



UNIL | Université de Lausanne

Faculté de biologie
et de médecine

ETUDE ANATOMIQUE ET ENSEIGNEMENT PRATIQUE DU PLEXUS BRACHIAL EN RELATION AVEC L'IMAGERIE TOMOGRAPHIQUE

Mémoire de maîtrise en médecine n°969

ANNE HUGUENIN

TUTEUR

Dr Beat Riederer

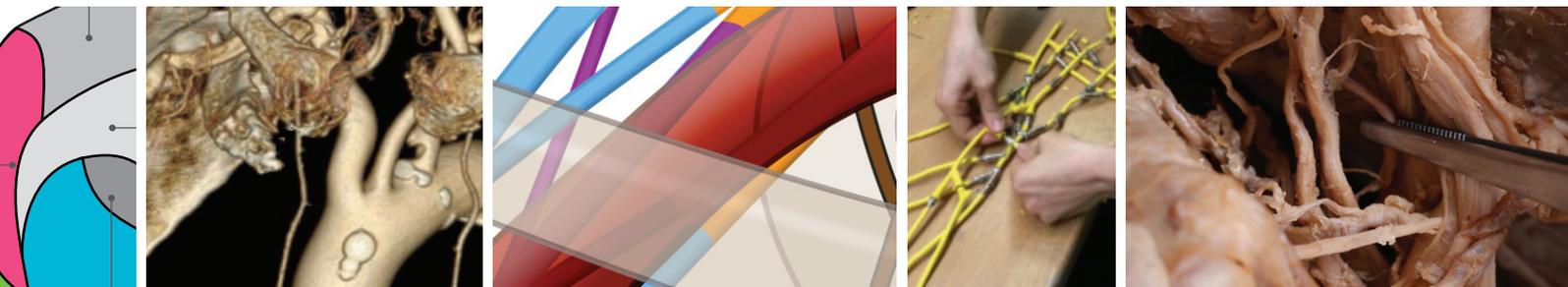
CO-TUTEUR

Dr Hugues Cadas

EXPERT

Dr Julien Puyal

Plateforme de morphologie, Département de neurosciences fondamentales



DÉCEMBRE 2014

SOMMAIRE

INTRODUCTION	3
MÉTHODES	4
Dissection d'un plexus brachial	4
Exploitation des images tomographiques	4
Conception et élaboration des supports d'apprentissage	4
Rencontre avec les étudiants	5
Maquette	6
RÉSULTATS	7
Dissection: étapes et résultats	7
Reconstitutions tridimensionnelles par CT-scanner	16
DISCUSSION	22
Limites du projet	22
Perspectives de développement	22
LISTE DES ABRÉVIATIONS	23
LISTE DES FIGURES	23
RÉFÉRENCES	23
REMERCIEMENTS	24
ANNEXES	25
Guide d'auto-apprentissage: le plexus brachial	25
Traumatismes du plexus brachial chez l'adulte	32
Traumatismes obstétricaux du plexus brachial	37
Les pathologies oncologiques du plexus brachial	41
Le syndrome de Parsonage-Turner	43
Le syndrome du défilé thoracobrachial neurogène	46

INTRODUCTION

L'importance fonctionnelle et la complexité du plexus brachial en font un sujet important de l'enseignement anatomique. La connaissance approfondie de sa morphologie est en effet incontournable dans plusieurs spécialités médicales, dont l'anesthésiologie, la radiologie et plusieurs domaines chirurgicaux. En outre, la clinique associée aux lésions neurologiques du membre supérieur est essentielle à tout praticien amené à en évaluer la fonction, du médecin généraliste au neurologue.

Le présent travail a pour but d'offrir aux étudiants de première année de médecine un complément pour l'étude de l'anatomie du plexus brachial. Ils auront accès, lors des travaux pratiques, à une pièce anatomique disséquée dans le cadre de ce projet. Un support d'apprentissage écrit sera mis à leur disposition sur une plateforme moodle dédiée à l'anatomie ; y seront aussi intégrés des photos légendées du plexus, des reconstitutions artérielles acquises par CT-scanner, et, à terme, des exercices interactifs dérivés de ce travail. Un second volet d'approfondissement sur les pathologies du plexus brachial sera développé à l'attention des étudiants plus avancés.



Figure 1 : en salle de dissection

MÉTHODES

Dissection d'un plexus brachial

La plateforme de morphologie du Département de neurosciences fondamentales (DNF) a mis à ma disposition le buste d'un corps féminin dont la partie inférieure a déjà servi à la réalisation d'un précédent travail de master en 2010.

Ledit corps a été fixé au moyen d'une perfusion par voie fémorale, composée de 10.6 L d'eau, 4 L d'éthanol (94%), 1 L de glycérol (85%), 0.9 L de formaldéhyde (38%) et 0.5 L de phénol (85%), permettant, en chambre froide, une excellente préservation des tissus jusqu'à aujourd'hui.¹

La dissection a été pratiquée du côté droit, le côté gauche ayant servi dans un même temps à une étude remarquable du plexus cervical par mon co-tuteur, Dr Hugues Cadas. Le choix de côté s'est avéré peu judicieux dans mon cas, la nuque ayant conservé une position figée en légère flexion latérale, épaule élevée.

Exploitation des images tomographiques

Les images de CT-scanner que j'ai exploitées ont été acquises à l'époque sur le même corps. Le Centre universitaire romand de médecine légale a gracieusement mis à ma disposition ses ordinateurs pour la réalisation de cette partie du travail.

Informations techniques¹

Scanner LightSpeed Ultra (General Electric (GE) 8 barrettes)

Paramètres d'acquisition : 120 kV, \pm 200 mAs, épaisseur de coupe : 1.25 mm en phase artérielle

Intervalle de reconstruction à 0.6 mm, pitch 0.875.

Produit de contraste Angiofil injecté par pompe CEC.

Plusieurs reconstructions tridimensionnelles du réseau artériel ont été exécutées. La densité du squelette et du produit de contraste est similaire, occasionnant des artefacts à la reconstitution des artères seules, là où les vaisseaux longent les structures osseuses. Les meilleures images sont par conséquent celles incluant au moins les os voisins des artères sélectionnées, en l'occurrence la ceinture scapulaire, la première côte et l'humérus. L'impossibilité de sauvegarder le travail en cours sur le logiciel le plus utilisé a corsé le défi, m'obligeant à produire d'une traite une reconstitution

de bonne qualité, ce qui représente plusieurs heures de travail successives à chaque session.

Une lordose cervicale importante a compromis l'obtention d'images de bonne qualité en coupe, le plan horizontal au niveau cervical traversant deux vertèbres simultanément. La position élevée de l'épaule droite se traduit par une asymétrie dans les coupes au niveau dorsal.

Enfin, l'étude des images tomographiques a révélé la présence de fractures de la clavicule et de l'humérus proximal à droite, passées inaperçues en début de dissection.

Conception et élaboration des supports d'apprentissage

La conception des supports d'apprentissage mise à la fois sur la variété de présentation, et pour certains, sur l'interactivité, les versions imprimables étant présentées en annexe. Cette approche a abouti à plusieurs projets complémentaires de la pièce disséquée qui ne sera disponible que lors des travaux pratiques.

J'ai mis à profit l'opinion de six étudiants que j'ai rencontrés lors d'une séance de répétition autour de la pièce disséquée. Nous avons ainsi pu réviser l'anatomie du plexus ensemble et mettre en évidence les éléments difficiles à appréhender. Leur avis, leurs conseils ainsi que les difficultés qu'ils m'ont exposées m'ont permis, en plus de ma propre expérience d'étudiante, de mieux cerner les points à améliorer dans mon approche (cf. infra).

La structure des supports a été discutée et repensée avec l'aide du Dr Julien Puyal, en vue de leur intégration sur une plateforme Moodle dédiée à l'enseignement de l'anatomie et actuellement en développement. Les productions écrites et numériques issues de ce travail seront ainsi à disposition du DNF pour une mise en ligne ultérieure, y compris sous forme d'exercices.

L'introduction aux pathologies a bénéficié de la contribution de plusieurs cliniciens spécialistes de la prise en charge des pathologies du plexus brachial. Ils m'ont fait profiter de leur expérience dans leurs domaines respectifs en corrigeant mes textes et ont gracieusement mis à ma disposition de nombreuses illustrations pour les situations cliniques. Il s'agit de :

- Prof. Jean-François Tolsa, néonatalogue
- Dr Laurent Wehrli, chirurgien plasticien
- Prof. Hans-Beat Ris, chirurgien thoracique
- Prof. Thierry Kuntzer, neurologue
- Dr Eric Albrecht, anesthésiste

Rencontre avec les étudiants

Les étudiants ont expliqué leur difficulté à visualiser les structures principales du plexus brachial en trois dimensions (racines, troncs, faisceaux). Sur ce point en particulier, la démonstration sur la pièce disséquée apporte un avantage certain par rapport au support écrit en permettant d'observer les repères topographiques. La distribution verticale des troncs devient logique lorsqu'on observe leur émergence dans un plan frontal à travers le défilé des scalènes ; de même, les rapports entre les faisceaux et l'artère subclavière puis axillaire sont mieux compris en les observant sur pièce.

La partie distale du plexus avec les cinq branches principales ne pose pas de problème particulier : la fourchette du nerf médian est facilement identifiée et permet de repérer rapidement les nerfs voisins (nerfs musculocutané, ulnaire, radial). On trouve le nerf axillaire en remontant le nerf radial, jusqu'à son émergence du faisceau postérieur.

Exception faite du nerf médian dont l'allure caractéristique est reconnaissable au premier coup d'œil, il est généralement nécessaire d'avoir une stratégie pour reconnaître les différentes structures : on cherche des repères topographiques (muscles scalènes pour les troncs, divisions et artère axillaire pour les faisceaux, muscle coracobrachial pour le nerf musculocutané, muscle dentelé antérieur pour le nerf thoracique long etc.), ou on suit une structure déjà identifiée en direction proximale ou distale jusqu'à la structure suivante.

Les branches secondaires sont peu connues des étudiants et dépassent leurs objectifs d'apprentissage. La démonstration est cependant intéressante, en particulier lorsqu'on peut observer le parcours d'une branche jusqu'à son organe cible : par exemple, nerf thoracique long et muscle dentelé antérieur, nerf thoracodorsal et muscle grand dorsal, nerf cutané médial du bras et nerf cutané médial de l'avant-bras jusqu'au tissu sous-cutané.

Plusieurs difficultés attendent les étudiants, notamment la présence de variantes anatomiques, tant au niveau nerveux qu'artériel. Le voisinage du plexus cervical prête à confusion dans l'identification des branches proximales. La grande différence dans l'allure des structures entre pièce et illustrations anatomiques est déroutante, particulièrement pour l'identification des nerfs qui se mélangent et se confondent inévitablement en situation réelle. La présence de petites structures non identifiées individuellement, notamment les rameaux cutanés et musculaires des différentes branches, complique encore la compréhension de l'anatomie.

Maquette

La maquette est constituée de fils électriques souples, de prises mini-jack, de gaine jaune thermoformée et d'un polymère jaune utilisé pour les finitions. Elle a été montée au moyen de fil d'étain et d'un fer à souder.

La maquette sera proposée en complément de la pièce disséquée lors des travaux pratiques. Elle permet une révision ludique du plexus brachial sous la forme d'un puzzle tridimensionnel légendé, à monter en groupe, avec l'aide d'un schéma mis à disposition.

