le motocross. Parmi eux, 11 présentaient des symptômes bilatéraux. Un patient pratiquait la planche à voile et présentait également des symptômes bilatéraux. Enfin les 3 autres patients pratiquaient respectivement l'aviron, le martelage (chaudronnier) et le désossage. Ces derniers présentaient des symptômes unilatéraux. Pour les patients chaudronnier et désosseur, l'activité professionnelle a été retenue comme cause de leur SLC d'avant-bras car aucune autre activité à risque n'a été relevée.

3.1.2 Symptomatologie et mesure des PIM

L'ensemble des patients présentait des douleurs à l'effort. La topographie des douleurs était palmaire chez 16 patients et 2 décrivaient des douleurs dorsales associées. 1 patient décrivait des douleurs à la face dorsale du premier espace inter-métacarpien droit concomitantes à ses douleurs palmaires. Un seul patient présentait des douleurs dorsales isolées.

Des parésies obligeant à l'arrêt de l'effort étaient décrites par 14 patients. 4 patients rapportaient des paresthésies dans le territoire du nerf ulnaire.

La durée d'évolution des symptômes avant le diagnostic était de 3,5 ans en moyenne (de 3mois à 15 ans ; la médiane était à 2 ans). Les douleurs apparaissaient en moyenne à 9,25 minutes (de 3 à 15 minutes) après le début de l'effort et disparaissaient en moyenne à 26,25 minutes après l'arrêt de l'effort (de 10 à 60 minutes).

Tous les patients bénéficiaient d'une mesure des PIM de la loge antérieure au repos et 5 minutes après l'arrêt de l'effort. Le patient se plaignant de douleurs dans le premier espace inter-métacarpien n'avait pas bénéficié de mesure des PIM à ce niveau. La mesure des PIM de la loge antérieure retrouvait au repos une valeur moyenne de 20,74 mm Hg (de 4 à 50 mm Hg) et à 5 minutes post-exercice une moyenne de 45,63 mm Hg (de 22 à 80 mm Hg).

3.1.3 Fasciotomies

Les patients ont tous bénéficiés d'une fasciotomie ventrale et de la libération du compartiment profond de la loge antérieure par incision du périmysium à ciel ouvert. La loge latérale était libérée chez 3 patients (2 de façon bilatérale et 1 de façon unilatérale). Au total, 29 fasciotomies ventrales, 3 fasciotomies latérales et 1 fasciotomie du premier espace inter-métacarpien ont été réalisées soit un total de 33 loges libérées. A 14 reprises, seule la loge antérieure (compartiment superficiel et profond) était libérée. 2 chirurgies associaient la fasciotomie ventrale et latérale par un abord séparé. La fasciotomie ventrale était combinée à la fasciotomie

latérale par le même abord dans un cas. Enfin dans un cas la fasciotomie ventrale était associée à la fasciotomie du premier espace inter-métacarpien homolatérale.

3.1.4 Constatations peropératoires

3 AUS ont été retrouvées chez 3 patients soit 10,3% des avant-bras opérés. Parmi ces 3 patients, un était opéré des deux avant-bras et deux étaient opérés d'un seul avant-bras.

Toutes les AUS avait un trajet en arrière du fascia. Les AUS constituaient chez ces 3 patients le seul contingent artériel ulnaire. Cependant dans un cas, l'AUS coexistait avec une artère pouvant correspondre a la persistance incomplète d'une artère ulnaire « normale ». En effet cette dernière naissait de l'artère brachiale en dessous du pli du coude, rejoignait le nerf ulnaire dans sa partie haute puis terminait son trajet dans le quart proximal de l'avant-bras (cf. Figure 1b et 2).

Deux trajets d'AUS ont été relevés : dans deux cas la dissection de l'AUS débutait au pli du coude, cheminait en avant du muscle fléchisseur commun superficiel des doigts puis rejoignait le bord latérale du nerf ulnaire au niveau du poignet (cf. Figure 1a)

Dans le troisième cas, le trajet était moins direct. l'artère cheminait en avant du muscle fléchisseur radial du carpe dans les deux tiers proximaux de l'avant-bras. A sept centimètres du poignet, L'AUS décrivait un angle de 90° de latéral en médial dans un dédoublement du fascia avant de rejoindre le bord latéral du nerf ulnaire (cf. Figure 3)

Dans aucun cas, la dissection n'a permis de mettre en évidence l'origine de l'AUS. Cette étude était portée sur des sujets vivants. L'origine haute des AUS n'a donc pas pu être précisé en peropératoire puisque la voie d'abord limitait la dissection à l'avant-bras.

Chez un quatrième patient, une artère cheminait en arrière du fléchisseur commun superficiel des doigts accompagnant le nerf médian. Pour les mêmes raisons, son trajet complet n'était pas détaillé.

Pour chaque patient, la fasciotomie ventrale permettait une expansion musculaire selon l'opérateur. Selon ce dernier cette expansion musculaire n'était retrouvée que dans 7 cas lors de l'incision du périmysium des muscles du compartiment profond. La libération du compartiment profond de la loge antérieure était toujours considérée moins importante que celle du compartiment superficiel par le chirurgien.

Le muscle long palmaire était absent chez 3 patients dont 2 fois chez des patients présentant une AUS. Aucune lésion artérielle ou nerveuse ne sont survenues au cours des procédures chirurgicales.

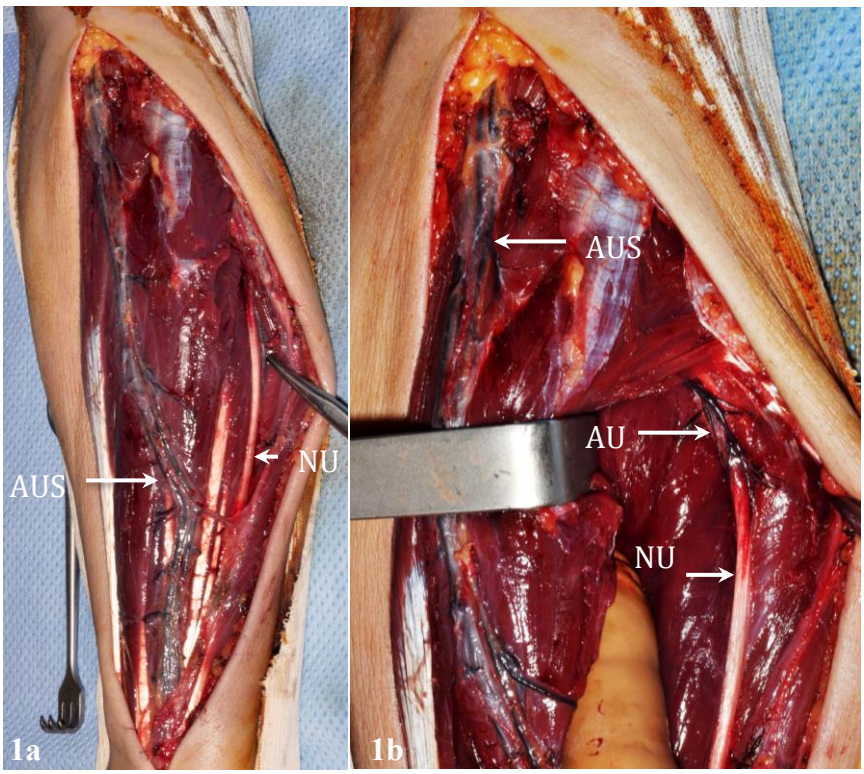

Figure 1 : Vue ventrale d'un avant-bras droit après fasciotomie ventrale.

1a : NU : nerf ulnaire. AUS : artère ulnaire superficielle. Le muscle long palmaire est absent.

1b : Agrandissement de la partie supérieure de la figure 2a . Une artère ulnaire (AU) chemine sur le quart proximal du nerf ulnaire (NU)

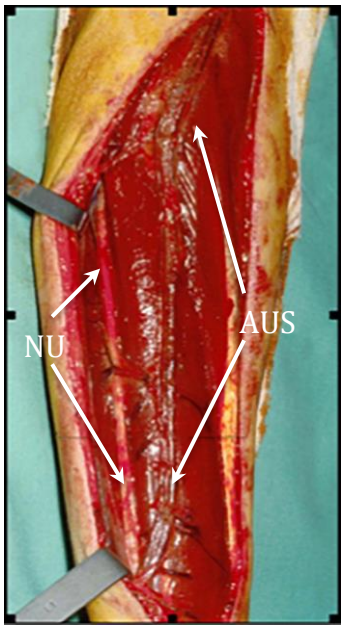

Figure 2 : Vue ventrale d'un avant-bras gauche après fasciotomie ventrale.

NU : nerf ulnaire . AUS : artère ulnaire superficielle. Le muscle long palmaire est absent.

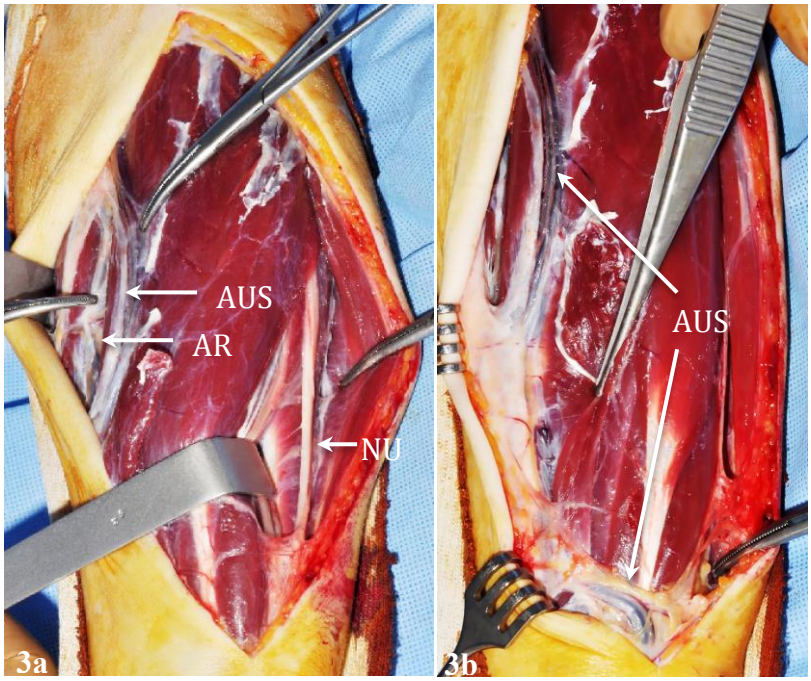

Figure 3 : vues ventrales d'un avant-bras droit après fasciotomie ventrale

3a : NU : nerf ulnaire. AUS: artère ulnaire superficielle. AR : artère radiale

3b : L'artère ulnaire superficielle (AUS) gagne le versant ulnaire au niveau du poignet après avoir décrit un trajet à angle droit dans un dédoublement du fascia.

3.1.5 Angio-IRM

Une angio-IRM post-opératoire a été pratiquée chez deux patients présentant une AUS, l'un opéré du côté gauche et l'autre de façon bilatérale.

Dans le premier cas, l'angio-IRM était réalisé uniquement du côté gauche et précisait l'origine haute de l'AUS au niveau du 1/3 proximal de l'artère brachiale. L'imagerie mettait en évidence une division haute de l'artère brachiale en une AUS et une artère radiale. La course de l'artère radiale dans l'avant-bras était classique et donnait naissance à l'artère interosseuse commune (cf. Figure 5). La réalisation unilatérale de l'examen ne permettait pas d'identifier de variation sur le membre non opéré.

Le second cas confirmait également l'origine haute de la variation mais ne permettait pas d'objectiver son niveau exact dans le bras.

Figure 4 : Angio-IRM d'un membre supérieur gauche

4a : Coupe frontale de l'avant-bras. L'angio-IRM montre l'origine haute de l'artère ulnaire superficielle (AUS) au niveau du tiers supérieur de l'artère brachiale (AB). AR : artère radiale. AIO : artère interosseuse.

4b : Coupe transversale au niveau du tiers proximal de l'avant-bras. AUS : artère ulnaire superficielle. AR : artère radiale. AIO : artère interosseuse.

3.1.6 Résultats fonctionnels à court terme

Le suivi en consultation était en moyenne de 3 mois (de 2 à 16 mois). Aucune complication postopératoire immédiate n'est survenue. Aucun sepsis ni névrome ne sont survenus au cours du suivi.

2 patients n'ont jamais repris leur activité (le chaudronnier et 1 pilote de motocross).

Le premier, pratiquant le martelage, rapportait des douleurs comparables à celles décrites en préopératoire mais notait la disparition des parésies et des paresthésies. Ses symptômes sont réapparues 8 mois après la chirurgie après une longue période sans activité professionnelle. Le suivi clinique et une IRM montrait la persistance de l'ouverture du fascia et la mesure des PIM de la loge antérieure à l'effort n'était pas en faveur d'une récidive. Le patient était ensuite suivi en médecine interne. Une hyperperméabilité capillaire était évoquée devant une symptomatologie identique au niveau temporal lors d'effort de mastication. Le patient était ensuite perdu de vue ne permettant pas d'approfondir les explorations.

Le second ne présentait pas de douleurs mais n'avait jamais repris le motocross pour des raisons professionnelles et familiales. Les 15 autres patients ont repris leurs activités sportives à un niveau équivalent ou supérieur à leur niveau précédent la fasciotomie. La durée de reprise moyenne des activités sportives et professionnelles était de 4,4 semaines (de 4 à 8).

3.2 Résultats fonctionnels à long terme

13 patients sur 17 ont répondu à l'auto-questionnaire avec un recul moyen par rapport à leur intervention chirurgicale de 7,5 ans (de 2,5 à 11,75). 4 patients ont été perdus de vue. Leur âge moyen au moment de l'auto-questionnaire était de 34 ans (de 26 à 53). Aucun des patients recontactés n'avaient été opérés pour la même indication. 11 patients continuaient à pratiquer des activités sportives à risque dont 9 du motocross, un de l'escalade et un de la musculation. Parmi les

pilotes de motocross, 2 exerçaient cette discipline à un niveau départemental, 5 au niveau régional et 2 au niveau international.

Deux patients avaient suspendu leur activité : Le premier, désosseur, était en arrêt de travail pour des douleurs de repos d'épicondylite suivie en rhumatologie et traitée par des infiltrations. Ses épicondylalgies étaient apparues 6 mois après l'intervention après une période de reprise des activités sans symptômes. Le second, pratiquant le motocross, correspondait au patient qui avait suspendu son activité sportive pour des raisons professionnelles et familiales.

76,9 % des patients disaient ne souffrir d'aucune douleur de l'avant-bras. Le patient suivi pour épicondylite faisait partie de ces 3 patients symptomatiques. Les deux autres patients rapportaient des douleurs modérées à l'effort (3/10 sur l'échelle de la douleur) apparaissant entre 10 et 30 minutes d'effort et cédant entre 5 et 10 minutes à l'arrêt de l'effort. Ces douleurs ne les empêchaient pas de pratiquer le motocross à un niveau régional.

53,8 % des patients rapportait une augmentation de volume de leur(s) avant-bras. 43% la considérait comme faible et 57 % l'estimait comme modérée (sur une échelle sémantique faible-modérée-importante). Pour ceux qui pratiquaient encore le motocross, aucun ne rapportait la nécessité d'avoir changé de taille de combinaison à la suite de l'augmentation de volume de leur(s) avant-bras. La majorité des patients interrogés rapportaient un élargissement de la cicatrice (84,6%). 38,5 % en étaient insatisfaits (échelle sémantique : très insatisfait, insatisfait, neutre, satisfait, très satisfait) et 38,5% en étaient satisfaits ou très satisfaits. Aucun des patients n'a subi de reprise chirurgicale de sa cicatrice. Le questionnaire évaluait la récupération par rapport à l'état préopératoire (0% : pas de récupération à 100%: une récupération complète). La moyenne des réponses atteignait 89,2%. Le patient suivi pour épicondylite était le seul à estimer son taux de récupération en dessous de 80%. Enfin nous avons évalué le degré de satisfaction des patients (d'extrêmement insatisfait à extrêmement satisfaits), tous les patients étaient au minimum satisfaits de leur prise en charge chirurgicale.

4) DISCUSSION

4.1 Limites de l'étude

La première limite de notre étude est sa nature rétrospective. Cela nous a permis d'obtenir un plus grand nombre de sujets.

Le faible nombre de patients limite la puissance de notre étude. Ainsi nous ne pouvions conclure à une relation entre le fort taux d'incidence d'AUS et le SLC d'avant-bras.

Enfin notre étude portait sur de sujets vivants. La description des variations anatomiques étaient donc limitée par l'abord chirurgical qui n'intéressait que la face ventrale de l'avant-bras.

4.2 SLC d'avant-bras

4.2.1 Epidémiologie

Nous retrouvions dans notre étude une forte prépondérance de jeunes sportifs. Les patients avaient un âge moyen de 24 ans (17-38) et 15 étaient des sportifs de haut niveau soit 88,2 % des cas. En reprenant l'ensemble de la littérature (cf. tableau 1), la population du SLC d'avant-bras est superposable avec une moyenne d'âge de 28,5 ans (de 17 à 47 ans) et une proportion de sportif de 82,3 %. Le SLC d'avant-bras se manifeste lors d'une activité physique intense et régulière, il est donc évident qu'il touche principalement des sportifs pratiquant leur discipline à un niveau élevé. Le jeune âge de survenue du SLC va de paire avec la pratique intensive du sport.

Les pilotes de motocross représentaient la grande majorité des cas atteignant 86,6 % des sportifs et 76,5 % de l'ensemble des patients. Dans les plus

grandes séries (6,12,31), la proportion des pilotes de motocross varie de 41 % à 88 % du nombre total de cas. Dans l'ensemble de la littérature, les pilotes de motocross représentent 65 cas sur 113 soit 57,5 % . La série de Jans et al. n'était pas prise en compte (18). Cette étude rapporte 154 cas de SLC d'avant-bras, tous pilotes de motocross professionnels. En incluant cette série dans l'analyse de l'épidémiologie, la participation du motocross dans le SLC d'avant-bras serait surévaluée en comparaison des autres études présentant un recrutement plus représentatif de la population.

La contraction intensive des fléchisseurs de l'avant-bras augmente la PIM et provoque l'apparition des douleurs. Styf (32) rapporte également que la PIM est plus importante dans les mouvements excentriques que dans les mouvements concentriques. Lors de la pratique du motocross, le serrage permanent et soutenu des poignées sollicite intensément les muscles fléchisseurs de l'avant-bras. Cette sur-sollicitation engendre alors une importante augmentation des PIM entraînant à son tour la symptomatologie du SLC d'avant-bras.

Nous retrouvions parmi les sportifs un véliplanchiste et un rameur. Ces sports sont cités à plusieurs reprises dans la littérature (6,10,12,33). Sont également évoqués le tennis, le jet-ski, l'escalade, la musculation et l'haltérophilie. Tous ces sports, motocross compris, ont en commun d'être des sports de prises. Le sport mais surtout le profil de sa pratique est un paramètre important pour orienter le diagnostic. La prépondérance du motocross sur les autres sports peut s'expliquer par l'absence totale de période de relaxation des muscles fléchisseurs sur de longue durée.

Parmi les 17 patients, 2 étaient des travailleurs manuels pratiquant le désossage et le martelage. Ces deux patients ne pratiquaient aucune autre activité en particulier sportive à risque de SLC d'avant-bras. Plusieurs auteurs décrivent également le SLC d'avant-bras dans ce type de population (1–5,11,31,33). Les travailleurs manuels représentent dans la littérature 8,8 % des cas décrits. Le SLC d'avant-bras est donc probablement sous-estimé de part sa méconnaissance en dehors des milieux sportifs. Pritchard et al.(7) ont étudié une population de travailleurs manuels en arrêt maladie pour cause de douleur d'avant-bras à l'effort. Ils posent le diagnostic par la mesure des PIM chez 10 d'entre eux pour

lesquels la fasciotomie a été efficace et leur a permis de reprendre le travail. L'auteur souligne donc la méconnaissance du syndrome par la médecine du travail et les conséquences économiques qu'elle induit sur le coût des arrêt maladies. Le SLC d'avant-bras touche une population plus large que les jeunes sportifs. Il convient de le suspecter également devant toute douleur à l'effort de l'avant-bras chez des patients dont le métier sollicite de façon répétitive les avant-bras et nécessite la prise d'outils comme le marteau pour le chaudronnier ou le couteau pour le désosseur.

12 patients présentaient des symptômes bilatéraux. La bilatéralité des symptômes est également prédominante pour l'ensemble des auteurs. En excluant l'étude de Jans et al. (15), 72,2% des cas dans la littérature présentent des symptômes bilatéraux. Les cas bilatéraux étaient tous pilotes de motocross sauf un qui pratiquait la planche à voile. Cette tendance est probablement liée à la prépondérance des pilotes de motocross qui, lors de la pratique de leur sport, contraignent de façon équivalente leurs avant-bras. Au contraire, les travailleurs manuels ou certains sports sollicitent plus le membre dominant.

Les patients étaient tous des hommes. Pour la même raison que la latéralité, le syndrome atteint majoritairement les hommes puisqu'ils sont très largement représentés dans le monde du motocross.

Tableau 1: Epidémiologie des SLC d'avant-bras. Revue de la littérature

Nb cas = nombre de patients/ activité causale / type d'intervention réalisée / proportion de cas uni et bilatéraux dans chaque série

Auteur principal	Nb cas	Activité causale	Intervention	Uni / bilatérale	Age moyen
Bird (1983) (35)	1	haltérophilie	Ciel ouvert	1/0	33
Imbriglia (1984) (34)	1	Travail fatiguant	Ciel ouvert	1/0	46
Kutz (1985) (8)	1	Exercice normal	Ciel ouvert	1/0	40
Pedowitz (1988) (3)	1	Manutention	Ciel ouvert	1/0	-
Allen (1989) (36)	1	Motocross	Ciel ouvert	1/0	20
Wasilewski (1991) (37)	1	Athlétisme	Ciel ouvert	0/1	14
Kouvalchouk (1993) (38)	2	Motocross	Ciel ouvert	1/1	27,5
Söderberg (1996) (4)	1	Charpentier	Ciel ouvert	0/1	26
Berlemann (1998) (39)	1	Tennis	Ciel ouvert	1/0	23
Garcia Mata (1999) (40)	1	Motocross	Ciel ouvert	0/1	-
Jawed (2001) (41)	1	haltérophilie	Ciel ouvert	0/1	23
Hider (2002) (42)	1	Port de charge / conduite	Ciel ouvert	0/1	47
Kumar (2003) (43)	1	?	Ciel ouvert	0/1	47
Goubier (2003) (44)	2	Motocross	Ciel ouvert	2/0	26,5
Fontes (2003) (12)	25	Motocross (n=11) Moto course (n=4) Jet ski (n=2) Musculation (n=1) Aviron (n=2) Planche à voile (n=2) Tennis (n=1) Musiciens (n=2)	endoscopie	9/16	25
Zandi (2005) (5)	6	Athlète fauteuil (n=1) Motocross (n=1) Manutention (n=1) Escalade (n=1) Tourneur (n=1) Ski nautique (n=1)	Fasciotomie et fasciectomie partielle à ciel ouvert	3/3	26
Jeschke (2006) (45)	1	Motocross	Ciel ouvert	1/0	25
Piasecki (2008) (46)	1	Canoë kayak	Ciel ouvert	1/0	27
Croutzet (2009) (9)	8	motocross	mini-open	0/8	23
Hijawi (2010) (13)	1	Camionneur	endoscopie	1/0	33
Brown (2011) (6)	12	Motocross (n=5) Manutention (n=3) Escalade / planche à voile (n=1) Grutier (n=1) Arts martial (n=1) Rameur (n=1)	Ciel ouvert	2/10	29,5
Winkes (2011) (31)	27	Motocross (n=24) Dresseur de chien (n=1) Manutentionnaire (n=1) Fitness (n=1)	mini-open (n=14) Fasciectomie partielle (n=10)	1/26	34
Seiler (2011) (11)	1	Nageur	endoscopie	0/1	23
O'Heiramhoin (2011) (33)	1	Rameuse	mini-open	0/1	20
Garcia Mata (2013) (47)	5	Motocross	Ciel ouvert (n=4)	5/0	17
Harrisson (2013) (10)	6	Rameurs	mini-open	0/6	-
Pozzi (2014) (14)00	3		endoscopie	2/1	-

4.2.2 Diagnostic

Les critères diagnostiques associait une symptomatologie d'effort à la mesure des PIM de la loge ventrale. Le seuil diagnostic des PIM correspondait aux critères de Pedowitz et al. (29) au repos et 5 minutes après l'arrêt de l'effort (cf. ci-dessous). L'augmentation des PIM devait être couplée à l'apparition des symptômes pour poser le diagnostic et par conséquent l'indication chirurgicale. La mesure de la PIM est considérée dans la littérature comme l'examen diagnostic « gold standard ». La plupart des auteurs posent le diagnostic selon les mêmes critères de PIM énoncés par Pedowitz et al. (3,5,29,35,39,48). Selon Pedowitz et al. (29), une seule valeur de PIM supérieure aux seuils suivants suffit à poser le diagnostic :

- Au repos : MPIM ≥ 15 mm Hg
- Après l'arrêt de l'effort :
    - à 1 minute : MPIM ≥ 30 mm Hg
    - à 5 minutes : MPIM ≥ 25 mm Hg

Certains auteurs considèrent qu'un pic des PIM ≥ 30 mm Hg à l'effort suffit pour confirmer l'existence d'un SLC d'avant-bras (6,38). Cependant sa mise en œuvre est complexe et requiert un matériel sophistiqué capable d'effectuer des mesures dynamiques.