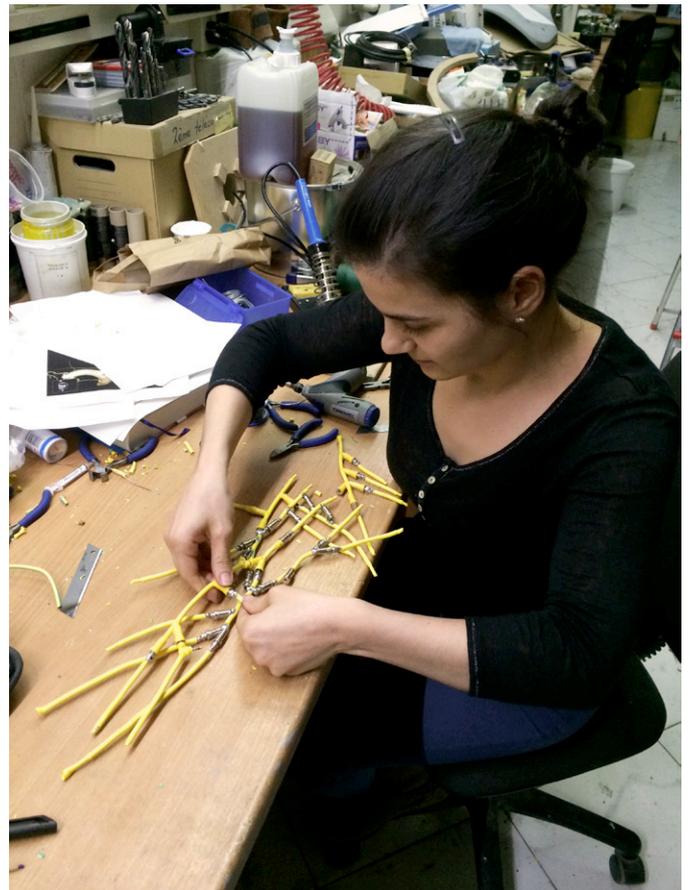


Figure 2 et 3: construction de la maquette en atelier

RÉSULTATS

Dissection : étapes et résultats

Remarque préliminaire: l'ordre des étapes de dissection présenté ci-dessous a été réorganisé à des fins de compréhension. Signalons que la majeure partie du réseau veineux a été supprimée au fur et à mesure de la dissection afin de faciliter l'accès aux structures profondes; il n'est fait mention que des veines principales. Le trajet des structures est décrit jusqu'à hauteur du coude. Les faces postérieures du bras et de l'épaule ne sont pas incluses dans la dissection. Notons que les poumons et le cœur ont été prélevés après section de la cage thoracique au niveau des lignes parasternales et de l'angle sternal.

Dans un premier temps, la peau est réclinée sur les régions brachiale antérieure, axillaire, deltoïdienne, pectorale et pectorale latérale, le triangle clavipectoral et la fosse infraclaviculaire. Le tissu sous-cutané est retiré en prenant garde de préserver les structures superficielles.

Dans la région brachiale antérieure, on met en évidence la veine céphalique dont le trajet sur le bord latéral du muscle biceps brachial se poursuit entre les muscles deltoïde et grand pectoral, jusqu'à la fosse infraclaviculaire dans laquelle elle traverse le fascia clavipectoral (fig. 4). A ce niveau, elle disparaît sous la clavicule pour se jeter dans la veine subclavière. La veine basilique circule

médialement au muscle biceps brachial et traverse le fascia brachial environ 8 cm proximement à l'épicondyle médial. Elle rejoint alors la gouttière bicipitale dans laquelle elle poursuit son trajet et se jette dans la veine brachiale. Le nerf cutané latéral inférieur de l'avant-bras surgit latéralement entre les muscles triceps et biceps brachiaux (fig. 4). Sous le bord inférieur du muscle grand pectoral et le long de la face médiale du bras, on trouve des branches des nerfs intercostobrachial et cutanés médiaux du bras et de l'avant-bras (fig. 4). Le fascia axillaire laisse deviner le passage du plexus infraclaviculaire.

Dans la région pectorale latérale, le tissu sous-cutané est récliné et laisse apparaître la partie distale du nerf thoracique long (fig. 8 et 12), contre le muscle dentelé antérieur (fig. 12), en parallèle de la partie distale de l'artère thoracique latérale (fig.12). Le nerf intercostobrachial issu du deuxième nerf intercostal est libéré jusqu'à son anastomose avec une branche du nerf cutané médial du bras (fig. 7, 8, 12 et 13). La branche latérale du troisième nerf intercostal est aussi conservée (fig. 8, 12 et 13).

Le muscle grand pectoral est sectionné en regard de la région axillaire afin de libérer l'accès aux structures profondes (fig. 5). Apparaissent en premier les branches des nerfs pectoraux médial et latéral ainsi que les ramifications de l'artère thoraco-acromiale (fig. 5). Le muscle petit pectoral (fig. 5, 9, 11 et 12)

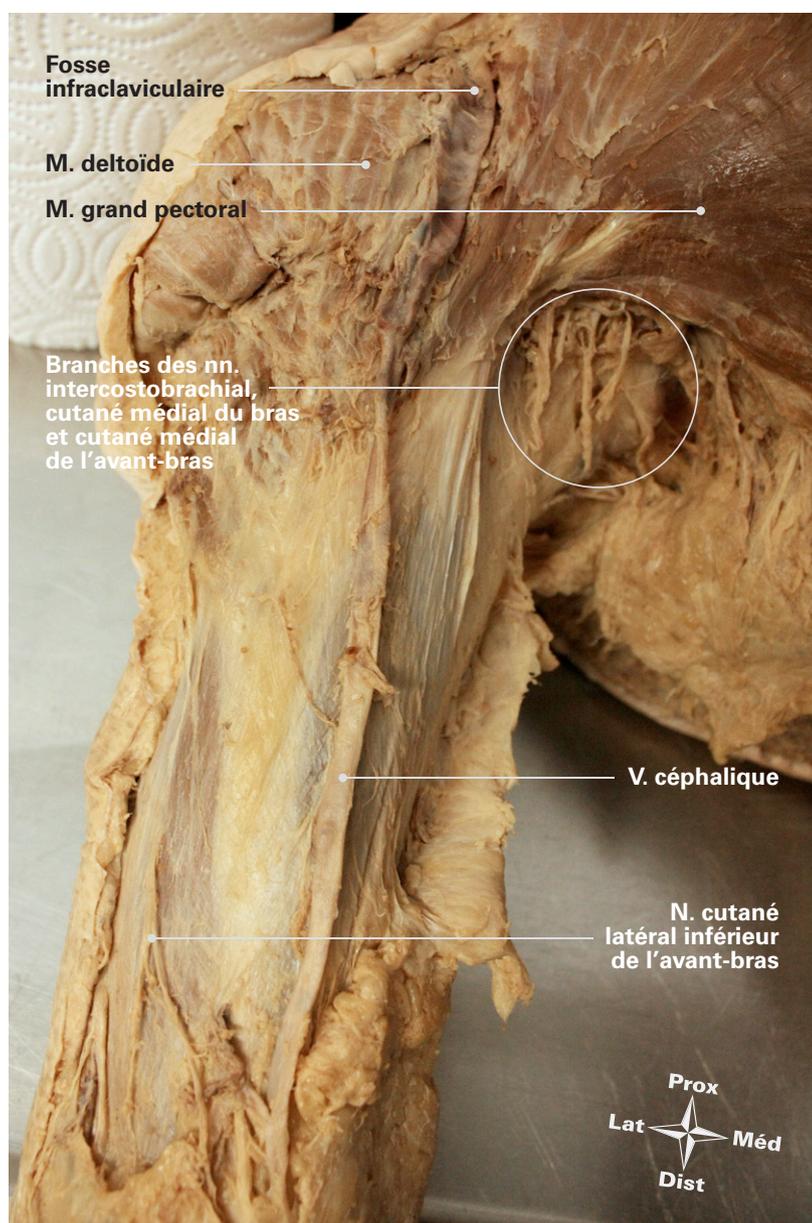


Figure 4: dissection superficielle du bras et de la région axillaire

est à son tour sectionné, permettant de disséquer la naissance de l'artère thoraco-acromiale (fig. 12 et 13) et le début de l'artère thoracique latérale (fig. 12). L'origine des nerfs pectoraux, plus proximale sur ce corps, n'est pas encore découverte. La région axillaire est progressivement explorée et les structures sont suivies distalement dans la gouttière bicipitale. La fourchette du nerf médian apparaît antérieurement à l'artère axillaire (fig. 6, 7, 8, 12 et 13). Médialement, on dégagne partiellement la veine axillaire (fig. 6), le nerf ulnaire (fig. 6, 7, 8, 12 et 13) ainsi qu'une portion supplémentaire des nerfs cutanés médiaux. Latéralement, on découvre le faisceau latéral (fig. 11, 12 et 13), sa contribution au nerf médian, et le nerf musculocutané (fig. 6, 7, 8, 12 et 13) qui disparaît dans le muscle coracobrachial.

Pour plus de commodité dans l'exploration de la gouttière bicipitale, le muscle biceps brachial (fig. 6, 7, 8 et 13) est sectionné distalement et repoussé latéralement, ce qui déchire malheureusement le fragile muscle coracobrachial (fig. 6, 7, 8 et 13) et libère le nerf musculocutané de son trajet intramusculaire. Celui-ci disperse ses branches motrices entre le muscle biceps brachial et le muscle brachial avant de disparaître au pli du coude. Le nerf médian continue son trajet en avant de l'artère brachiale et s'engage sous l'aponévrose bicipitale. Le nerf ulnaire est suivi jusqu'à son passage en arrière de l'épicondyle médial. Les nerfs cutanés médiaux du bras et de l'avant-bras (fig. 8, 12 et 13) se ramifient dans le tissu sous-cutané, le second

se prolongeant en direction de l'avant-bras.

En profondeur, contre la face postérieure de l'artère axillaire, on dissèque une première partie du nerf radial (fig. 7, 8, 12 et 13) qui circule en position relativement médiale en raison d'une variante anatomique, déviant son trajet au-dessus de l'artère sous-scapulaire. S'en détachent plusieurs rameaux moteurs vers le muscle triceps brachial ainsi que le nerf cutané postérieur du bras (fig. 7). Le nerf radial disparaît entre l'humérus et le muscle triceps brachial pour rejoindre le sillon du nerf radial.

Du nerf axillaire on observe uniquement la partie distale, avant qu'il ne passe sous la scapula. Son émergence du tronc postérieur n'est pas encore visible à ce stade, ce dernier se situant derrière la clavicule, en position très proximale sur ce corps. En profondeur du creux axillaire, médialement au bord du muscle grand dorsal, on dissèque l'artère sous-scapulaire (fig. 7, 8, 12 et 13) qui naît de l'artère axillaire, et par-dessus laquelle passent le nerf ulnaire, les nerfs cutanés médiaux et, comme mentionné précédemment, le nerf radial (variante). Elle donne immédiatement après l'artère circonflexe de la scapula et l'artère thoracodorsale (fig. 7, 8, 13). Médialement à cette dernière, on tombe sur le nerf thoracodorsal dont on devine le trajet sous la scapula (fig. 7, 8, 9, 12 et 13). A l'opposé de l'artère sous-scapulaire, l'artère circonflexe postérieure de l'humérus émerge de l'artère axillaire (fig. 8 et 12).