Les seuils utilisés sont issus de l'étude des PIM dans le cadre du SLC de jambe et servent de base pour le diagnostic au niveau de l'avant-bras. Selon Schoeffl et al. (49), les PIM de jambe ont des valeurs en moyenne plus importantes qu'à l'avant-bras. Leur utilisation au membre supérieur est donc discutable. Certains auteurs vont remettre en question le caractère indispensable de la mesures des PIM (1,46). Ils estiment que l'examen est soumis à beaucoup trop de variables responsables de résultats différents (le matériel, la profondeur d'insertion de l'aiguille, l'intensité de la contraction musculaire et le temps de mesure après le début de l'effort). Pour ces auteurs, l'histoire clinique et la pente de décroissance des PIM après l'arrêt de

l'effort sont des données beaucoup plus utiles au diagnostic. La mesure des PIM nécessite donc d'être évaluée plus spécifiquement au niveau du membre supérieur et sur des durées après l'arrêt de l'effort plus longues.

La scintigraphie (50–52), la spectroscopie à infrarouge (53) et L'IRM dynamique (43,54) sont les principaux examens complémentaires proposés comme alternatives diagnostiques à la mesure des PIM. Gielen et al. (54) ont évalué l'IRM dynamique au niveau des membres supérieurs en la comparant à la mesure des PIM au repos et après l'effort. L'auteur montre une corrélation entre l'apparition après l'effort d'un hyper signal T2 signant l'œdème intramusculaire et l'augmentation des PIM. Dans sa série de 154 cas, Jans et al. (18) l'utilisent comme examen diagnostic principal. Cette option n'était pas retenue devant la faible disponibilité de l'IRM et la complexité du protocole.

Malgré ses défauts, la mesure des PIM demeure l'examen de référence et les critères de Pedowitz et al.(29) sont les plus utilisés dans la littérature pour poser le diagnostic de SLC d'avant-bras.

4.2.3 Traitement chirurgical

Tous les patients présentaient une symptomatologie et des mesures de PIM qui remplissaient les critères diagnostiques. Tous ont bénéficié d'une prise en charge chirurgicale. Aucun auteur ne remet en cause la nécessité de la chirurgie dans le SLC d'avant-bras. Le traitement conservateur peut néanmoins être une alternative en cas de refus chirurgical. Il consiste essentiellement à arrêter ou diminuer l'activité causale mais le SLC d'avant-bras touche essentiellement des sportifs de haut niveau pour lesquels cette option n'est pas envisageable. Fontes et al. (12) énoncent plusieurs aspects d'un traitement préventif comme la correction d'erreurs techniques, les étirements ou les suppléments nutritionnels mais insiste également sur l'inefficacité de ces traitements sur l'évolution de la maladie. La chirurgie est donc le seul traitement qui permet l'amélioration de la symptomatologie et la poursuite de l'activité physique causale. La chirurgie du SLC d'avant-bras a pour principe la décompression des loges par fasciotomie dont seules les modalités de réalisation diffèrent. La chirurgie à ciel ouvert exposent

largement le fascia pour l'ouvrir. Les techniques mini-invasives réalisent la fasciotomie par des incisions cutanées plus restreintes. Certaines utilisent une assistance endoscopique (11–14) et d'autres effectuent la fasciotomie « à l'aveugle » (technique « mini-open ») (9,10,31,33).

4.2.3.1 Fasciotomie et fasciectomie partielle à ciel ouvert

Tous les patients ont bénéficié d'une fasciotomie à ciel ouvert. Cette technique est restée pendant de nombreuses années la seule méthode de fasciotomie avant l'arrivée de la chirurgie mini-invasive (cf. tableau 1). Elle permet de libérer les loges antérieure, latérale et postérieure en contrôlant les éléments nerveux et artériels.

La loge antérieure et plus particulièrement son compartiment profond a été libérée par un abord ulnaire décrit initialement par Gelberman et al. (17) dans le cadre du syndrome des loges aigus d'avant-bras. L'abord ventral était longitudinal et décalé sur le bord ulnaire. Le compartiment profond était atteint en longeant le bord latéral du muscle fléchisseur ulnaire du carpe puis le bord médial du muscle fléchisseur commun superficiel des doigts. Plusieurs abords ont été évalués dans la littérature, Ronel et al. (30) ont étudié 3 abords distincts : ulnaire, central et radial en comparant leur potentiel dangerosité (lésion musculaire, nerveuse et artérielle) et évaluant leur facilité à exposer le compartiment profond. L'abord ulnaire est considéré plus sûr et permet d'exposer efficacement le compartiment profond. Cependant il n'est pas sans danger pour le pédicule ulnaire ou le nerf médian.

La fasciotomie de la loge latérale était nécessaire à 3 reprises, deux fois par l'abord ventral et une fois par un abord séparé. Celle-ci était effectuée en fonction de la tension clinique musculaire de la loge. Aucune mesure de PIM n'était effectuée dans cette loge. Aucun auteur ne discute l'utilité de sa libération systématique et aucun SLC d'avant-bras latéral isolé n'est rapporté dans la littérature.

Aucune fasciotomie dorsale n'ont été réalisée dans notre série. Aucun auteur ne discute également sa libération systématique. Très peu de cas rapportent une atteinte élective du compartiment dorsal (43,55). La plupart des auteurs estiment que sa libération doit être effectuée si les douleurs sont dorsales et que la mesure des PIM sont supérieures aux critères de Pedowitz et al. (29) dans la loge postérieure. Dans notre étude, 3 patients se plaignaient de douleurs dorsales. Dans 2 cas, elles étaient associées à des douleurs palmaires et dans 1 cas elles étaient isolées. Cependant les mesures de PIM de la loge dorsale effectuées ne permettaient pas de conclure à la participation de cette loge dans la symptomatologie.

La fasciectomie est également décrite et consiste à faire l'ablation d'une partie de fascia (5,31). Elle n'est décrite que pour le fascia ventral et est réalisée de façon elliptique d'environ 2 cm de large sur 10 cm de long. Cette technique a été développée dans le but de diminuer le risque de cicatrisation du fascia responsable de sa remise en continuité et pouvant être à l'origine de récidive du SLC d'avant-bras. Cependant cette technique n'a pas démontré sa supériorité comparée à la fasciotomie à ciel ouvert (5) ou versus une technique « mini-open » (31).

4.2.3.2 Fasciotomie mini-invasive

Plus récemment, les techniques mini-invasives ont émergées. Leur développement a été motivé par la volonté de diminuer le préjudice esthétique lié aux grandes incisions et d'obtenir une récupération fonctionnelle plus rapide.

Fasciotomie « mini-open »

Cette technique consiste à ouvrir le fascia par des incisions cutanées plus petites sans contrôle endoscopique. Plusieurs auteurs décrivent cette technique (9,10,31,33) qui varie en fonction du nombre de loges libérées, du matériel utilisé et du nombre d'incisions réalisées sur chaque abord. La plupart des auteurs

(9,10,31) procède à la libération du compartiment profond de la loge antérieure et assure que leur(s) incision(s) leur permet un bon contrôle du pédicule ulnaire.

Certains n'utilisent qu'une seule incision variant de 4 à 8 cm (10,31,33). Seul un auteur décrit une technique à deux incisions de 3cm (9). Tous ont recours aux mêmes repères cutanés. Pour la fasciotomie ventrale, les incisions sont situées sur la ligne joignant l'épicondyle médial à l'insertion distale du tendon du long palmaire. Pour la fasciotomie dorsale, elles sont situées sur la ligne joignant l'épicondyle latéral au tubercule de Lister.

Le matériel diffère également selon l'opérateur. Un auteur se démarque par l'utilisation d'un couteau rétrograde initialement prévu pour la libération du canal carpien (9). Le fasciotome, les ciseaux ou le bistouri sont les instruments permettant l'ouverture du fascia pour les autres auteurs (10,31,33).

Fasciotomie endoscopique

La méthode endoscopique permet la réalisation de la fasciotomie sous contrôle d'une caméra insérée au travers de petites incisions cutanées. Ces techniques ont en commun de ne libérer que le compartiment superficiel de la loge antérieure. Elles diffèrent toutefois par le matériel utilisé, le nombre et le type d'incision réalisées. Seuls deux auteurs décrivent cette technique (12,18).

Les repères cutanés sont les mêmes que pour les techniques « mini-open ». La dissection et l'individualisation du fascia sont effectuées par de courts abords avant l'introduction de l'endoscope. Fontes et al. (12) utilisent deux incisions et effectue la section du fascia au couteau rétrograde. Jans et al. (18) ne pratiquent qu'une seule incision cutanée distale. Le chirurgien utilisent une technique dite « d'arthroscopie sèche » par insufflation de CO_2 dans l'orifice du trocart pour créer une chambre sous cutanée. Il procède ensuite à la fasciotomie rétrograde. Ce dernier rapporte que sa technique permet une aussi bonne visualisation que les techniques à ciel ouvert.

Seule la méthode à ciel permettait la dissection et la description précise des variations anatomiques. Elle est également considérée comme la technique de référence pour la majorité des auteurs.

4.3 Anatomie

4.3.1 L'AUS

4.3.1.1 Epidémiologie

Les variations artérielles du membre supérieur sont très fréquentes. Sur 750 membres supérieurs, McCormack et al.(56) retrouvaient une incidence globale de variations artérielles de 18,57 %. Rodriguez-Niedenführ et al. (57,58) retrouvent, sur 480 cas, 24,4 % de variations artérielles au membre supérieur dont 3,75 % correspondent à une AUS, 4,8 % à une artère brachio-radiale et 14,2 % à une artère brachiale superficielle. L'AUS est donc la troisième variation artérielle du membre supérieure la plus fréquente selon cet auteur.

Sur 29 avant-bras, 3 AUS ont été mise en évidence, soit une incidence de 10,3 %. Cette fréquence correspond à la plus grande valeur rapportée dans la littérature cependant le faible nombre de cas ne permet pas d'établir un lien entre le SLC d'avant-bras et une forte incidence d'AUS. En effet, depuis deux siècles, une trentaine d'auteurs a publié de grandes séries (28 au total), afin d'analyser les caractéristiques de l'AUS (cf. Tableau 2)

Sur 8826 cas répertoriés, il a été retrouvé 188 AUS soit une incidence globale de 2,13 %. Cette incidence varie dans la littérature de 0% (19) à 9,38% (21). Une susceptibilité ethnique est suggérée par Devansh et al. (21) devant la forte incidence de l'AUS dans une population indienne retrouvée dans sa série.

Tableau 2: Incidence de l'AUS : revue de la littérature.

Nb cas : nombre d'avant-bras étudiés. Nb AUS : nombre d'AUS relevé.

Auteur (année)	Nb Cas	Nb AUS	Incidence (%)	Spécimen	Méthode
Quain (1844) (63)	422	29	6.87	Cadavres	Dissection
Grüber (1867) (64)	700	20	2.86	Cadavres	Dissection
Breme (1899) (65)	388	7	1.8	Cadavres	Dissection
Müller (1903) (66)	100	2	2	Cadavres	Dissection
Adachi (1928) (22)1)	1198	8	0.67	Cadavres	Dissection
Miller (1939) (20)4)	480	0	0	Cadavres	Dissection
Hazlett (1949) (26)8)	188	6	3.19	Cadavres	Dissection
Hazlett (1949)	542	15	2.77	Etudiants	Inspection et palpation
McCormack et al. (1953) (56)7)	750	17	2.27	Cadavres	Dissection
Weathersby (1956) (67)	451	3	0.67	Enfants morts-nés	Dissection
Weathersby (1956)	408	10	2.45	Cadavres	Dissection
Fuss et al. (1985) (68)	200	3	1.5	Cadavres	Dissection
Uglietta and Kadir (1989) (69)	100	1	1	Patients	Angiographies
Rodriguez-Baeza et al. (1995) (70)	160	8	5	Cadavres	Dissection
Devansh (1996) (25)	32	3	9.38	Cadavres	Dissection
Devansh (1996)	76	7	9.21	Patients	Lambeaux d'avant-bras
Fadel and Amonoo-Kuofi (1996) (71)	144	2	1.39	Cadavres	Dissection
Nakatani et al. (1998) (23)0)	150	1	0.67	Cadavres	Dissection
Rodriguez-Niedenfuhr et al. (2000) (72)	158	8	5.06	Cadavres	Dissection
Rodriguez-Niedenfuhr et al. (2001) (24)6)	150	7	4.67	Embryons	Reconstruction 3D
Rodriguez-Niedenfuhr et al. (2001 et 2003) (58,59)	480	18	4.17	Cadavres	Dissection
Latha et al. (2002) (73)	100	1	1	Cadavres	Dissection
Arora et al. (2005) (62)	100	1	1	Cadavres	Dissection
Sieg et al. (2006) (74)	107	4	3,7	Patients	Lambeaux d'avant-bras
Yang et al. (2008) (23)	304	0	0	Cadavres	Dissection
Claassen et al. (2010) (75)	109	2	1,83	Cadavres	Dissection
Bell et al. (2011) (76)	690	3	0,43	Patients	Lambeaux d'avant-bras
Yadav et al.(2013) (30)	139	2	1,43	Patients	Lambeaux d'avant-bras
TOTAL	**8826**	**188**	**2,13**		

4.3.1.2 Origine de l'AUS

Notre étude portait sur des sujets vivants et par conséquent nous ne pouvions préciser en peropératoire l'origine exacte de la l'AUS. Cependant les 2 angio-IRM pratiquées en post-opératoires confirmaient l'origine haute dans le bras de 2 des AUS retrouvées. La naissance de l'AUS dans la région brachiale est rapportée par l'ensemble de la littérature. En 1844, Quain et al. (59) ont analysé la dissection de 422 avant-bras et ont retrouvé 31 artères ulnaires d'origine haute dont 29 ont un trajet superficiel dans l'avant-bras. Sur 384 avant-bras, Rodriguez-Niedenführ et al. (58) n'ont évoqué aucune AUS naissant comme une artère ulnaire normale en dessous du pli du coude. Selon ces deux auteurs, une artère ulnaire d'origine haute est donc très majoritairement une AUS et inversement lorsqu'une AUS est retrouvée, elle provient toujours d'une division haute de l'artère brachiale dans le bras.

Dans un cas, l'angio-IRM précisait l'origine haute de l'artère ulnaire superficielle au niveau du 1/3 proximal de l'artère brachiale. Le second cas confirmait également l'origine haute de la variation artérielle mais ne permettait pas d'objectiver son niveau exact dans le bras. Dans la littérature, le niveau d'origine de l'AUS dans le bras varie. Elle peut naître d'une artère axillaire, d'une artère brachiale ou d'une artère brachiale superficielle. La revue de la littérature (cf. Tableau 3) retrouve une origine brachiale (73,1%) trois fois plus fréquente que son origine axillaire (26,9%). Lorsqu'elle naît de l'artère brachiale, l'AUS naît plus fréquemment au niveau de son tiers inférieur (52%), elle naît dans 32 % des cas de son tiers supérieur et provient plus rarement de son tiers moyen (6%). L'AUS peut également naître d'une artère brachiale superficielle dans 10 % des cas. Cette dernière est définie comme une artère brachiale présentant un trajet en avant du nerf médian plutôt qu'en arrière de celui-ci.

Tableau 3 : origine de l'artère ulnaire superficielle. Revue de la littérature

- Nb cas : correspond au nombre d'AUS relevées dans chaque étude
- 1/3 proximal , 1/ 3 moyen et 1/3 distal correspond aux différents niveaux d'origine de l'AUS sur l'Artère brachiale
- ABS : Artère brachiale superficielle

	Nb cas	Artère Axillaire	Artère Brachiale	1/3 proximal	1/3 moyen	1/3 distal	ABS
Quain (1844)	31	8	23	6	1	16	0
Grüber (1867)	20	4	16	-	-	-	-
Breme (1899)	7	1	6	1	0	5	0
Muller (1903)	2	1	1	0	0	1	0
McCormack (1953)	17	7	10	-	-	-	-
Fussetal. (1985)	3	2	2	0	0	0	2
Rodriguez-Baeza (1995)	8	2	6	3	2	1	0
Rodriguez M (2000)	16	4	12	6	0	3	3
Total	**104**	**28/104 (26.9%)**	**76/104 (73.1%)**	**16/50 (32%)**	**3/50 (6%)**	**26/50 (52%)**	**5/50 (10%)**

4.3.1.3 Trajet antébrachial

Deux trajets différents d'AUS ont été relevés dans l'avant-bras. Dans deux cas, la dissection de l'AUS débutait au niveau du pli du coude sans que l'on puisse identifier son origine, l'artère cheminait en avant du muscle fléchisseur commun superficiel des doigts. Elle gagnait ensuite le poignet où elle rejoignait le bord latéral du nerf ulnaire (cf. Figure 2 et 3). Ce trajet est tout à fait comparable à celui décrit dans la littérature. En effet son trajet est relativement constant dans l'avant-bras : elle longe le bord antérolatéral du muscle fléchisseur ulnaire du carpe avant de rejoindre le bord latéral du nerf ulnaire dans le tiers distal de l'avant-bras. Sur 384 avant-bras, Rodriguez-Niedenführ et al. (58) retrouvent 16 AUS. Tous ses cas décrivent un trajet identique à celui décrit ci-dessus.

Dans un cas, une AUS présentait un trajet beaucoup plus radial et rejoignait le nerf ulnaire après avoir décrit un angle de 90° de latéral en médial dans un dédoublement du fascia au niveau du tiers distal de l'avant-bras (cf. Figure 4). Dans les publications rapportant la présence d'une AUS, les seuls rapports musculaires mentionnés sont les muscles fléchisseur ulnaire du carpe et fléchisseur commun superficiel des doigts (58,74–78). Aucune étude ne rapporte la description d'un trajet aussi radial. Cette AUS présentait également la particularité de se présenter dans un dédoublement du fascia. Les 2 autres cas d'AUS étaient en arrière du fascia. Dans la littérature, l'AUS est le plus souvent en arrière du fascia (21,22,26,56,58–60,62,63,66,79) cependant de nombreux auteurs rapportent la possibilité d'un trajet en avant du fascia donc sous-cutané (26,59,71,77,80,81). Hazlett et al. (26) décrivent sur 6 AUS, 4 en arrière et 2 en avant du fascia ventral antébrachial alors que Rodriguez-Niedenführ et al. (58) n'en retrouvent aucune sous-cutanées sur 16 cas. Aucun auteur ne mentionne la présence d'un dédoublement du fascia engainant l'AUS. Le trajet de cette AUS était donc inhabituelle pour sa situation plus radiale dans l'avant-bras mais également pour son rapport avec le fascia antébrachiale.

4.3.2 Classifications des variations artérielles

L'AUS existe dans la littérature sous différentes appellations : « artère ulnaire d'origine haute »(82,83), « artère ulnaire superficielle accessoire » (74), « artère brachio-ulnaire superficielle » (57,58). le terme utilisé pour définir la variation artérielle change en fonction des auteurs mais l'appellation d'AUS est la plus couramment utilisée dans la littérature (21,23,26,28,67,69–71,73,76–78,80,81,84–86).

Plusieurs auteurs ont tenté de classer les différentes variations artérielles du membre supérieur dans le but d'uniformiser la terminologie (22,56–58,61,62,64). Certains les décrivent selon des critères topographiques (22). Lorsqu'une même variation artérielle était présente dans le bras et l'avant-bras, l'auteur analysait le trajet brachiale de l'artère séparément de son trajet antébrachial. Pour exemple, une artère brachiale avec un trajet superficielle était nommée « artère brachiale superficielle » et lorsqu'elle passait le pli du coude, cette dernière était renommée en fonction de son trajet dans l'avant-bras (artère radiale, ulnaire, ulnaire superficielle ou interosseuse). Ce mode de classification débouchait sur 2 terminologies différentes pour une seule et même variation artérielle créant ainsi des répétitions.

Pour éviter ces répétitions, McCormack et al. (56) considèrent la variation artérielle présente dans le bras et l'avant-bras comme une seule entité. L'auteur utilisent les termes suivant pour définir les variations artérielles : ulnaire ou radial superficielle, ulnaire ou radiale d'origine haute. Rodriguez-Niedenführ (58) critique cette classification. Pour l'auteur les termes d'ulnaire et radiale ne sont pas appropriés pour des variations ayant un trajet en partie brachial puisque dans le bras n'existent aucune région radiale ou ulnaire.

D'autres encore caractérisent la variation par son niveau d'origine dans le bras en incluant les termes supérieur et inférieur (61) ou supérieur, moyen et inférieur (22,64).

D'autres classifications vont tenter de combiner les variations artérielles et nerveuses compliquant par la même occasion l'analyse (22,62).

Rodriguez-Niedenführ et al. (58) ont proposé une classification dans le but de

caractériser plus précisément les différentes variations artérielles du membre supérieur. Sa terminologie est fondée sur l'utilisation de plusieurs termes. Le terme «brachio» est utilisé pour désigner l'origine haute de la variation dans le bras. Il est suivi de l'adjectif précisant sa région dans l'avant-bras (ulnaire, radiale, radio-ulnaire, médiane ou interosseuse). Le terme « superficielle » est ajouté si le trajet de la variation artérielle l'est. Enfin l'adjectif « accessoire » est inséré si la variation artérielle coexiste avec l'artère principale correspondante. Ainsi les combinaisons de l'ensemble des critères permettent de définir la variation artérielle dans son ensemble. Grâce à cette classification, l'auteur décrit d'abord 16 variations artérielles recensée lors de la dissection de 480 avant-bras (57) (cf. Figure 5). Les 16 variations sont séparées en trois groupes :

- variations présentes uniquement dans le bras
- variations artérielles présentes dans le ras et l'avant-bras
- variations artérielles présentes uniquement dans l'avant-bras

Selon cette classification, l'AUS est rebaptisée « l'artère brachio-ulnaire superficielle ». Elle est définie par l'auteur comme une artère ulnaire avec une origine haute et présentant un trajet en avant des muscles fléchisseurs superficiels de l'avant-bras. Toutes les AUS relevées dans notre étude présentaient un trajet superficiel dans l'avant-bras en avant des muscles fléchisseurs et pour 2 d'entre-elles l'angio-IRM mettait en évidence une origine haute dans le bras.

Figure 5 : Classification des 16 variations artérielles selon Rodriguez-Niedenführ et al.(57)

4.3.3 Embryologie

Les variations artérielles, telles que l'AUS, trouvent leur origine dans le développement embryologique. 2 théories s'opposent pour expliquer les variations anatomiques du système artériel.

4.3.3.1 Théorie de la « pousse » vasculaire (« sprouting theory »)

Cette théorie est avancée par Singer et al. (25) en 1933. Elle est basée sur l'apparition progressive des artères sur un axe artériel principal. Cet axe est composé par l'artère axillaire, artère brachiale et artère interosseuse. Plusieurs auteurs défendent ce modèle (25,62,87) qui décrit l'embryogénèse du système artériel en 5 étapes (cf. figure 7) :

- étape I : Il existe un axe artériel principal formé par l'artère axillaire se prolongeant par l'artère brachiale elle-même prolongée par l'artère interosseuse. L'arcade palmaire fait suite à l'artère interosseuse.

- étape II : L'artère médiane naît de l'artère interosseuse. Les 2 artères s'anastomosent dans leur partie distale avant de donner l'arcade palmaire. L'AUS naît de l'artère brachiale et rejoint l'arcade palmaire. A ce stade, la vascularisation distale du membre est sous la dépendance de l'artère médiane, de l'artère interosseuse et de l'AUS.

- Etape III (embryon de 18 mm) : L'artère interosseuse régresse dans sa partie distale. La vascularisation distale est assuré par l'artère médiane et l'AUS.

- Etape IV (embryon de 21 mm) : L'artère brachiale superficielle naît de l'artère axillaire et se termine dans l'arcade palmaire. L'artère brachiale donne une branche au niveau du coude s'anastomosant avec l'artère ulnaire superficielle alors que la partie proximale de l'AUS régresse au dessus de l'anastomose donnant naissance à l'artère ulnaire. L'artère ulnaire et l'artère brachiale

superficielle vascularisent l'arcade palmaire.

- Etape V (embryon de 23 mm) : 3 changements se produisent conduisant au système artériel définitif. L'artère médiane régresse dans sa partie distale. L'artère brachiale donne une branche au niveau du coude s'anastomosant avec l'artère brachiale superficielle. En amont de cette anastomose l'artère brachiale superficielle régresse. Ces 2 dernières modifications donnent naissance à l'artère radiale. La vascularisation distale du membre supérieur est alors assurée par l'artère radiale et l'artère ulnaire.