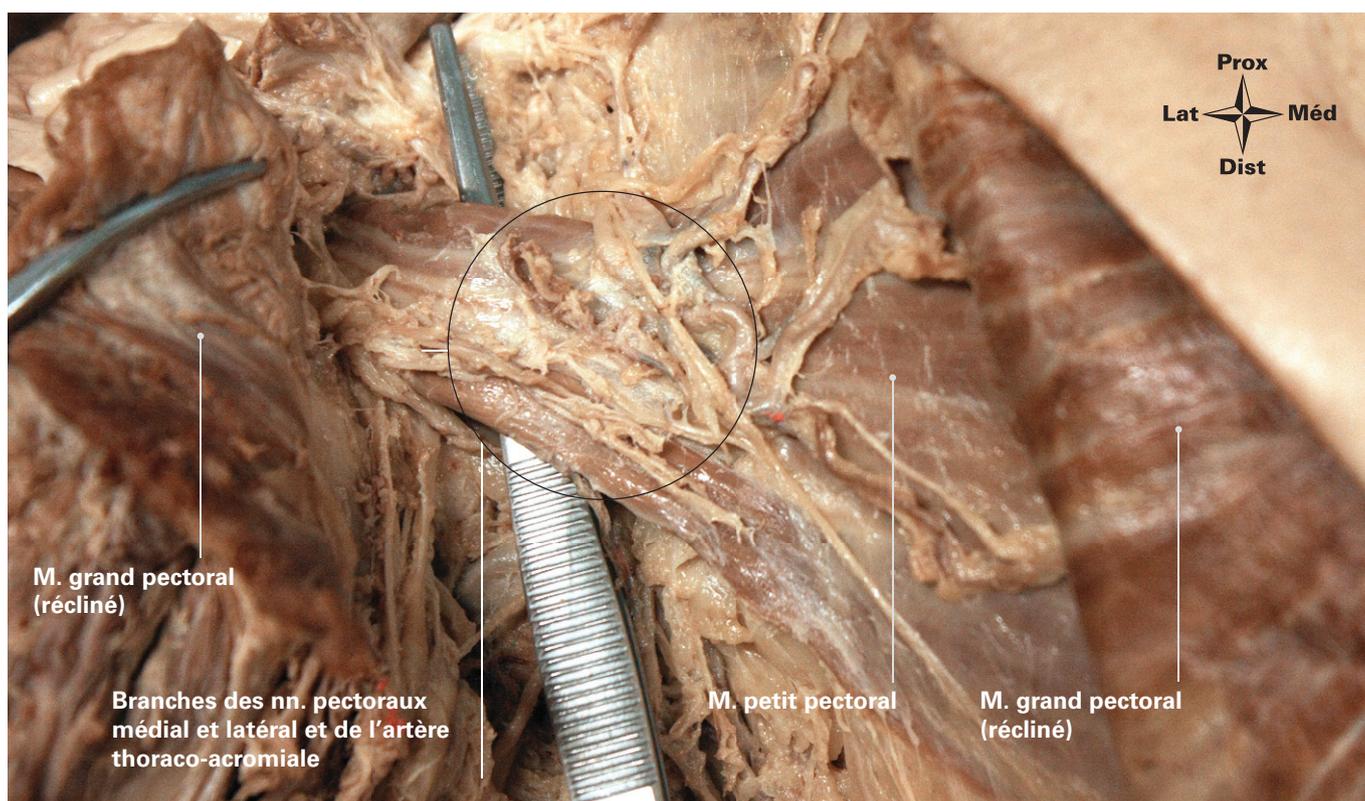


Figure 5: dissection des muscles pectoraux

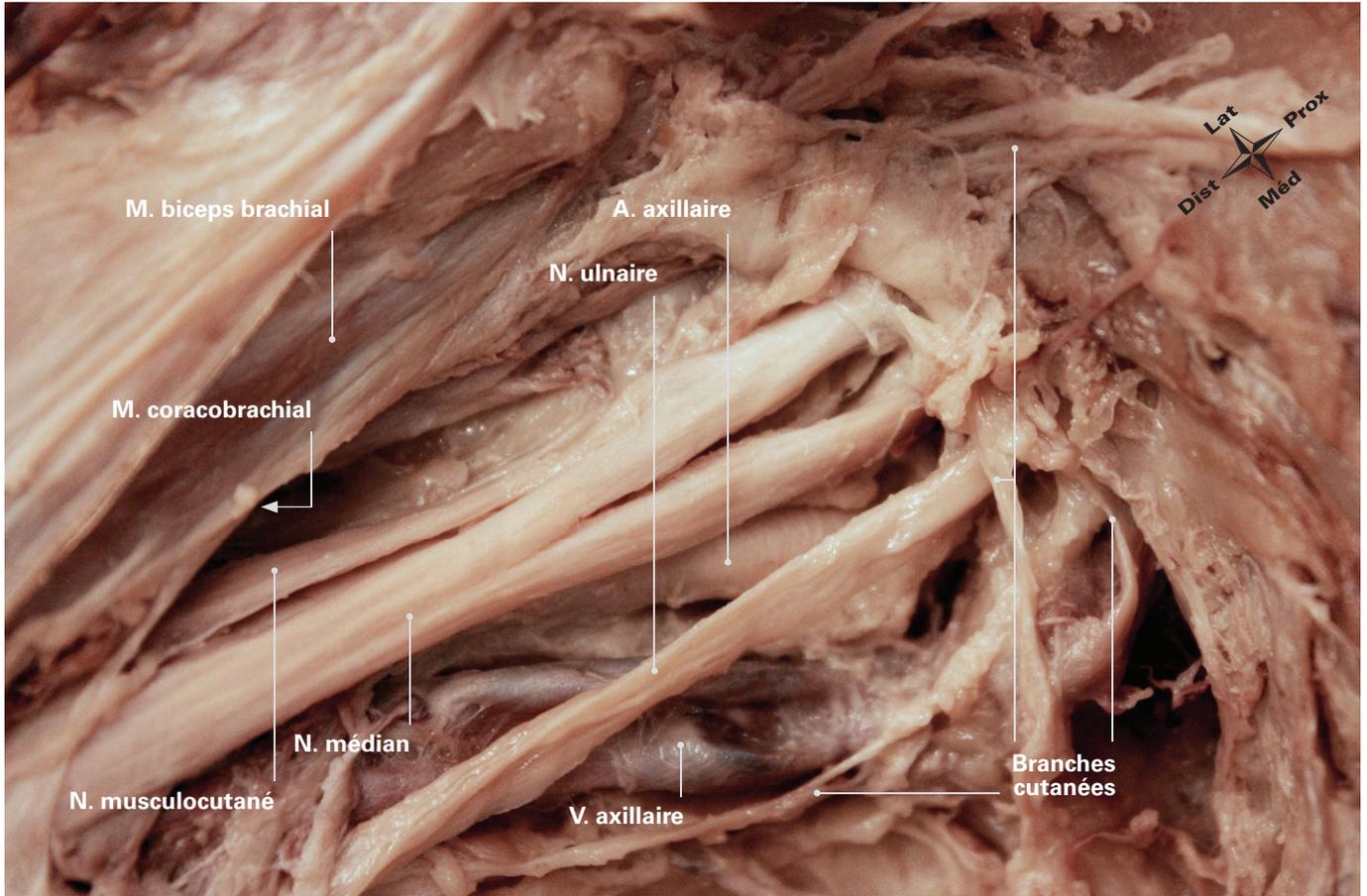


Figure 6: branches principales dans le creux axillaire

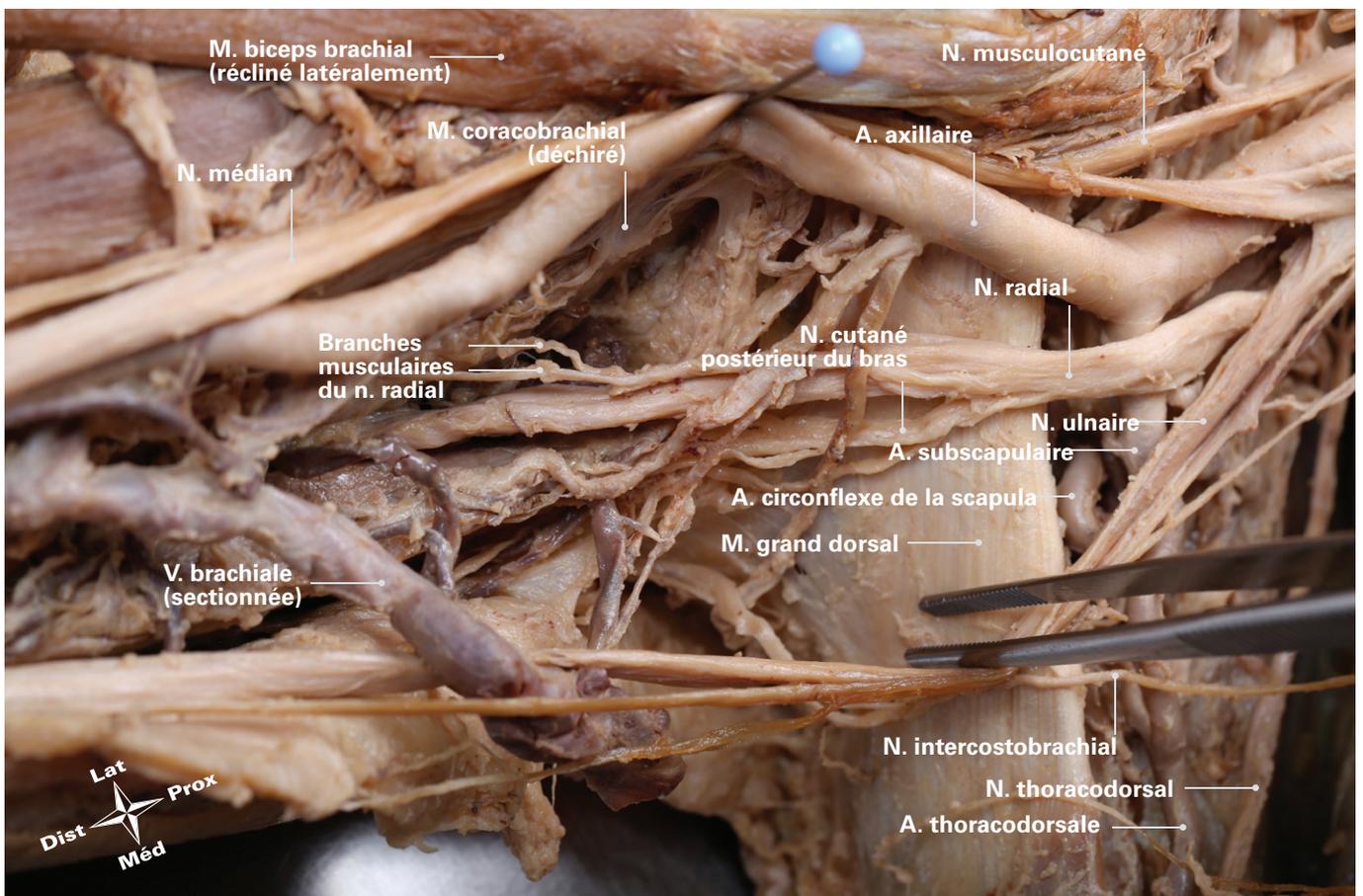


Figure 7: nerf radial au niveau du creux axillaire

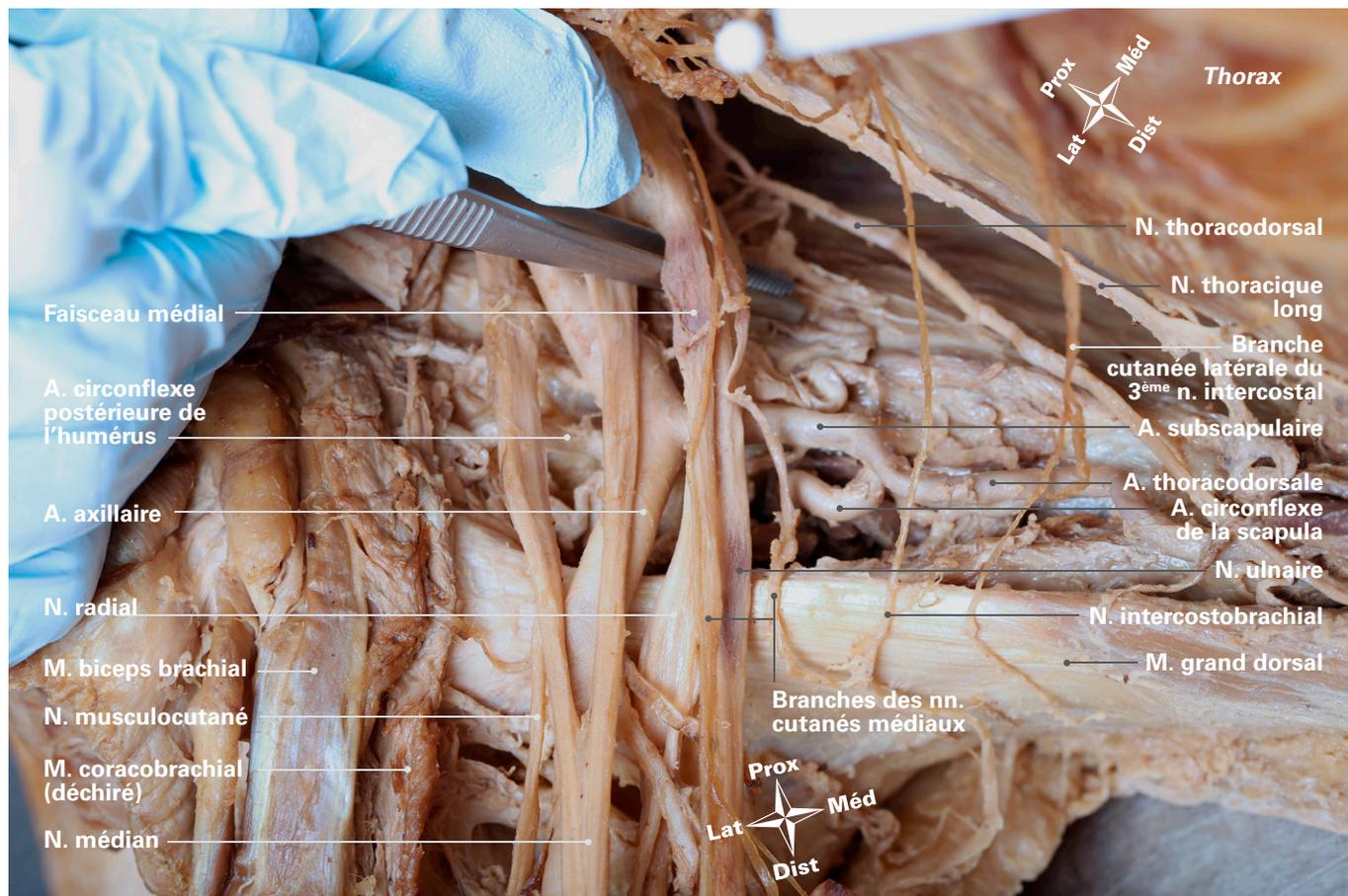


Figure 8 : branches de l'artère axillaire dans le creux axillaire. Plexus brachial dans l'axe du bras en abduction

Au niveau artériel, les absentes notables à ce point de la dissection sont l'artère circonflexe antérieure de l'humérus et l'artère profonde du bras qui n'ont pas été identifiées. La première semble être remplacée par deux rameaux artériels de petit calibre et l'origine suprenante de la seconde sera découverte sur les images CT-scanner (cf. infra).

La dissection en direction proximale étant limitée par la présence de la clavicule, je procède à une première approche de la partie supraclaviculaire. La peau est réclinée sur les régions cervicale latérale et sterno-cléidomastoïdienne, une partie de la région cervicale antérieure, ainsi que les fosses supraclaviculaires. L'exploration du tissu sous-cutané permet dans un premier temps la mise en valeur du plexus cervical qui ne sera pas détaillée ici. Les veines jugulaire externe et transverse du cou sont identifiées et supprimées.

Une fois le muscle sternocléidomastoïdien récliné, on devine les muscles scalènes antérieur et moyen (fig. 9, 10 et 11), repères topographiques essentiels pour la suite de la dissection. Le muscle omohyoïdien traverse la région cervicale de part en part (fig. 10 et 11). A la surface du muscle scalène antérieur, on découvre le nerf phrén-

ique (fig. 10 et 11) dont le trajet est suivi jusqu'à son entrée dans la cage thoracique. Deux artères croisent la partie inférieure des muscles scalènes et sont plus tard identifiées comme étant les artères suprascapulaire et transverse du cou (fig. 10 et 11).

Au niveau du défilé des scalènes, on dissèque progressivement les troncs supérieur, moyen et inférieur du plexus brachial (fig. 9, 10 et 11) et les branches secondaires accessibles à ce niveau. Au-dessus du tronc supérieur (fig. 9, 10, 11, 12), une fine branche nerveuse dont le trajet continue en direction postérieure s'avère être le nerf dorsal de la scapula (fig. 11). Son origine au niveau de la racine C5 n'est pas visualisable car masquée par les muscles scalènes. Le tronc supérieur émet le nerf suprascapulaire (fig. 11) et se sépare en deux divisions, de la postérieure émergeant le nerf subscapulaire supérieur (fig. 11). On note que l'origine du nerf subclavier (fig. 9, 11 et 12) se répartit entre la division antérieure du tronc supérieur et le tronc moyen (variante anatomique).

La clavicule est ensuite désarticulée pour offrir un meilleur accès au plexus brachial, emportant au passage le muscle subclavier dont on conserve l'ori-

gine au niveau de la première côte (fig. 9, 10, 11 et 12). On poursuit la dissection du nerf suprascapulaire en direction de l'incisure scapulaire. La division postérieure du tronc supérieur sert de guide jusqu'au faisceau postérieur (fig. 9 et 11). Ce dernier est long d'à peine un centimètre et est formé des divisions postérieures des trois troncs. Il se sépare presque immédiatement pour donner les nerfs subscapulaire inférieur, axillaire, radial et thoracodorsal (fig. 9 et 11). A la même profondeur, proximale au faisceau postérieur, on trouve le nerf thoracique long (fig. 9 et 11) qui naît des contributions des racines C5 et C6 (la possible contribution de C7 n'a pas été conservée). Le trajet de ces quatre nerfs en direction de la région axillaire est difficile à suivre en raison de leur position postérieure et sera progressivement dégagé au cours des étapes suivantes.

Le faisceau latéral est identifié en suivant les divisions antérieures convergentes des troncs supérieur et moyen et libéré jusqu'à ce qu'il se sépare pour donner le nerf musculocutané et sa contribution au nerf médian (fig. 8, 9, 11, 12, et 13). Une variante anatomique est découverte sous forme d'une contribution nerveuse naissant de la division antérieure du tronc moyen, enjambant l'artère axillaire distalement à l'artère thoraco-acromiale pour rejoindre le faisceau médial (fig. 11 et 12); de cette variante émergent deux branches dont le trajet correspond au nerf pectoral latéral (fig. 11, 12 et 13).

Le faisceau médial (fig. 12) se situe dans le prolongement de la division antérieure du tronc inférieur. Il se divise très proximale pour donner ses branches terminales (contribution au nerf médian, nerf ulnaire, nerf pectoral médial [fig. 11, 12 et 13], nerfs cutanés médiaux du bras et de l'avant-bras). Les nerfs cutanés médiaux du bras et de l'avant-bras (fig. 8, 12 et 13) bénéficient d'une contribution de la variante anatomique décrite auparavant (partant de la division antérieure du tronc moyen jusqu'au faisceau médial). La partie proximale de l'artère subclavière et le nerf vague sont disséqués médialement au muscle scalène antérieur (fig. 10). On découvre alors une variante anatomique

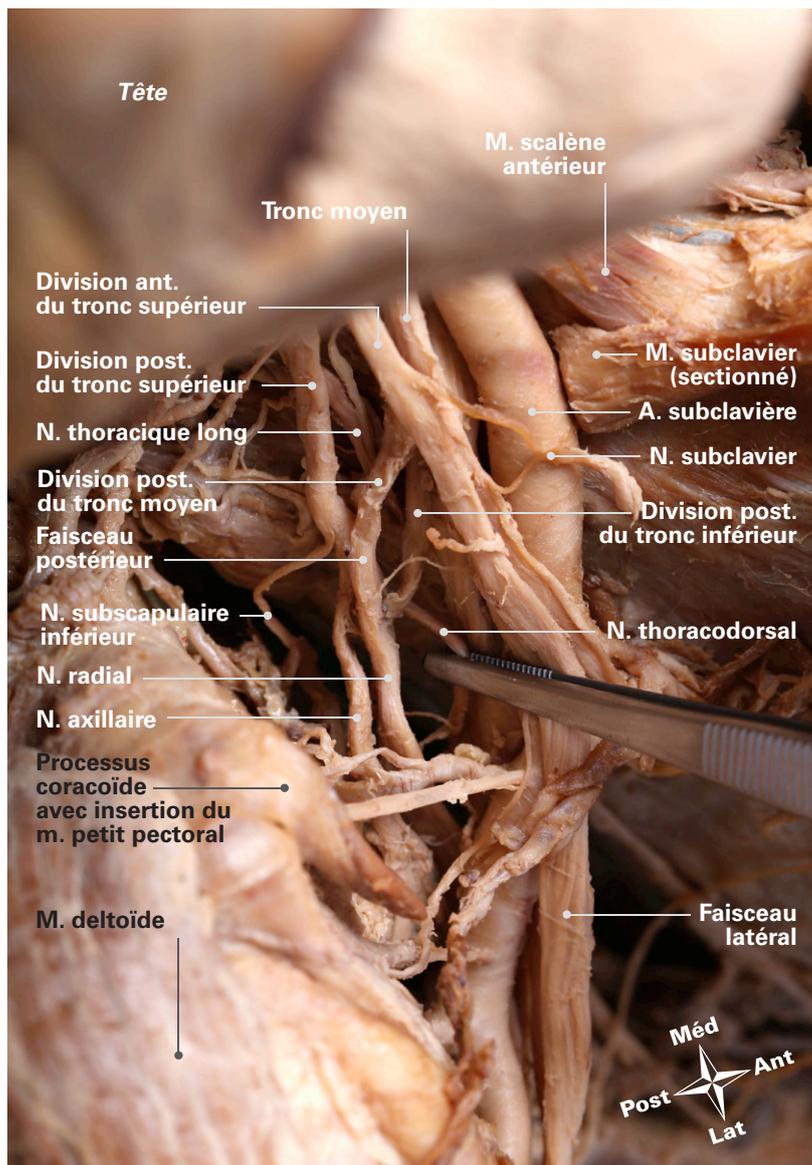


Figure 9: vue supérieure du faisceau postérieur, clavicule retirée

illustrée dans la photographie ci-dessous: de proximal à distal, on met en évidence supérieurement l'artère carotide commune, l'artère thyroïdienne inférieure indépendante du tronc thyrocervical et le tronc «thyrocervical» donnant tour à tour l'artère ascendante du cou, l'artère transverse du cou et l'artère suprascapulaire (ces deux dernières croisant le nerf phrénique et le muscle scalène antérieur), puis inférieurement l'artère thoracique interne, et enfin, postérieurement, l'artère vertébrale (indiquée par la pincette sur la photo). Cette dernière n'a été formellement identifiée qu'après analyse des reconstitutions artérielles par CT-scanner. Le tronc costocervical n'est pas identifié et se situe derrière le muscle scalène antérieur.