L'AUS est présente au stade II et III avec une fonction hémodynamique importante. Selon Singer et al. (25). Le réseau superficiel (AUS et artère brachiale superficielle) commence à régresser au stade IV à cause de la prédominance hémodynamique du réseau profond. Les variations artérielles superficielles telles l'AUS sont issues, selon cette théorie, de la persistance du réseau superficiel en l'absence de changement hémodynamique en faveur du réseau profond.

Ce modèle fut ensuite repris et modifié par différents auteurs (23,66,88) pour appliquer la théorie à leurs résultats.

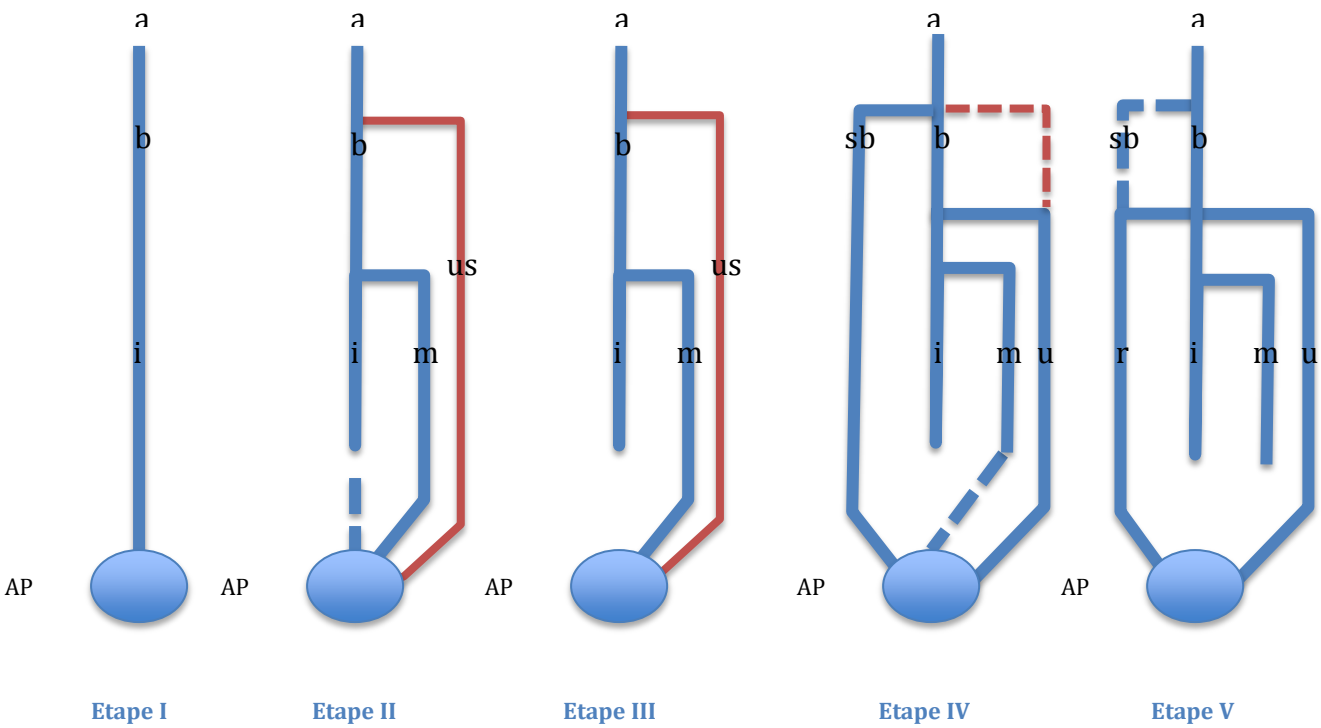

Figure 6 : Théorie du « sprouting » selon Singer et al. (25) du développement embryologique du système artériel du membre supérieur.

a : a. axillaire/ b : a. brachiale/ i : a. interosseuse/ m : a.médiane/ us : a. ulnaire superficielle/ u : a.ulnaire/ sb : a. brachiale superficielle/ r : a. radiale/ AP :arcade palmaire

4.3.3.2 théorie de Rodriguez-Niedenführ et al. (24)

Cette théorie est développée par Rodriguez-Niedenführ et al. (57) en 2003. Ils ont étudié 224 coupes histologiques d'avant-bras d'embryons humains des stades 12 à 23 du développement embryologique (cf. figure 8).

Selon cette théorie, fondée sur l'observation de reconstructions tridimensionnelles d'embryons, le système artériel du membre supérieur naît d'un réseau de capillaires développé à partir de l'aorte dorsale. Le réseau de capillaire se développe dans le bourgeon du membre supérieure par angiogénèse et différentiation in situ du mésoderme en cellules endothéliales dans le sens proximo-distal. Les variations artérielles apparaissent entre les stades 17 (début de formation de l'artère brachiale) et 21 (fin du développement du système artériel) :

- Stade 12 (embryon de 3-5mm/ jour 26) : Le bourgeon du membre supérieur débute sa croissance. Le réseau capillaire naissant de l'aorte dorsale gagne le membre supérieur dispersé dans du tissu mésenchymateux indifférencié. Aucunes autres structures squelettique ou musculaire ne sont encore différenciées.

- Stade 13 (embryon de 4-6mm/ jour 28) : Le tronc axial vasculaire se développe de l'aorte dorsale et se poursuit par le réseau capillaire à l'entrée du bourgeon.

- Stade 14 (embryon de 5-7mm/ jour 32) : Le tronc axial correspond désormais à l'artère sous-clavière et se poursuit par le réseau capillaire dans le bourgeon du membre supérieur.

- Stade 15 (embryon de 7-9mm/ jour 33): Le tronc axial poursuit son développement et l'artère axillaire fait suite à l'artère sous-clavière.

- Stade 17 (embryon de 11-14mm/ jour 41) : L'artère brachiale fait à présent suite à l'artère axillaire jusqu'au coude. Le réseau capillaires fait suite à l'artère brachiale. L'humérus est chondrifié.

- Stade 18 (embryon de 13-17mm/ jour 44) : L'artère brachiale donne naissance aux artères ulnaires, médiane et interosseuse. L'artère radiale est moins bien définie dans son segment distal composé de capillaires. Humérus, ulna et radius sont chondrifiés.

- Stade 21 (embryon de 22 mm/ jour 52) La différentiation du mur artériel continue et est à présent bien définie sur le segment de l'artère radiale jusqu'à l'arcade palmaire. Le squelette a acquis sa morphologie définitive.

Le système artériel du membre supérieur est, selon cette théorie, le fruit de l'élargissement, différentiation et de la persistance de certains vaisseaux capillaires en balance avec la régression des autres. Les variations artérielles sont donc issues des modifications de la régression et de la persistance des capillaires. Cette théorie suggère également que la sélection de certains vaisseaux plutôt que d'autres est probablement soumise à des facteurs chimiques (oxygénation et apports nutritionnels), hémodynamiques ou génétique qu'il convient encore de déterminer. Selon l'auteur de la théorie, cette dernière rend la théorie du « sprouting » obsolète.

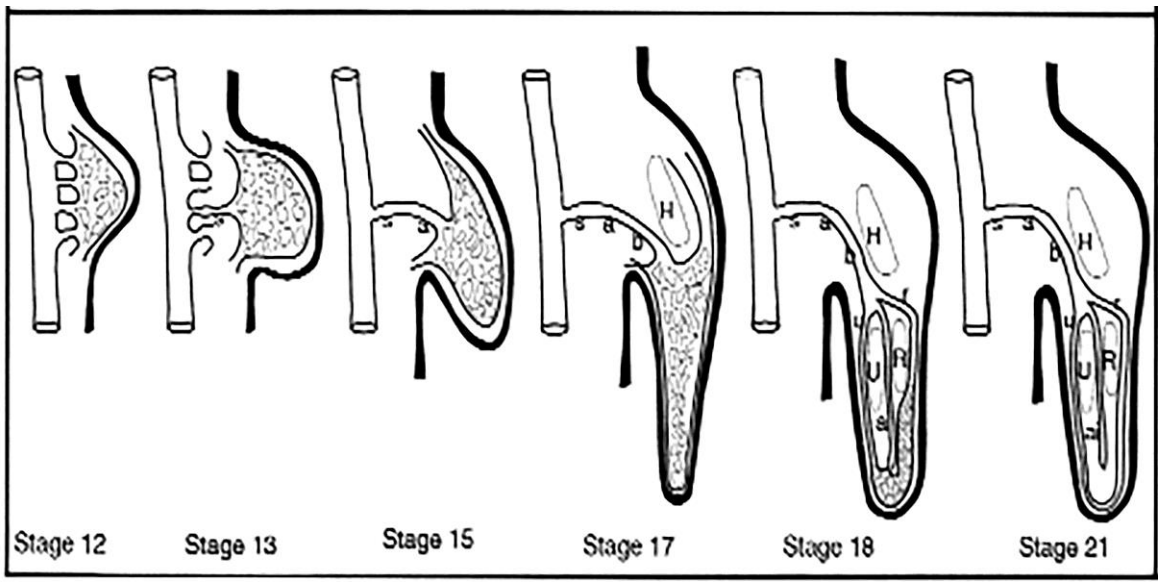

Figure 7 : Théorie de Rodriguez-Niedenführ et al. (24) du développement embryologique du système artériel du membre supérieur.

s : a. sous-clavière/ a : a. axillaire/ b : a. brachiale/ u :ulnaire/ r : a. radiale/ io : a. interosseuse/ H : humérus/ U : ulna/ R : radius

4.3.4 Loges et compartiments de l'avant-bras

L'avant-bras est séparé en 3 loges : une loge antérieure, latérale et postérieure. Elles sont délimitées par la membrane interosseuse, les septa et le fascia. Le fascia est une membrane fibro-élastique et recouvre de façon circonférentielle l'avant-bras. La membrane interosseuse est tendue transversalement entre le radius et l'ulna et délimite la loge antérieure et la loge postérieure. Les septa sont tendus entre le radius et le fascia d'une part et entre l'ulna et la fascia d'autre part (cf. Figure 8).

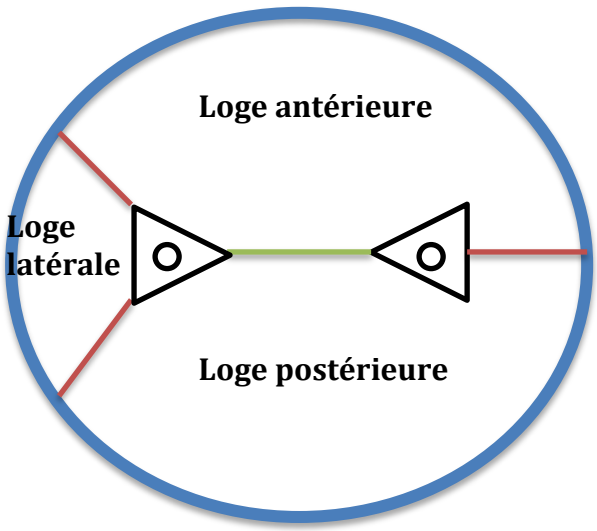

Figure 8 : Anatomie schématique des loges de l'avant-bras

En bleu : le fascia
En vert : la membrane interosseuse tendue entre le radius et l'ulna
En rouge : les septas tendues entre le radius et le fascia et entre l'ulna et le fascia. Les 2 septa tendus entre le radius et le fascia délimitent la loge latérale.

Une loge peut être séparée en plusieurs compartiments par le périmysium recouvrant les muscles. La situation et l'importance du périmysium qui détermine le nombre de compartiments de l'avant-bras est discuté dans l'ensemble de la littérature.

Van Der Zypen décrit 10 compartiments (89). Fröber et Linss (90) considèrent 5 compartiments dans l'avant-bras : postéro-ulnaire, latérale, postérieur, antérieur

superficiel et antérieur profond (cf. Figure 9). Certains estiment également que le muscle carré pronateur représente un compartiment à lui seul (16).