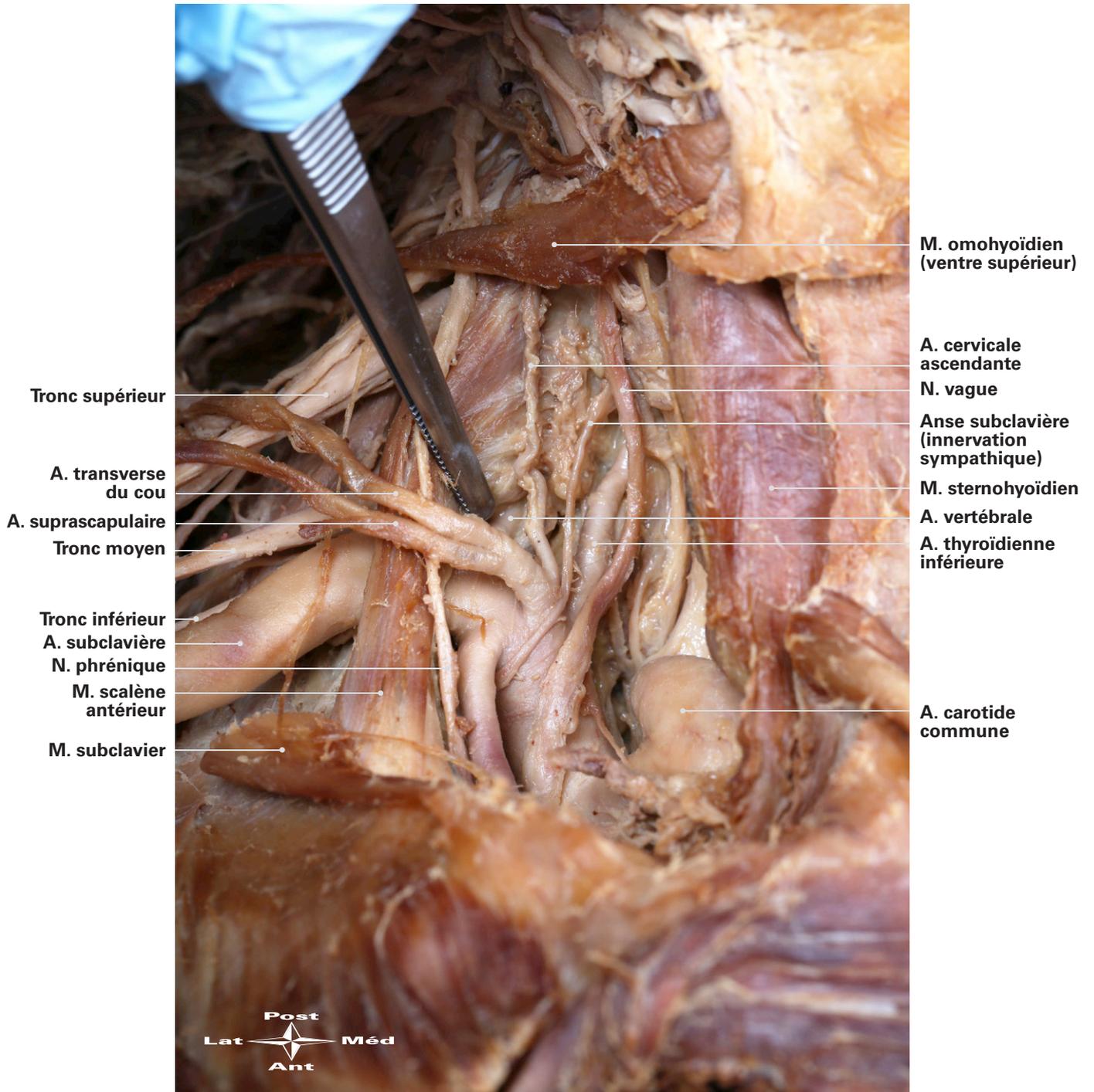


Figure 10: branches proximales de l'artère subclavière

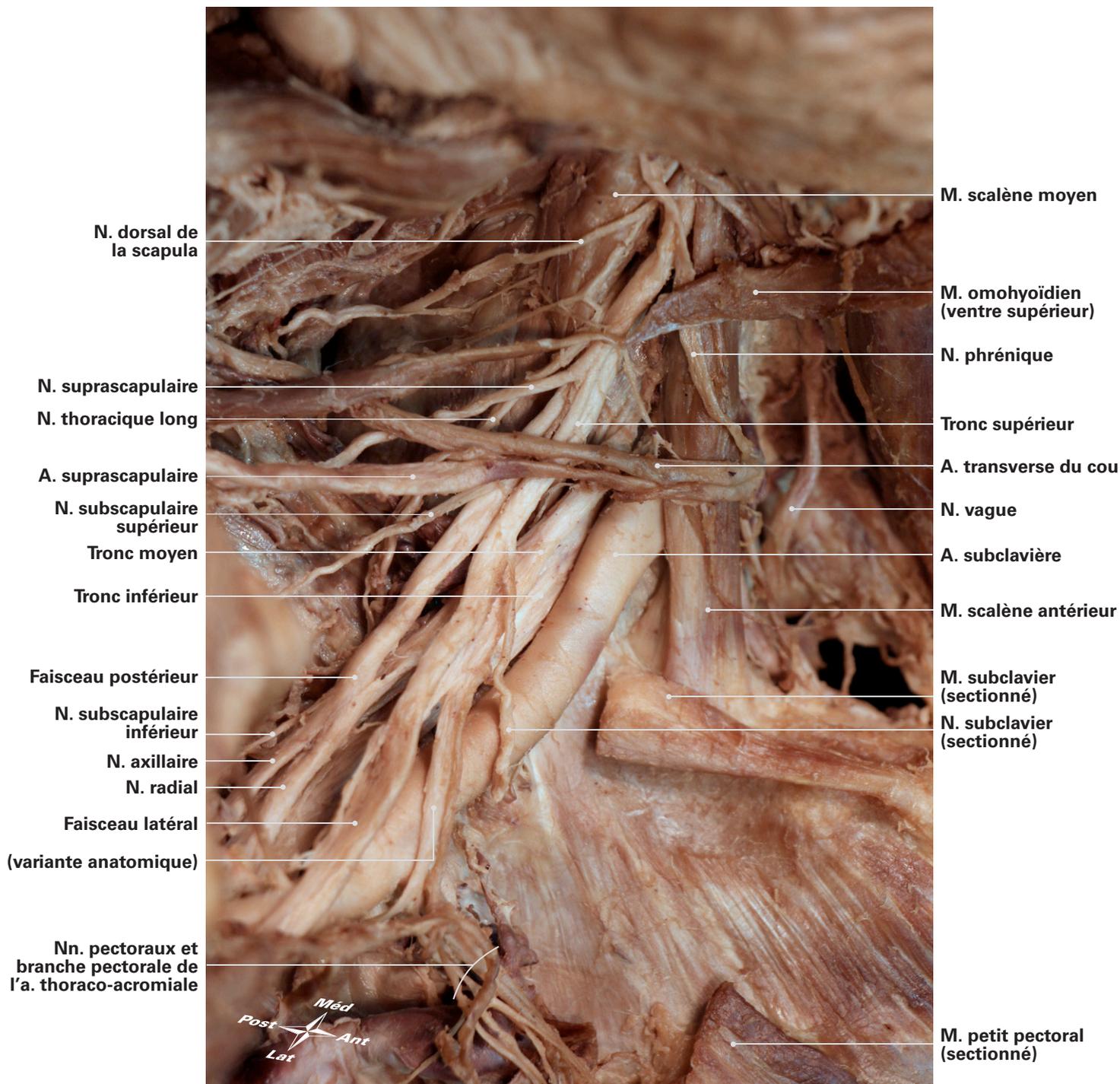


Figure 11: vue d'ensemble du plexus brachial supraclaviculaire, clavicule retirée. Notez la présence d'une variante anatomique reliant la division antérieure du tronc moyen et le faisceau médial, ainsi que de deux nerfs subscapulaires supérieur et inférieur

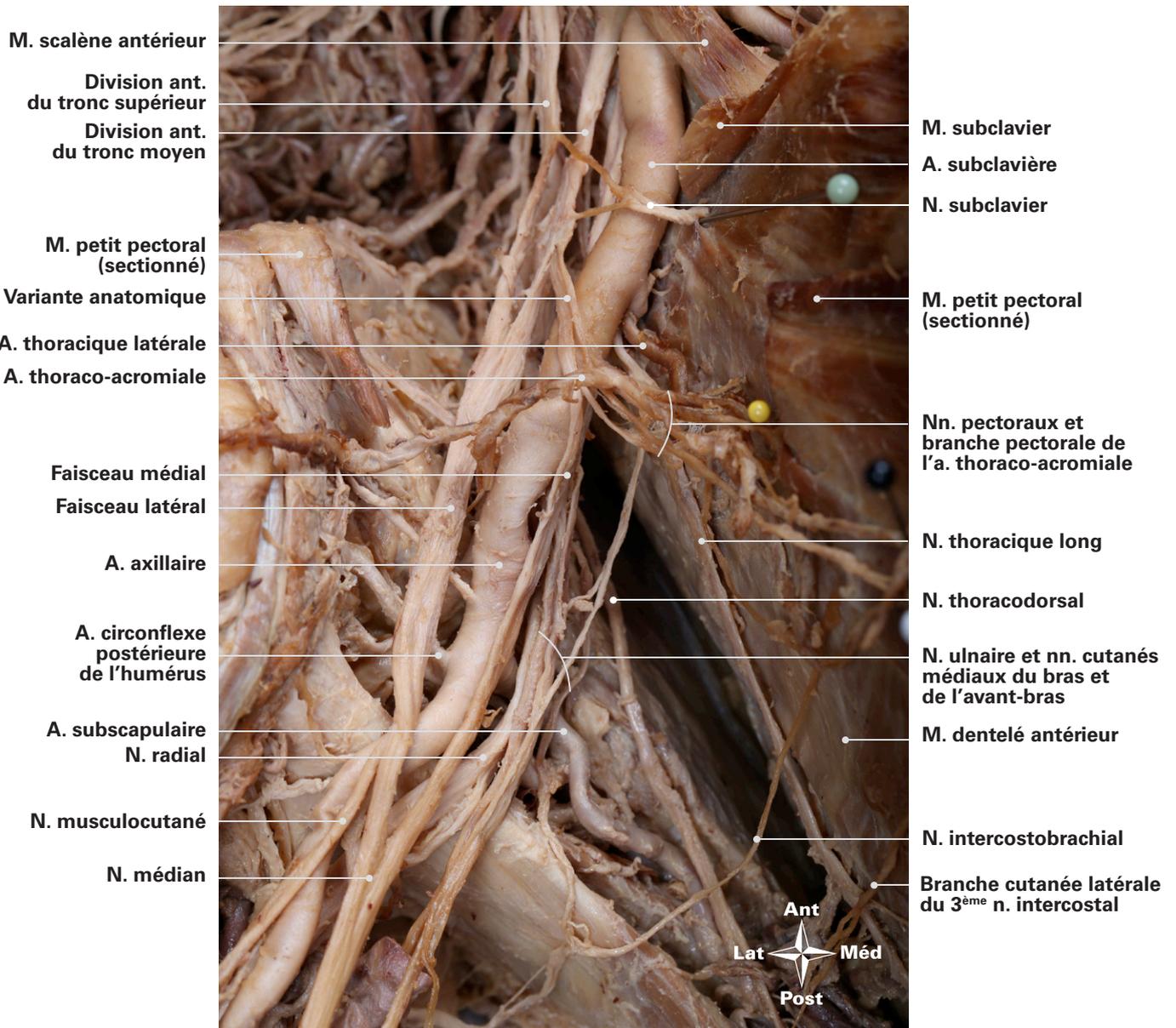


Figure 12: faisceaux latéral et médial dans le creux axillaire. Notez la présence d'une variante anatomique reliant la division antérieure du tronc moyen et le faisceau médial, donnant au passages deux branches correspondant au nerf pectoral latéral



Figure 13: vue d'ensemble du creux axillaire

N. médian
V. brachiale (sectionnée)
N. cutané médial de l'avant-bras
Branches du n. cutané médial du bras
M. grand dorsal
N. radial
N. ulnaire
A. circonflexe de la scapula
A. thoraco-dorsale
N. thoracodorsal
N. intercostobrachial
 Branche cutanée latérale du 3^{ème} n. intercostal

Reconstitutions tridimensionnelles par CT-scanner

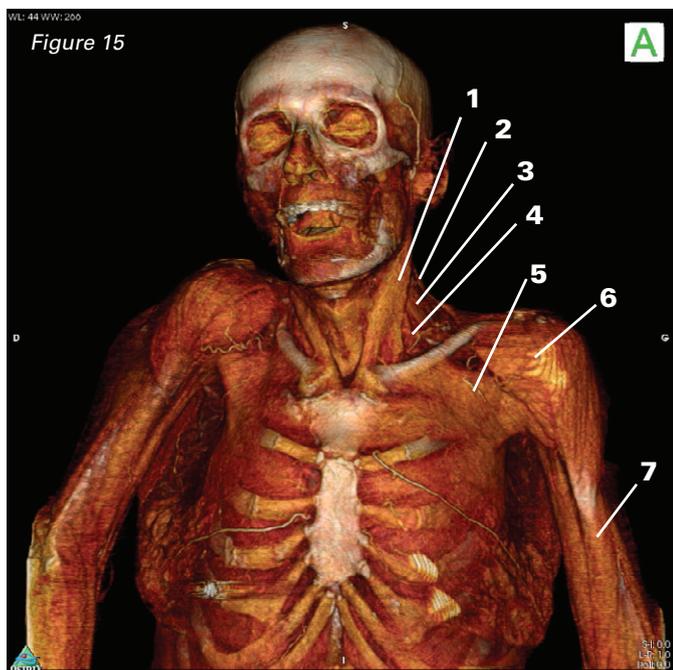
Les reconstitutions tridimensionnelles offrent un outil supplémentaire dans l'analyse de l'anatomie, en dévoilant notamment le parcours distal des artères. Elles sont en cela un complément intéressant à l'étude de la pièce disséquée et j'y ai eu recours plusieurs fois pour identifier des variantes anatomiques. Le calibre des artères représente un facteur limitant, les petites branches ressortant mal sur les images statiques. Les séquences vidéo facilitent la compréhension du trajet tortueux des vaisseaux car elles offrent l'avantage de multiplier les points de vue.