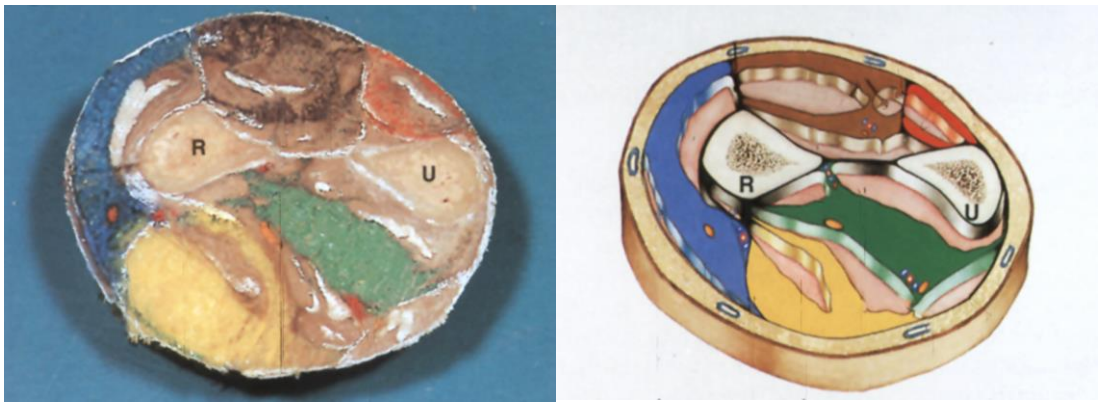

Figure 9 : répartition des compartiments de l'avant-bras selon Fröber et Linss. (90)

Coloration des tissues par injection de gélatine mettant en évidence les différents compartiments de l'avant-bras.
Coupe au niveau du 1/3 moyen de l'avant-bras.
On retrouve les 5 compartiments suivants :

- En jaune : compartiment antérieur superficiel
- en vert : compartiment antérieur profond
- en bleu : compartiment radial
- en marron : compartiment postérieure
- en rouge : compartiment postéro-ulnaire

Tous les auteurs s'accordent sur l'existence d'au moins 2 compartiments au sein de la loge antérieure : un superficiel et un profond. Cependant l'épaisseur du périmysium recouvrant le compartiment profond de la loge antérieure, et par conséquent l'utilité de sa libération, est sujet à controverses. Une expansion musculaire des muscles du compartiment profond était notée dans 24,1% des cas mais celle-ci était toujours considérée par l'opérateur moins importante que l'expansion musculaire du compartiment superficiel. Le fascia était toujours retrouvée plus épais que le périmysium recouvrant le compartiment profond selon le chirurgien.

Kouvalchouk et al. (38) estiment que ce périmysium est épais et résistant. L'auteur insiste sur le caractère indispensable de la libération du compartiment profond de la loge antérieure. Au contraire, Fröber et Linss (90), dans leurs

travaux anatomiques, décrivent ce périmysium comme une membrane fine. Plusieurs auteurs (12,16–18)) avancent que la fasciotomie ventrale isolée suffit à décomprimer le compartiment superficiel et profond de la loge antérieure voire l'ensemble des loges de l'avant-bras. Dans une série de 7 patients, Chan et al. (16) effectuent une fasciotomie ventrale isolée et procède à la mesure des PIM en postopératoires à 3 endroits de la loge antérieure : muscles fléchisseurs superficiels, muscles fléchisseurs profonds et muscle carré pronateur. Les résultats de la mesure des PIM postopératoires montrent qu'une seule des 21 compartiments n'était pas décomprimée après la fasciotomie ventrale. Sur 10 de ses 41 fasciotomies, Fontes et al. (12) mesurent la PIM en peropératoire dans la loge postérieure et les compartiments superficiels et profonds de la loge antérieure. L'auteur conclue que la fasciotomie ventrale seule permet non seulement de décomprimer le compartiment profond mais également la loge dorsale. Il évoque alors une perméabilité relative des structures séparant les loges de l'avant-bras, membrane interosseuse incluse.

Au vu de ces résultats et compte tenu du risque pour les structures vasculo-nerveuses, la libération de la loge ventrale profonde ne semble plus indiquée de manière systématique. L'utilité de la libération de la loge dorsale est également très discutée selon Fontes et al. (12), cependant sa libération est encore indiquée devant des douleurs dorsales associées à des mesures de PIM pathologiques.

4.3.5 Implications cliniques

L'AUS n'est pas une variation anatomique accessoire car sa coexistence avec une artère ulnaire « normale » est exceptionnelle (60,70,74). Grüber (60) chiffre cette association à 0,16% du nombre d'AUS décrites. Toute lésion de l'AUS provoque donc les mêmes conséquences que celle d'une artère ulnaire « normale ». Lorsqu'une AUS était retrouvée, elle n'était jamais associée à la présence d'une artère ulnaire « normale ». Une artère pouvant correspondre à une artère ulnaire était relevée mais celle-ci terminait son trajet dans le ¼ proximal de l'avant-bras. Dans tous les cas, seule l'AUS participait à la vascularisation de l'arcade palmaire.

4.3.4.1 Injections faussement intraveineuses

Hazlett (26) rapporte 12 cas d'injections intra-artérielles, 7 dans une AUS et 5 dans une artère brachiale superficielle. 8 d'entre eux ont nécessité une amputation d'avant-bras ou de doigts, 2 ont récupéré totalement et 2 présentaient des séquelles (contractures et atrophie de l'avant-bras). Plus récemment a été décrit le cas d'une ischémie subaiguë après injection de Diazépam dans une AUS (27), réversible sous anticoagulation efficace.

4.3.4.2 Chirurgie de l'avant-bras

La réalisation de lambeaux radiaux d'avant-bras expose également au risque d'une lésion de l'AUS. La présence de l'AUS est décrite à plusieurs reprises dans cette procédure (21,71,73,86,91). Cependant son trajet superficiel la rend également plus accessible, la présence de l'AUS peut alors devenir avantageuse

pour les chirurgiens plasticiens. Plusieurs auteurs ont décrit la réalisation de lambeaux d'avant-bras branchés sur une AUS (21,71,73).
Un cas est également décrit dans le cadre de prélèvement d'artère radiale dans les dérivations coronaires (84).

4.3.4.3 Tests diagnostiques

Palpation

Afin d'éviter les lésions de l'AUS, il est important de connaître l'existence de cette variation puis de rechercher les signes cliniques pouvant la faire suspecter.

Pour Devansh (21) et Hazlett (26) la simple palpation de l'avant-bras à la recherche d'un pouls de localisation inhabituel permet de mettre en évidence l'AUS. Pour ces derniers, aucun autre examen n'est nécessaire pour diagnostiquer sa présence. Dans un des cas, un pouls de localisation inhabituel était retrouvé en préopératoire chez un patient présentant la variation artérielle.

Absence du muscle long palmaire

L'absence du muscle long palmaire est souvent associée à la présence d'une artère ulnaire superficielle (21,23,72). Dans une étude prospective de 139 cas, Yadav et al. (28) évalue cette association dans le cadre de lambeaux radiaux d'avant-bras. Dans 2 cas l'absence du muscle est associée à la présence de la variation artérielle. Les 137 cas restants ne relevant pas d'AUS présentait un muscle long palmaire. Selon cette étude, ce test présente sensibilité et une spécificité de 100%. Dans notre série, le muscle long palmaire était absent dans 3 cas dont 2 présentaient une AUS.

4.4 Résultats du suivi à court terme

Aucune complication postopératoire immédiate n'était relevée et aucune reprise n'était effectuée précocement. Un patient présentait un tableau suspect de récidive à 8 mois postopératoire mais le test d'effort associé à la mesure des PIM était peu contributif. 1 de nos patient développait dans les suites une épicondylalgie d'origine indéterminée suivie en rhumatologie et traitée par des infiltrations. Sur ses 25 patients opérés par technique endoscopique, Fontes et al. (12) relèvent 3 échecs précoces dont 2 ont été repris pour effectuer une aponévrotomie à ciel ouvert. Ils rapportent également 2 cas similaires d'épicondylalgies. Deux autres auteurs rapportaient des cas de récidives (6,18). Les taux de récidive et de reprise chirurgicale dans la littérature sont faibles avec respectivement 2,1% et 1,3%.

Nous retrouvions un délai moyen de reprise des activités de 4,4 semaines. Le délai moyen de reprise des activités dans la littérature, toutes techniques confondues, s'élève à 5,4 semaines. Les techniques endoscopiques affichent un délai moyen de 4,5 semaines, 5,3 semaines pour les techniques mini-open et 6,5 semaines pour les techniques à ciel ouvert.

4.5 Résultats à long terme

Seules 2 études comparent 2 techniques chirurgicales : fasciotomie à ciel ouvert versus fasciectomie (5) et fasciectomie versus « mini-open » (31). Dans ces 2 études, les résultats des différentes techniques comparées était équivalents. La comparaison des résultats des différentes techniques chirurgicales des plus grandes séries est difficile car ces dernières utilisent des critères d'évaluation différents. Certains évaluent leur technique sur le score d'évaluation analogique de la douleur (31), d'autres utilisent des échelles sémantiques pour apprécier la notion de guérison (12) ou la satisfaction (6,9). Certains enfin évaluent la récupération fonctionnelle (6). Pour pouvoir comparer avec les études précédentes, un questionnaire était soumis aux patients reprenant la plupart des

critères d'évaluation utilisés dans les grandes séries. Le questionnaire était envoyé par mail et rempli par le patient seul pour limiter les biais liés à l'évaluateur.

Le recul moyen des auto-questionnaires était de 7,5 ans (2,5-11,75). Seule une étude évaluant la fasciotomie à ciel ouvert possède un recul plus important avec 9,5ans (6). Les techniques mini-open offrent des reculs moyens de 5 ans, 2,25 ans et 3 mois (9,10,31). En ce qui concerne les techniques endoscopiques, Fontes et al. (12) ne précisent pas le recul moyen mais uniquement les extrêmes (6 mois à 108 mois) et Jans et al. (18) présentent des résultats à 6 semaines.

Brown et al. (6) retrouvaient un taux moyen de récupération de 88% dans ses fasciotomies à ciel ouvert. Nos résultats rapportent la même valeur (89,2%). En ce qui concerne la satisfaction des patients quant à leur prise en charge, notre résultat est superposable à celui de la technique mini-open de Croutzet et al. (9) (100% très satisfaits) et aux aponévrotomies à ciel ouvert de Brown et al. (6) (92% des patients au moins satisfaits). La grande majorité rapporte un élargissement de la cicatrice et près de la moitié des patients se disent insatisfaits de leur cicatrice. Ce préjudice esthétique est malheureusement la conséquence du traitement à ciel ouvert rapporté par de nombreux auteurs (5,8,44,45).

Les résultats rapportés par le traitement chirurgical sont tout à fait satisfaisants. La véritable différence entre les techniques mini-invasives et à ciel ouvert réside dans l'aspect esthétique. Le délai de reprise des activités semble également en faveur des techniques mini-invasives avec un court avantage pour celles assistées par l'endoscopie. Si ces dernières montrent des résultats à court terme satisfaisants, elles ne disposent pas d'un recul assez important pour les juger sur le long terme. De plus, aucune étude ne compare sur de grandes séries de patients les différentes techniques du fait de la rareté du SLC d'avant-bras.

5) CONCLUSION

Parallèlement au SLC de jambe, les techniques mini-invasives et tout particulièrement endoscopiques se sont développées dans le traitement chirugical du SLC d'avant-bras. Cependant, contrairement à la jambe, l'avant-bras est le siège de nombreuses variations artérielles superficielles comme l'AUS dont l'incidence est loin d'être négligeable. Cette variation artérielle est bien connue des chirurgiens plasticiens qui l'utilisent pour réaliser des lambeaux d'avant-bras mais aucune étude ne décrit l'anomalie dans le cadre du SLC d'avant-bras. Le risque de léser l'AUS est important lors d'un abord ulnaire. L'AUS, lorsqu'elle est présente, chemine au contact du fascia, en arrière le plus souvent ou en avant dans de plus rares cas. Elle est donc directement sur le trajet de la fasciotomie. 3 cas d'AUS étaient relevés sur les 29 avant-bras opérés soit 10,3% des cas. Son incidence apparaît donc importante même si la variation artérielle n'a jamais été relevée pour ce type de chirurgie. La chirurgie à ciel ouvert permet de contrôler la présence de l'AUS par une dissection prudente. Ce contrôle paraît plus difficile avec l'utilisation des techniques mini-invasives. L'AUS prend en charge la vascularisation distale du membre supérieur au même titre qu'une artère ulnaire normale. Toute lésion de l'artère peut donc compromettre la vascularisation digitale et engendrer l'ischémie. La prudence invite donc à la réalisation d'un dépistage systématique de la variation chez tout patient atteint de SLC d'avant-bras motivés par la chirurgie. Un pouls de localisation inhabituel, l'absence du muscle long palmaire doivent être recherchés. En cas de doute clinique, la réalisation d'un examen complémentaire (écho-doppler, angio-IRM, angio-scanner) permettrait d'infirmer ou de confirmer la présence de la variation artérielle. Si la présence de cette dernière était diagnostiquée, elle pourrait alors contre-indiquer la réalisation d'une technique mini-invasive et indiquerait la réalisation d'une fasciotomie à ciel ouvert permettant de diminuer les risques de lésions de l'AUS.

Cette étude est une alerte sur le risque lié à la présence d'une AUS lors de fasciotomies ventrales de l'avant-bras. Tout chirurgien doit être vigilant lorsqu'il utilise un abord ventral de l'avant-bras.