L'utilité des séquences CT-scanner dans l'analyse des tissus mous est toutefois très limitée. Comme on le voit sur les images ci-contre, on peut discerner les structures superficielles ainsi que quelques muscles en modulant la densité des éléments affichés. Le manque de contraste rend très difficile l'identification de structures individuelles en coupe. Seuls les os et les artères remplies de produit de contraste sont véritablement discriminables, raison pour laquelle ne sont présentées ici que les reconstitutions tridimensionnelles de ceux-ci.

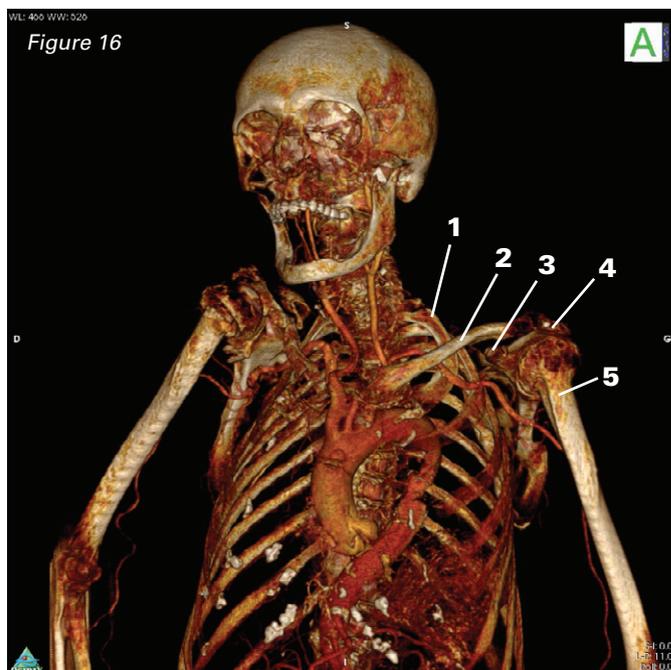
Le corps examiné a réservé quelques surprises à l'analyse des images CT-scanner. Des fractures de la clavicule et de l'humérus proximal, visibles au premier coup d'œil, sont passées inaperçues en début de dissection. Plusieurs variantes anatomiques artérielles sont détaillées ci-dessous.



Figure 14, 15 et 16: vues d'ensemble de la pièce ▼►



- ▲ 1. M. sternocléidomastoïdien
- 2. M. trapèze
- 3. M. scalène postérieur
- 4. M. scalène moyen
- 5. M. grand pectoral
- 6. M. deltoïde
- 7. M. biceps brachial



- ▲ 1. Première côte
- 2. Clavicule
- 3. Processus coracoïde de la scapula
- 4. Acromion de la scapula
- 5. Humérus

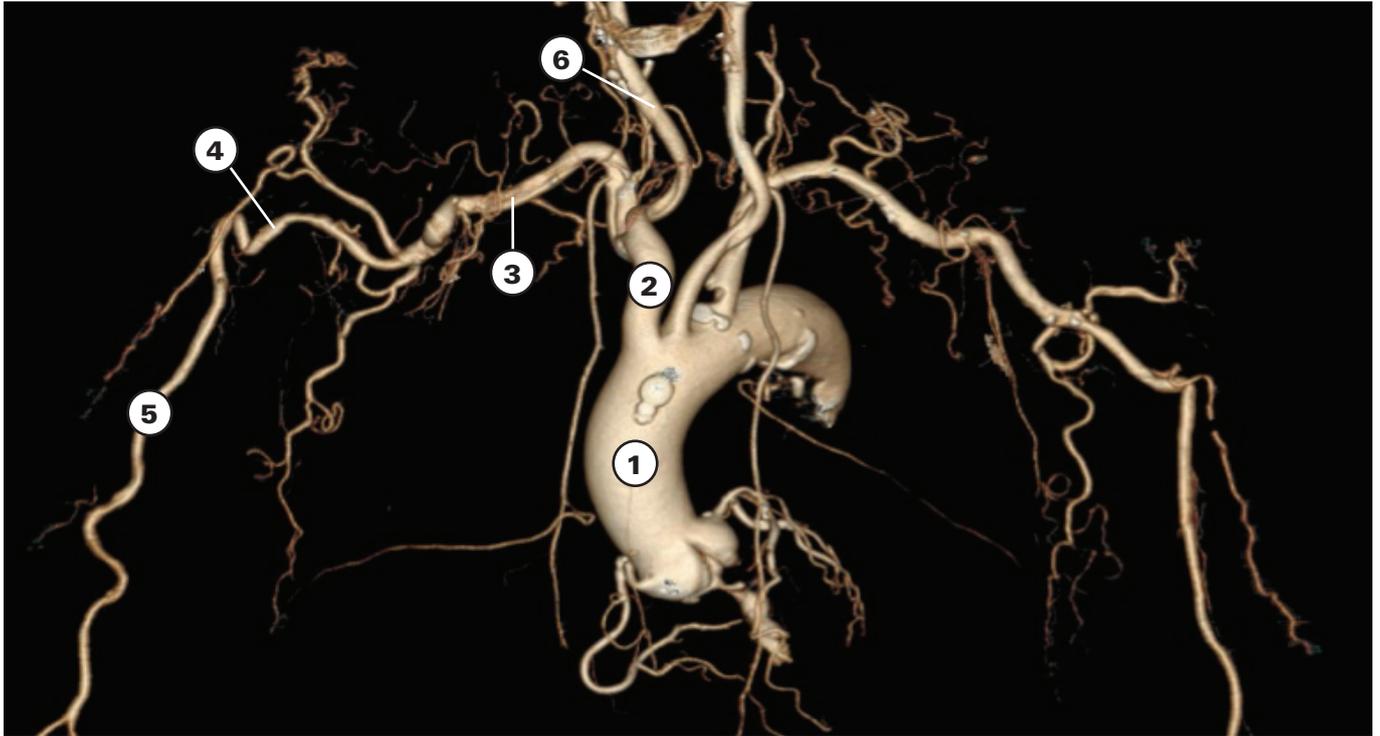


Figure 17: réseau artériel seul

- ▲ 1. Aorte ascendante
- 2. Tronc brachio-céphalique
- 3. A. subclavière
- 4. A. axillaire
- 5. A. brachiale
- 6. A. carotide commune

- ▼ A. Première côte
- B. Clavicule (fracturée)
- C. Scapula
- D. Humérus (fracturé au niveau de la tête)

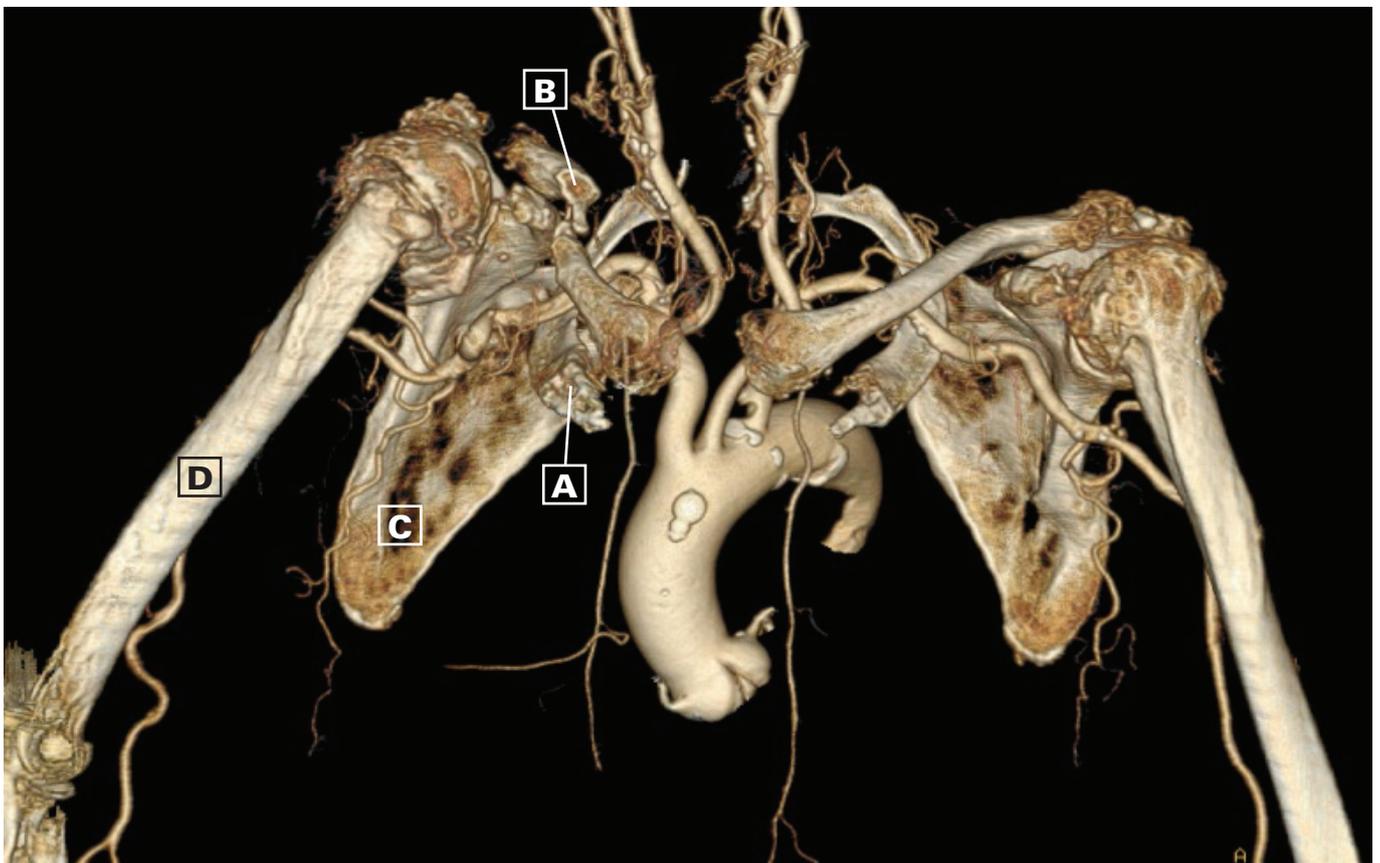


Figure 18: réseau artériel, ceinture scapulaire, première côte et humérus

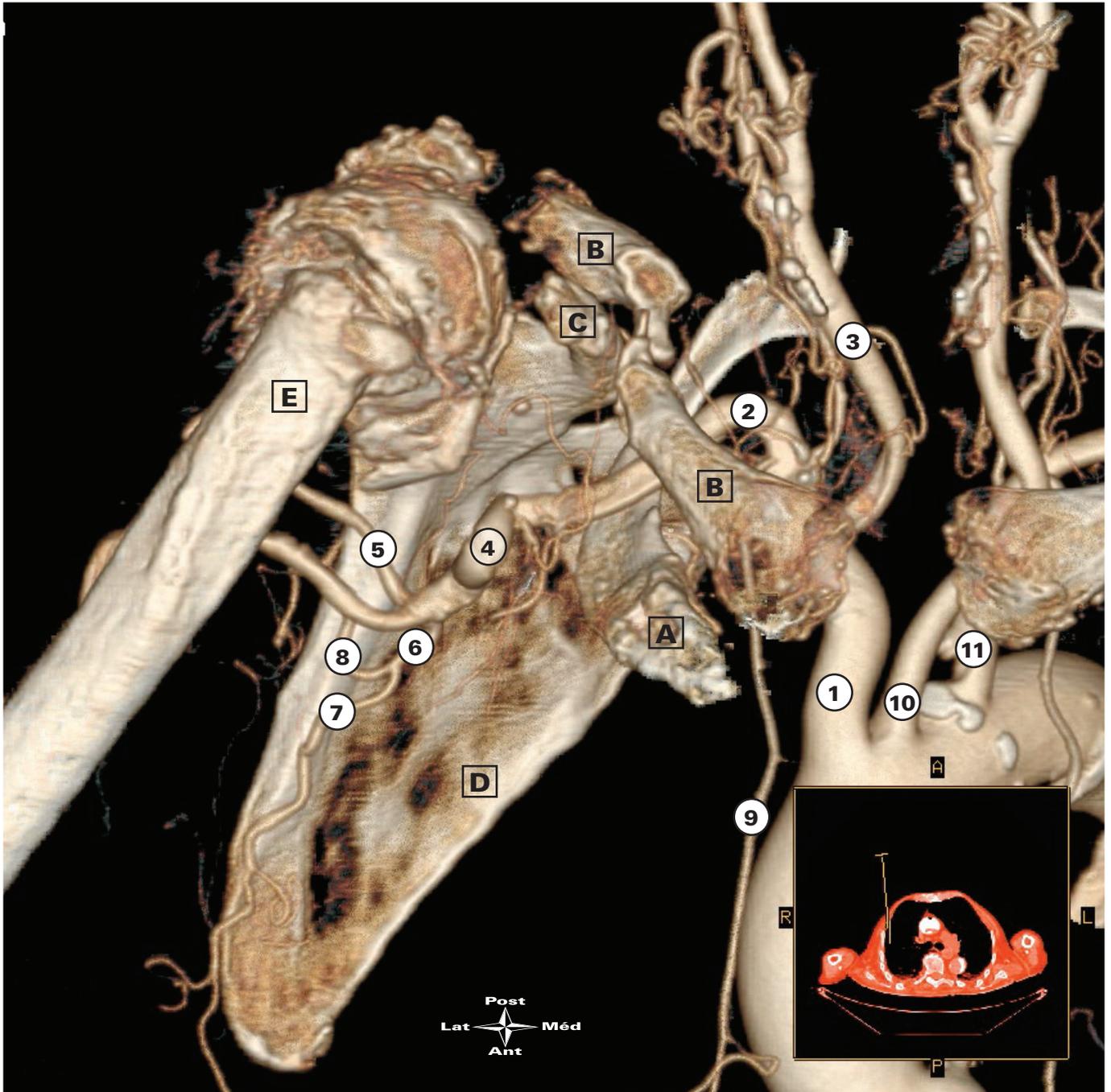


Figure 19: vue d'ensemble des artères subclavière et axillaire

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| A. Première côte | 1. Tronc brachio-céphalique |
| B. Clavicule (fracturée) | 2. A. subclavière droite |
| C. Processus coracoïde de la scapula | 3. A. carotide commune droite |
| D. Scapula | 4. A. axillaire |
| E. Humérus (fracturé) | 5. A. circonflexe postérieure |
| | 6. A. subscapulaire |
| | 7. A. thoracodorsale |
| | 8. A. circonflexe de la scapula |
| | 9. A. thoracique interne |
| | 10. A. carotide commune gauche |
| | 11. A. subclavière gauche |

Au niveau proximal, l'analyse en parallèle du corps et des images met en évidence une anatomie particulière. On note l'absence d'un tronc thyro-cervical à proprement dit. L'artère thyroïdienne inférieure est indépendante; les artères cervicale ascendante (non identifiable sur les images), transverse du cou et suprascapulaire partagent une origine commune. L'artère vertébrale émerge par après, en position particulièrement distale. Le trajet de l'artère thoracique interne est bien identifiable et ne présente pas de particularité. Le tronc costo-cervical n'a pas été disséqué sur la pièce en raison de sa position postérieure au muscle scalène antérieur. Un vaisseau pouvant lui correspondre est visible sur les images sans qu'on puisse repérer ses divisions en artères intercostales postérieures. L'artère cervicale profonde est discernable sur les séquences vidéo.

Pour rappel, l'artère axillaire est divisée en trois parties en fonction de son rapport au muscle petit pectoral: la première partie s'étend du bord latéral de la première côte au bord médial du muscle petit pectoral et donne habituellement l'artère thoracique supérieure, absente dans le cas présent autant à la dissection que sur les images. Sur la pièce, on retrouve des branches artérielles de petit diamètre se disséminant en direction de la scapula, de calibre trop modeste pour être visibles sur les images.

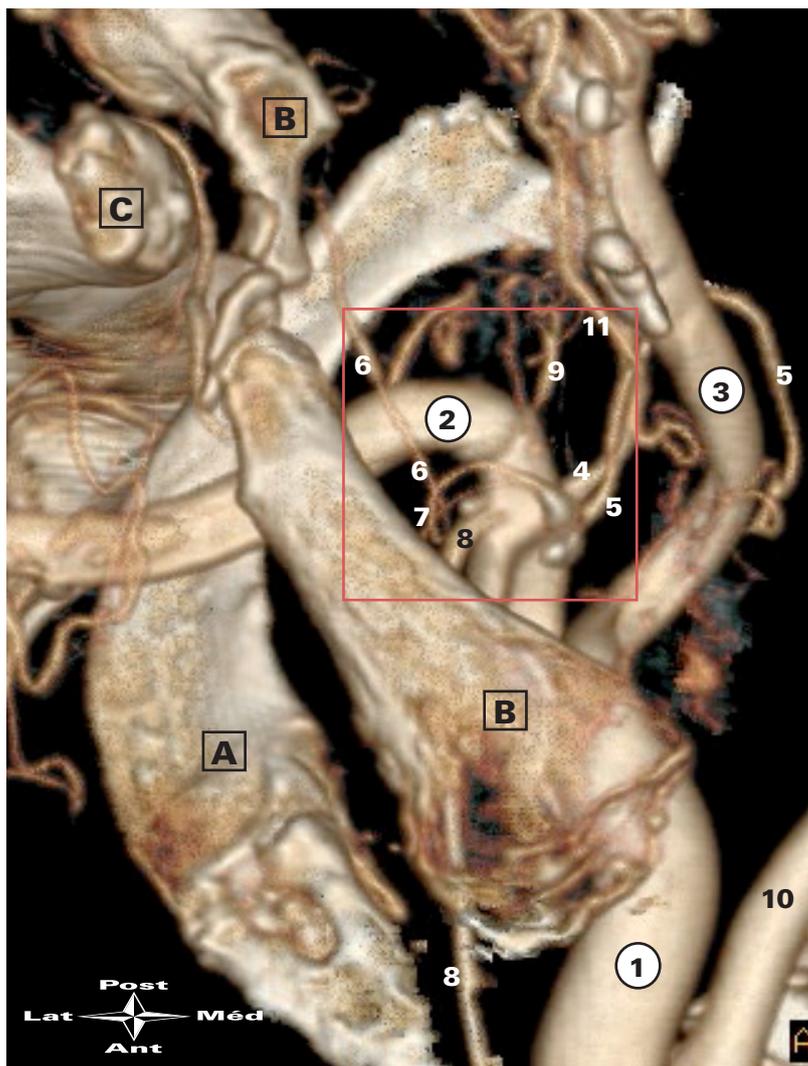
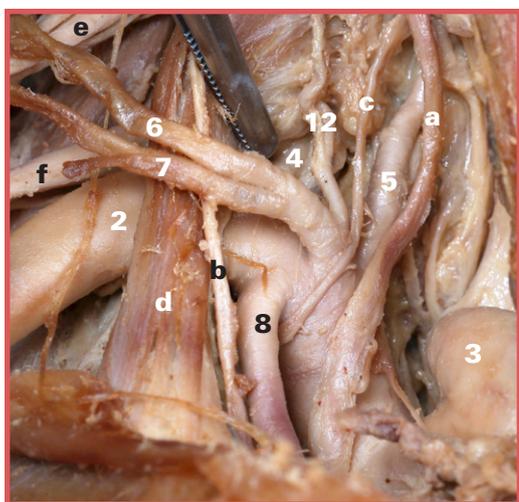


Figure 20: branches proximales de l'artère subclavière

- ▲ A. Première côte
 - B. Clavicule (fracturée)
 - C. Processus coracoïde de la scapula
 - D. Scapula
1. Tronc brachio-céphalique
 2. A. subclavière
 3. A. carotide commune droite
 4. A. vertébrale
 5. A. thyroïdienne inférieure
 6. A. cervicale transverse
 7. A. suprascapulaire
 8. A. thoracique interne
 9. Tronc costo-cervical
 10. A. carotide commune gauche
 11. A. thyroïdienne supérieure
 12. A. cervicale ascendante (non visible sur la reconstitution)



- ◀ a. N. vague
- b. N. phrénique
- c. Anse subclavière (innervation sympathique)
- d. M. scalène antérieur
- e. Tronc supérieur
- f. Tronc moyen

Figure 21: branches proximales de l'artère subclavière (comparatif)