Les techniques mini-invasives se sont beaucoup développées ces dernières années. Elles séduisent par leur préjudice esthétique minimal. En effet les techniques à ciel ouvert, par leur grandes incisions, donnent des séquelles cicatricielles plus conséquentes. Les techniques mini-invasives ont également été développées pour obtenir un délai moyen de reprise de l'activité plus court. La revue de la littérature leur donne un court bénéfice dans ce domaine et notre étude retrouve des délais sensiblement identiques à celles des techniques endoscopiques. Seules les études portant sur des techniques à ciel ouvert offrent des résultats avec un recul important au delà de 5 ans. Notre série confirme que la fasciotomie à ciel ouvert montre des résultats aussi satisfaisants que la chirurgie mini-invasive et cela de façon pérenne.

REFERENCES

1. Rorabeck CH, Castle GS, Hardie R, Logan J. Compartmental pressure measurements: an experimental investigation using the slit catheter. J Trauma. juin 1981;21(6):446‑9.
2. Burton A. Handbook of physiology VI. Washington DC: Hamilton WF; 1962.
3. Pedowitz RA, Toutounghi FM. Chronic exertional compartment syndrome of the forearm flexor muscles. J Hand Surg. sept 1988;13(5):694‑6.
4. Söderberg TA. Bilateral chronic compartment syndrome in the forearm and the hand. J Bone Joint Surg Br. sept 1996;78(5):780‑2.
5. Zandi H, Bell S. Results of compartment decompression in chronic forearm compartment syndrome: six case presentations. Br J Sports Med. sept 2005;39(9):e35.
6. Brown JS, Wheeler PC, Boyd KT, Barnes MR, Allen MJ. Chronic exertional compartment syndrome of the forearm: a case series of 12 patients treated with fasciotomy. J Hand Surg Eur Vol. juin 2011;36(5):413‑9.
7. Pritchard MH, Williams RL, Heath JP. Chronic compartment syndrome, an important cause of work-related upper limb disorder. Rheumatol Oxf Engl. nov 2005;44(11):1442‑6.
8. Kutz JE, Singer R, Lindsay M. Chronic exertional compartment syndrome of the forearm: a case report. J Hand Surg. mars 1985;10(2):302‑4.
9. Croutzet P, Chassat R, Masmejean EH. Mini-invasive surgery for chronic exertional compartment syndrome of the forearm: a new technique. Tech Hand Up Extrem Surg. sept 2009;13(3):137‑40.
10. Harrison JWK, Thomas P, Aster A, Wilkes G, Hayton MJ. Chronic exertional compartment syndrome of the forearm in elite rowers: a technique for mini-open fasciotomy and a report of six cases. Hand N Y N. déc 2013;8(4):450‑3.
11. Seiler JG, Hammond KE, Payne SH, Ivy R. Bilateral exertional compartment syndrome of the forearm: evaluation and endoscopic treatment in an elite swimmer. J Surg Orthop Adv. 2011;20(2):126‑31.
12. Fontes D, Clement R, Roure P. [Endoscopic aponeurotomy for chronic exertional compartmental syndrome of the forearm: report of 41 cases]. Chir Main. août 2003;22(4):186‑96.
13. Hijjawi J, Nagle DJ. Endoscopic-assisted Fascial Decompression for Forearm Exertional Compartment Syndrome: A Case Report and Review of the Literature. Hand N Y N. déc 2010;5(4):427‑9.
14. Pozzi A, Pivato G, Kask K, Susini F, Pegoli L. Single Portal Endoscopic Treatment for Chronic Exertional Compartment Syndrome of the Forearm. Tech Hand Up Extrem Surg. 26 juin 2014;
15. Jans C, Peersman G, Peersman B, Van Den Langenbergh T, Valk J, Richart T. Endoscopic decompression for chronic compartment syndrome of

the forearm in motocross racers. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA. 11 mai 2014;
16. Chan PS, Steinberg DR, Pepe MD, Beredjiklian PK. The significance of the three volar spaces in forearm compartment syndrome: a clinical and cadaveric correlation. J Hand Surg. nov 1998;23(6):1077‑81.
17. Gelberman RH, Garfin SR, Hergenroeder PT, Mubarak SJ, Menon J. Compartment syndromes of the forearm: diagnosis and treatment. Clin Orthop. déc 1981;(161):252‑61.
18. Jans C, Peersman G, Peersman B, Van Den Langenbergh T, Valk J, Richart T. Endoscopic decompression for chronic compartment syndrome of the forearm in motocross racers. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA. 11 mai 2014;
19. Yang H-J, Gil Y-C, Jung W-S, Lee H-Y. Variations of the superficial brachial artery in Korean cadavers. J Korean Med Sci. oct 2008;23(5):884‑7.
20. Miller R. Observations upon the arrangement of the axillary artery and the brachial plexus. Am J Anat. 1939;64:143‑63.
21. Devansh. Superficial ulnar artery flap. Plast Reconstr Surg. févr 1996;97(2):420‑6.
22. Adachi B. Anatomie der Japaner: Das Arteriensystem der Japaner. Aorta thoraculis. Arcus plantaris profundus. Verlag der Kaiserlich-Japanischen Universität zu Kyoto; 1928. 353 p.
23. Nakatani T, Tanaka S, Mizukami S. Superficial ulnar artery originating from the brachial artery and its clinical importance. Surg Radiol Anat SRA. 1998;20(5):383‑5.
24. Rodríguez-Niedenführ M, Burton GJ, Deu J, Sañudo JR. Development of the arterial pattern in the upper limb of staged human embryos: normal development and anatomic variations. J Anat. oct 2001;199(Pt 4):407‑17.
25. Singer E. Embryological pattern persisting in the arteries of the arm. 55:403‑9.
26. Hazlett JW. The superficial ulnar artery with reference to accidental intra-arterial injection. Can Med Assoc J. sept 1949;61(3):289‑93.
27. Leblond D, Testart, Jacques, Université de Rouen. IIschémie de la main après injection médicamenteuse d'une artère ulnaire superficielle. [[S.l.]]: [s.n.]; 1999.
28. Yadav PS, Ahmad QG, Shankhdhar VK, Nambi GI. Absence of the palmaris longus is a warning sign for avoiding the superficial ulnar artery « trap ». Indian J Plast Surg Off Publ Assoc Plast Surg India. janv 2013;46(1):149‑50.
29. Pedowitz RA, Hargens AR, Mubarak SJ, Gershuni DH. Modified criteria for the objective diagnosis of chronic compartment syndrome of the leg. Am J Sports Med. févr 1990;18(1):35‑40.
30. Ronel DN, Mtui E, Nolan WB 3rd. Forearm compartment syndrome: anatomical analysis of surgical approaches to the deep space. Plast Reconstr Surg. 1 sept 2004;114(3):697‑705.
31. Winkes MB, Luiten EJT, van Zoest WJF, Sala HA, Hoogeveen AR, Scheltinga MR. Long-term results of surgical decompression of chronic exertional compartment syndrome of the forearm in motocross racers. Am J

Sports Med. févr 2012;40(2):452‑8.
32. Styf J. Compartment Syndromes: Diagnosis, Treatment, and Complications. Taylor & Francis; 2003. 326 p.
33. O'heireamhoin S, Baker JF, Neligan M. Chronic exertional compartment syndrome of the forearm in an elite rower. Case Rep Orthop. 2011;2011:497854.
34. Imbriglia JE, Boland DM. An exercise-induced compartment syndrome of the dorsal forearm--a case report. J Hand Surg. janv 1984;9A(1):142‑3.
35. Bird CB, McCoy JW. Weight-lifting as a cause of compartment syndrome in the forearm. A case report. J Bone Joint Surg Am. mars 1983;65(3):406.
36. Allen MJ, Barnes MR. Chronic compartment syndrome of the flexor muscles in the forearm: a case report. J Hand Surg Edinb Scotl. févr 1989;14(1):47‑8.
37. Wasilewski SA, Asdourian PL. Bilateral chronic exertional compartment syndromes of forearm in an adolescent athlete. Case report and review of literature. Am J Sports Med. déc 1991;19(6):665‑7.
38. Kouvalchouk JF, Watin Augouard L, Dufour O, Coudert X, Paszkowski A. [Chronic stress-related compartment syndrome of the forearm]. Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot. 1993;79(5):351‑6.
39. Berlemann U, al-Momani Z, Hertel R. Exercise-induced compartment syndrome in the flexor-pronator muscle group. A case report and pressure measurements in volunteers. Am J Sports Med. juin 1998;26(3):439‑41.
40. García Mata S, Hidalgo Ovejero A, Martinez Grande M. Bilateral, chronic exertional compartment syndrome of the forearm in two brothers. Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med. avr 1999;9(2):91‑9.
41. Jawed S, Jawad AS, Padhiar N, Perry JD. Chronic exertional compartment syndrome of the forearms secondary to weight training. Rheumatol Oxf Engl. mars 2001;40(3):344‑5.
42. Hider SL, Hilton RC, Hutchinson C. Chronic exertional compartment syndrome as a cause of bilateral forearm pain. Arthritis Rheum. août 2002;46(8):2245‑6.
43. Kumar PR, Jenkins JPR, Hodgson SP. Bilateral chronic exertional compartment syndrome of the dorsal part of the forearm: the role of magnetic resonance imaging in diagnosis: a case report. J Bone Joint Surg Am. août 2003;85-A(8):1557‑9.
44. Goubier JN, Saillant G. Chronic compartment syndrome of the forearm in competitive motor cyclists: a report of two cases. Br J Sports Med. 2003;37(5):452‑3; discussion 453‑4.
45. Jeschke J, Baur E, Piza-Katzer H. Chronisches Kompartmentsyndrom der Unterarmbeuger beim Motocrossfahren. Handchir · Mikrochir · Plast Chir. avr 2006;38(2):122‑5.
46. Piasecki DP, Meyer D, Bach BR. Exertional compartment syndrome of the forearm in an elite flatwater sprint kayaker. Am J Sports Med. nov 2008;36(11):2222‑5.

47. García-Mata S. Chronic exertional compartment syndrome of the forearm in adolescents. J Pediatr Orthop. déc 2013;33(8):832‑7.
48. Botte MJ, Fronek J, Pedowitz RA, Hoenecke HR, Abrams RA, Hamer ML. Exertional compartment syndrome of the upper extremity. Hand Clin. août 1998;14(3):477‑82, x.
49. Schoeffl V, Klee S, Strecker W. Evaluation of physiological standard pressures of the forearm flexor muscles during sport specific ergometry in sport climbers. Br J Sports Med. août 2004;38(4):422‑5.
50. Edwards PD, Miles KA, Owens SJ, Kemp PM, Jenner JR. A new non-invasive test for the detection of compartment syndromes. Nucl Med Commun. mars 1999;20(3):215‑8.
51. Trease L, van Every B, Bennell K, Brukner P, Rynderman J, Baldey A, et al. A prospective blinded evaluation of exercise thallium-201 SPET in patients with suspected chronic exertional compartment syndrome of the leg. Eur J Nucl Med. juin 2001;28(6):688‑95.
52. Hayes AA, Bower GD, Pitstock KL. Chronic (exertional) compartment syndrome of the legs diagnosed with thallous chloride scintigraphy. J Nucl Med Off Publ Soc Nucl Med. sept 1995;36(9):1618‑24.
53. Van den Brand JGH, Nelson T, Verleisdonk EJMM, van der Werken C. The diagnostic value of intracompartmental pressure measurement, magnetic resonance imaging, and near-infrared spectroscopy in chronic exertional compartment syndrome: a prospective study in 50 patients. Am J Sports Med. mai 2005;33(5):699‑704.
54. Gielen JL, Peersman B, Peersman G, Roelant E, Van Dyck P, Vanhoenacker F, et al. Chronic exertional compartment syndrome of the forearm in motocross racers: findings on MRI. Skeletal Radiol. déc 2009;38(12):1153‑61.
55. Heckman JD. A case report, « Bilateral chronic exertional compartment syndrome of the dorsal part of the forearm: the role of magnetic resonance imaging in diagnosis. » J Bone Joint Surg Am. févr 2005;87(2):458; author reply 458.
56. Mccormack LJ, Cauldwell EW, Anson BJ. Brachial and antebrachial arterial patterns; a study of 750 extremities. Surg Gynecol Obstet. janv 1953;96(1):43‑54.
57. RODRIGUEZ-NIEDENFUHR M, VAZQUEZ T, PARKIN IG, SANUDO JR. Arterial patterns of the human upper limb: update of anatomical variations and embryological development. Eur J Anat. 2003;7(Suppl. 1):21‑8.
58. Rodríguez-Niedenführ M, Vázquez T, Nearn L, Ferreira B, Parkin I, Sañudo JR. Variations of the arterial pattern in the upper limb revisited: a morphological and statistical study, with a review of the literature. J Anat. nov 2001;199(Pt 5):547‑66.
59. Quain R. The anatomy of the arteries of the human body : and its application to pathology and operative surgery, with a series of lithographic drawings [Internet]. London : Printed for Taylor and Walton; 1844 [cité 27 août 2014]. 580 p. Disponible sur: http://archive.org/details/anatomyofarterie00quairich
60. Grüber W. Über die arteria mediana antibrachii superficialis, arteria

ulnaris antibrachii superficialis und duplicität der arteria ulnaris. Arch Für Anat Physiol Uns Wissenschlaftliche Med. 1867;(668-687).
61. Breme G. Casuistischer Beitrag zur Kenntnis der Anomalien der armaterien. Z Für Morphol Anthropol. 1899;1:483‑94.
62. Müller E. Beitrage zur morphologie des gefässystems. Armarterien Menschen Anat Hefte. 22:377‑575.
63. WEATHERSBY HT. Unusual variation of the ulnar artery. Anat Rec. févr 1956;124(2):245‑8.
64. Fuss FK, Matula CW, Tschabitscher M. [The superficial brachial artery]. Anat Anz. 1985;160(4):285‑94.
65. Uglietta JP, Kadir S. Arteriographic study of variant arterial anatomy of the upper extremities. Cardiovasc Intervent Radiol. juin 1989;12(3):145‑8.
66. Rodríguez-Baeza A, Nebot J, Ferreira B, Reina F, Pérez J, Sañudo JR, et al. An anatomical study and ontogenetic explanation of 23 cases with variations in the main pattern of the human brachio-antebrachial arteries. J Anat. oct 1995;187 (Pt 2):473‑9.
67. Fadel RA, Amonoo-Kuofi HS. The superficial ulnar artery: development and surgical significance. Clin Anat N Y N. 1996;9(2):128‑32.
68. RODRIGUEZ-NIEDENFUHR M, SANUDO JR, VAZQUEZ T, NEARN L, LOGAN B, PARKIN I. Anastomosis at the level of the elbow joint connecting the deep, or normal, brachial artery with major arterial variations of the upper limb. J Anat. janv 2000;196(Pt 1):115‑9.
69. Latha V, Anuradha L, Narayana K. A case of superficial ulnar artery associated with retrobrachial median nerve. Folia Anat. 2002;30:49‑51.
70. Arora, Dada. superficial ulnar artery - a case report. Indian J Pract. 2005;2(3):07‑8.
71. Sieg P, Jacobsen H-C, Hakim SG, Hermes D. Superficial ulnar artery: curse or blessing in harvesting fasciocutaneous forearm flaps. Head Neck. mai 2006;28(5):447‑52.
72. Claassen H, Schmitt O, Werner D, Schareck W, Kröger J-C, Wree A. Superficial arm arteries revisited: Brother and sister with absent radial pulse. Ann Anat Anat Anz Off Organ Anat Ges. 20 mai 2010;192(3):151‑5.
73. Bell RA, Schneider DS, Wax MK. Superficial ulnar artery: a contraindication to radial forearm free tissue transfer. The Laryngoscope. mai 2011;121(5):933‑6.
74. Solan S. Accessory superficial ulnar artery: a case report. J Clin Diagn Res JCDR. déc 2013;7(12):2943‑4.
75. Chunder R, Mukherjee K, Guha R. An unusual ulnar artery: its embryological basis and clinical significance. J Indian Med Assoc. déc 2011;109(12):934‑5, 937.
76. Yazar F, Kirici Y, Ozan H, Aldur MM. An unusual variation of the superficial ulnar artery. Surg Radiol Anat SRA. 1999;21(2):155‑7.
77. Senanayake KJ, Salgado S, Rathnayake MJ, Fernando R, Somarathne K. A rare variant of the superficial ulnar artery, and its clinical implications: a case report. J Med Case Reports. 2007;1:128.
78. Jacquemin G, Lemaire V, Medot M, Fissette J. Bilateral case of

superficial ulnar artery originating from axillary artery. Surg Radiol Anat SRA. 2001;23(2):139‑43.
79. Krishnamurthy, ,, Nayak, Kumar, Prabhu. high origin and superficial course of ulnar artery: a case report. Firat Tip Derg. 2006;11(1):66‑7.
80. Natsis K, Papadopoulou AL, Paraskevas G, Totlis T, Tsikaras P. High origin of a superficial ulnar artery arising from the axillary artery: anatomy, embryology, clinical significance and a review of the literature. Folia Morphol. nov 2006;65(4):400‑5.
81. Srinivasalu R, Vollala VR. The superficial ulnar artery: development and clinical significance. J Vasc Bras. sept 2007;6(3):284‑7.
82. Vollala VR, Jetti R, Soni S. High origin of an ulnar artery--development and surgical significance. Chang Gung Med J. 2011;34(6 Suppl):39‑42.
83. Bhat KMR, Potu BK, Gowda S. High origin of ulnar artery in South Indian male cadaver: a case report. Romanian J Morphol Embryol Rev Roum Morphol Embryol. 2008;49(4):573‑5.
84. Jacob J, Deshpande R, Desai J. Superficial ulnar artery. Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg. sept 2005;28(3):494.
85. McWilliams RG, Sodha I. Doppler ultrasound diagnosis of a superficial ulnar artery. Eur J Ultrasound Off J Eur Fed Soc Ultrasound Med Biol. déc 2000;12(2):155‑7.
86. Ramani CV, Kundagulwar GK, Prabha YS, Dushyanth J. Anomalous superficial ulnar artery based flap. Indian J Plast Surg Off Publ Assoc Plast Surg India. 2014;47(1):124‑6.
87. Senior H. A note on the development of the radial artery. 32:220‑1.
88. Patnaik, Singla, Kalsey. branching pattern of brachial artery - a morphological study. J Anat Soc India. 2002;51(2):176‑86.
89. Van der Zypen E. [The compartment syndrome--an anatomical study]. Helv Chir Acta. mars 1984;50(6):683‑96.
90. Fröber R, Linss W. Anatomic bases of the forearm compartment syndrome. Surg Radiol Anat SRA. 1994;16(4):341‑7.
91. Funk GF, Valentino J, McCulloch TM, Graham SM, Hoffman HT. Anomalies of forearm vascular anatomy encountered during elevation of the radial forearm flap. Head Neck. août 1995;17(4):284‑92.

ANNEXES

Annexe 1 : Questionnaire de suivi du syndrome des loges chronique d'avant-bras

NOM :
Prénom :
Date :

1/Générale :

- êtes-vous : droitier / gaucher / ambidextre
- Depuis l'intervention avez-vous eu d'autres problèmes de santé ? oui / non
- Si oui lesquels ?
- Quel est votre traitement habituel ?
- Avez-vous été réopéré de votre (vos) avant-bras depuis l'intervention chirurgicale initiale ? oui / non
    - Si oui, pour quelles raison ?

2/ retentissement fonctionnel :

- Quelle(s) activité(s) physique(s) pratiquez-vous ?
- A quel niveau pratiquez-vous votre activité physique principale ?
  (Ex : loisir, régionale, nationale, internationale…)
- Si vous ne pratiquez plus d'activité physique :
    - Combien de temps après l'intervention avez-vous continué ?
    - Pour quelles raisons avez-vous arrêté ?
      (Ex : douleur, temps, travail, famille…)
- Si vous pratiquez encore de la moto, le volume de votre/vos avant-bras vous a-t-il obligé à augmenter de taille de combinaison ? oui / non

3/symptômes cliniques :

- Présentez vous des douleurs de l'avant-bras ? oui / non

- Si oui :
    - Apparaissent-elles :
        - au repos
        - à l'effort
        - les deux

    - Quelle est l'intensité de votre douleur ?
      (0 : pas de douleur / 10 la douleur la plus insupportable imaginable)

      0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 - 10

    - Après combien de minutes d'effort les douleurs apparaissent-elles ?

    - Après combien de minutes d'arrêt de l'effort les douleurs disparaissent-elles ?

    - Comment se manifeste votre douleur ? (plusieurs items peuvent être choisis)
        - brûlure
        - picotements
        - fourmillement
        - engourdissement
        - raideur
        - sensation d'avant-bras dur
        - tension
        - crampe
        - faiblesse

    - Depuis l'intervention votre avant-bras a-t-il augmenté de volume ?
      oui / non

    - si oui : a-t-il gonflé selon vous de façon (entourez la réponse qui vous convient)

        - faible
        - modérée
        - importante

4/ aspects esthétiques :

- Votre cicatrice vous occasionnent-elle des douleurs ? oui / non

- votre cicatrice s'est elle élargie depuis l'intervention ? oui / non

- En ce qui concerne votre cicatrice diriez-vous que vous êtes : (entourez la réponse qui vous convient)

    - très satisfait
    - satisfait
    - neutre
    - insatisfait
    - très insatisfait

- En ce qui concerne l'aspect esthétique général de votre avant-bras, êtes-vous (entourez la réponse qui vous convient) :

    - très satisfait
    - satisfait
    - neutre
    - insatisfait
    - très insatisfait

5/ Amélioration :

- Au jour d'aujourd'hui comment évaluez-vous votre récupération par rapport à votre état avant l'opération entre 0 et 100% ?
  (0 : pas de récupération - 100 : récupération complète)

6/Satisfaction globale :

- En ce qui concerne votre prise en charge chirurgicale, diriez-vous que vous êtes : (entourez la réponse qui vous convient)

    - extrêmement satisfait
    - très satisfait
    - satisfait
    - neutre
    - insatisfait
    - très insatisfait
    - extrêmement insatisfait

- Recommanderiez-vous à un proche atteint de la même pathologie la même prise en charge ?

    - tout à fait
    - oui probablement
    - peut-être
    - probablement pas
    - pas du tout

LISTE DES FIGURES, TABLEAUX et ANNEXES

Figure 1 : Vue ventrale d'un avant-bras droit après fasciotomie ventrale. 23

Figure 2 : Vue ventrale d'un avant-bras gauche après fasciotomie ventrale..... 23

Figure 3 : vues ventrales d'un avant-bras droit après fasciotomie ventrale 24

Figure 4 : Angio-IRM d'un membre supérieur gauche 25

Figure 5 : Classification des 16 variations artérielles selon Rodriguez-Niedenführ et al.(57) 45

Figure 6 : Théorie du « sprouting » selon Singer et al. (25) du développement embryologique du système artériel du membre supérieur..... 48

Figure 7 : Théorie de Rodriguez-Niedenführ et al. (24) du développement embryologique du système artériel du membre supérieur..... 51

Figure 8 : Anatomie schématique des loges de l'avant-bras 52

Figure 9 : répartition des compartiments de l'avant-bras selon Fröber et Linss. (90) .. 53

Tableau 1: Epidémiologie des SLC d'avant-bras. revue de la littérature..... 31

Tableau 2: Incidence de l'AUS : revue de la littérature. 39

Tableau 3 : origine de l'artère ulnaire superficielle. Revue de la littérature 41

Annexe 1 : Questionnaire de suivi du syndrome des loges chronique d'avant-bras 67

NOM : SIMON PRENOM : JEREMY

Titre de Thèse : Artère ulnaire superficielle et fasciotomie ventrale antébrachiale. Implication Clinique et chirurgicale dans le syndrome des loges chronique d'avant-bras.

RESUME

Objectif: L'objectif était de mettre en évidence la présence d'une AUS au cours de fasciotomies ventrales antébrachiales dans le cadre du SLC d'avant-bras et d'évaluer son incidence.

Méthodes: Notre étude rétrospective incluait 17 patients atteints de SLC d'avant-bras opérés par fasciotomie ventrale à ciel ouvert au CHU de Nantes. Cela représentait 29 fasciotomies ventrales. Nous avons vérifié pour chaque patient en peropératoire la présence ou non d'une AUS. Si elle était présente, nous en décrivions son trajet.

Résultats : Nous mettions en évidence 3 AUS sur les 29 avant-bras soit une incidence de 10,3%.

Discussion : Aucun auteur ne rapporte la présence d'une AUS dans le cadre du SLC d'avant-bras. Il est important de connaître cette variation artérielle lorsqu'une fasciotomie ventrale d'avant-bras est indiquée. La lésion de l'AUS présente un risque ischémique digital.

Conclusion :Tout chirurgien doit considéré le risque de la présence de l'AUS lors de l'utilisation de fasciotomie mini-invasive et pour tout abord ventral de l'avant-bras.

MOTS-CLES

Artère ulnaire superficielle, Syndrome des loges chronique d'avant-bras , fasciotomie ventrale d'avant-bras