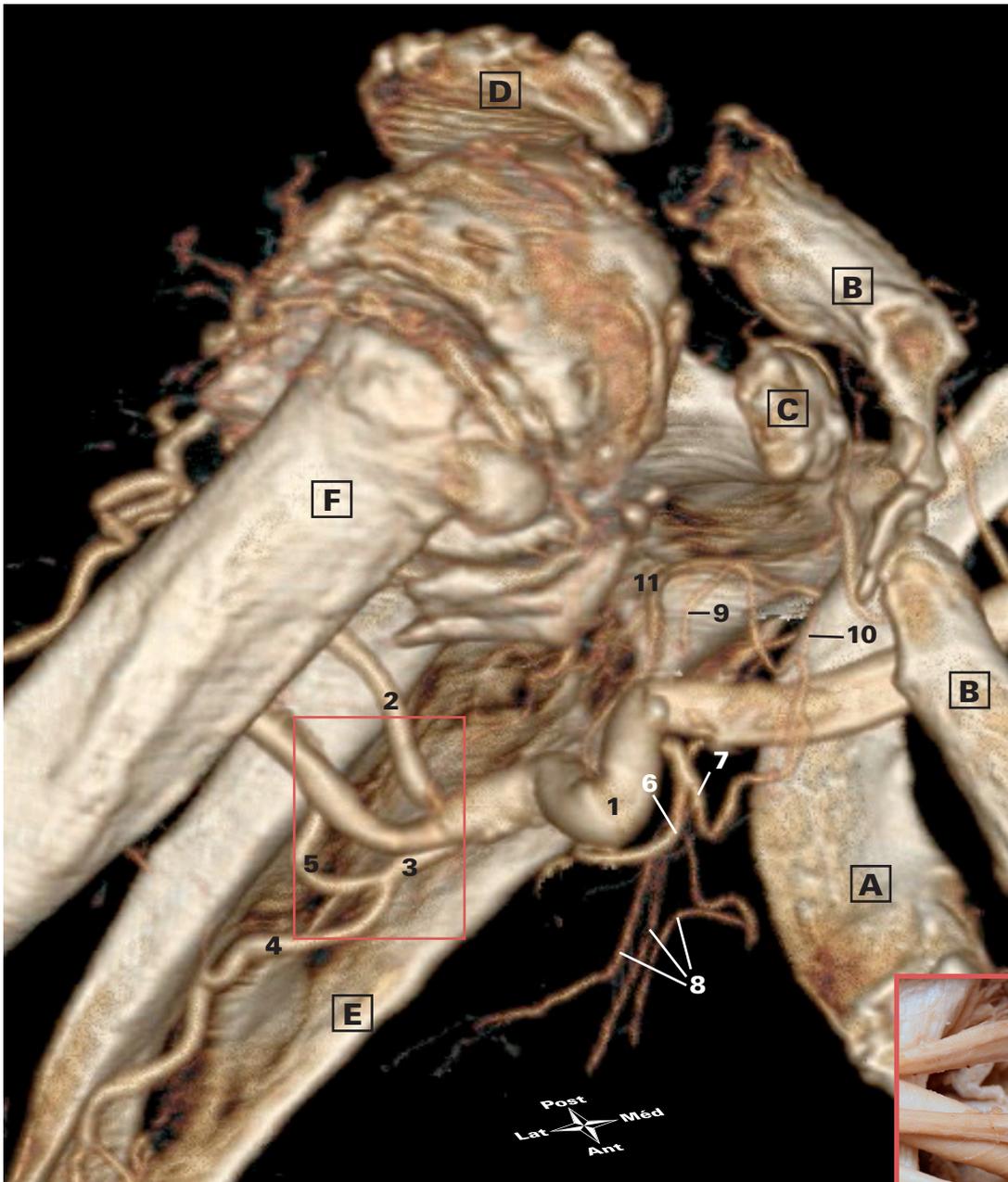


Figure 22: branches de l'artère axillaire, vue antérieure

- | | |
|--------------------------------------|--|
| ▲ A. Première côte | 1. A. axillaire |
| B. Clavicule (fracturée) | 2. A. circonflexe postérieure de l'humérus |
| C. Processus coracoïde de la scapula | 3. A. subscapulaire |
| D. Acromion de la scapula | 4. A. thoracodorsale |
| E. Scapula | 5. A. circonflexe de la scapula |
| F. Humérus | 6. A. thoracique latérale |
| | 7. A. thoraco-acromiale |
| | 8. Branches pectorales (a. thoraco-acromiale) |
| | 9. Branche deltoïdienne (a. thoraco-acromiale) |
| | 10. Branche acromiale (a. thoraco-acromiale) |
| | 11. Variante anatomique issue de l'a. thoracique latérale qui rejoint la face antérieure de la scapula |

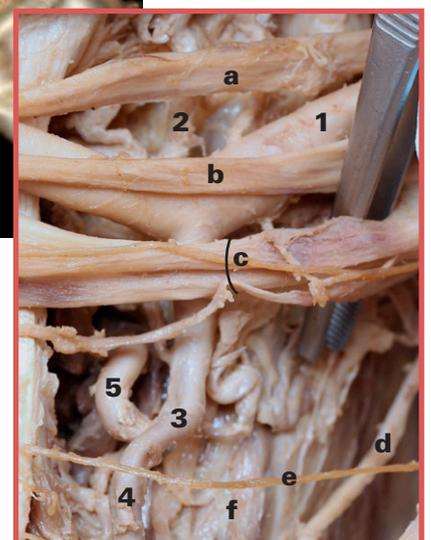


Figure 23: branches de l'artère axillaire (comparatif)

- | |
|---|
| ▲ a. Faisceau latéral |
| b. Contribution du faisceau médial au n. médian |
| c. Branches du faisceau médial |
| d. N. thoracodorsal |
| e. N. intercostobrachial |
| f. M. grand dorsal |

Postérieurement au muscle petit pectoral, la seconde portion de l'artère axillaire donne l'artère thoraco-acromiale, bien visible ainsi que ses branches thoraciques, acromiale et deltoïdienne, et l'artère thoracique latérale émergeant environ à la même hauteur. Sur les images, une branche qui semble provenir de cette dernière s'étend en direction postérieure pour se ramifier sous la scapula. On ne retrouve pas cette branche du côté gauche et il semblerait qu'elle supplée l'artère subscapulaire, asymétrique en défaveur de la droite où elle présente un diamètre moindre et un trajet plus court.

La troisième portion de l'artère axillaire s'étend au-delà du bord latéral du muscle petit pectoral et donne habituellement trois branches. L'artère subscapulaire se divise pour donner les artères thoraco-acromiale et circonflexe de la scapula. Alors que l'artère circonflexe postérieure de l'humérus est facilement découverte, on note l'absence d'une véritable artère circonflexe antérieure de l'humérus qui se traduit à la dissection par deux petites branches se ramifiant vers la tête de l'humérus. Sur la vidéo, on peut voir l'artère circonflexe postérieure de l'humérus, de gros calibre, s'anastomoser à ces branches.

L'artère profonde du bras est curieusement absente de la dissection. Les images CT-scanner auront été nécessaires pour l'identifier: elle est directement issue de l'artère circonflexe postérieure de l'humérus, variante anatomique concernant 7% de la population.² Notons que cette particularité n'est pas retrouvée sur le membre supérieur controlatéral où l'on constate une anatomie plus classique à ce niveau.

Côté gauche ►

- A. Humérus
- B. Scapula
- 1. A. axillaire
- 2. A. brachiale
- 3. A. circonflexe postérieure de l'humérus
- 4. A. profonde du bras
- 5. A. subscapulaire
- 6. A. thoracodorsale
- 7. A. circonflexe de la scapula

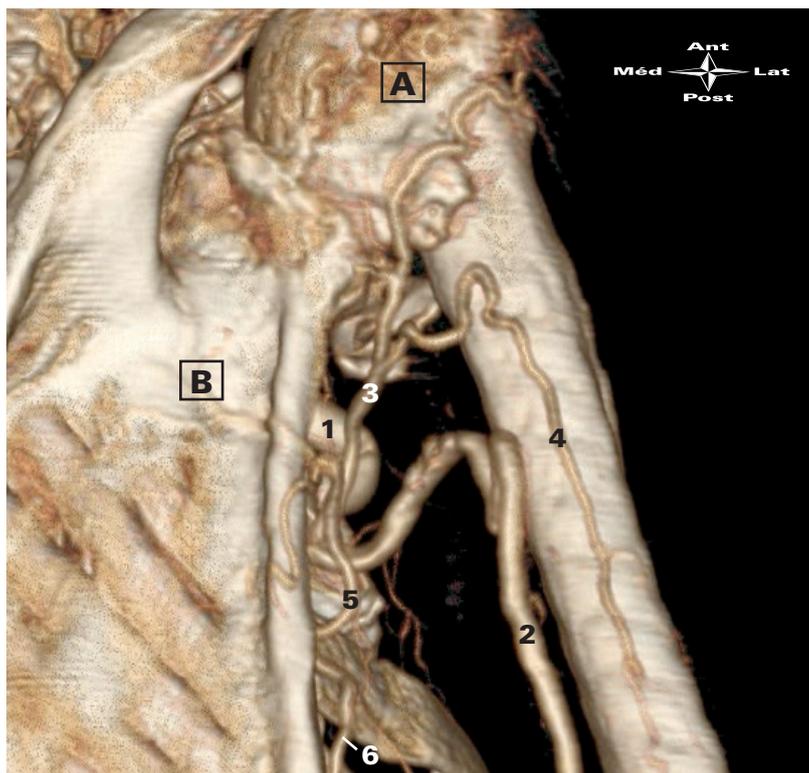


Figure 24: variante anatomique de l'artère profonde du bras émergente de l'artère circonflexe postérieure de l'humérus à droite, vue postérieure

Côté droit ▲

- A. Humérus
- B. Scapula
- 1. A. axillaire
- 2. A. brachiale
- 3. A. circonflexe postérieure de l'humérus
- 4. A. profonde du bras (variante anatomique)
- 5. A. circonflexe de la scapula
- 6. A. thoracodorsale

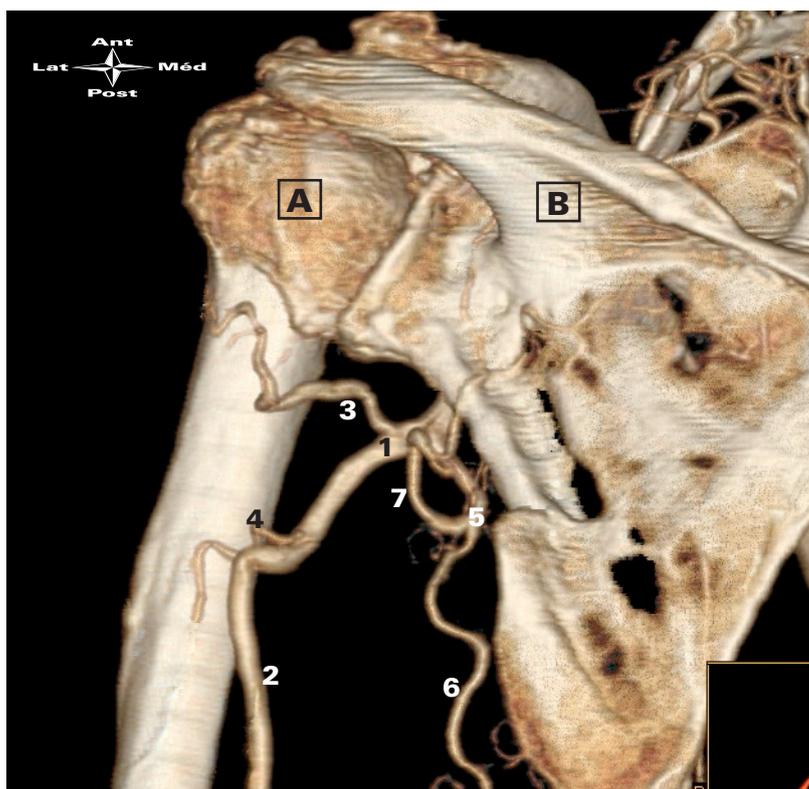


Figure 25: présentation habituelle de l'artère profonde du bras à gauche, vue postérieure

DISCUSSION

Ce travail de master aboutit à un ensemble de moyens d'apprentissage de l'anatomie du plexus brachial, ceux-ci se déclinant sur plusieurs supports : pièce de dissection, maquettes et reconstitutions artérielles tridimensionnelles pour la salle d'anatomie ; supports écrits sur l'anatomie ainsi qu'une introduction aux pathologies et ultérieurement aux blocs anesthésiques du plexus brachial ; matériel digital qui sera développé en exercices interactifs disponibles à terme sur la plateforme moodle (quizz, exercices de légendage, séquences vidéo des reconstitutions artérielles tridimensionnelles).

Limites du projet

Ce projet n'est pas basé sur un concept pédagogique établi. J'ai fait appel à mon expérience personnelle d'étudiante en médecine et ai bénéficié des conseils que m'ont prodigués plusieurs enseignants et cliniciens.

De plus, la réalisation d'une seconde dissection aurait sans doute produit une pièce de qualité supérieure et une documentation plus complète du processus. Faute d'expérience en effet, j'ai procédé de manière peu systématique en dégagant les structures une à une, souvent sans progresser uniformément sur le reste de la pièce, méthode qui se prête peu à une description étape par étape. J'ai rapidement renoncé à photographier chaque progrès, les nerfs étant très difficilement identifiables individuellement. Malgré cela, le résultat de la dissection est très satisfaisant, les quinze branches du plexus brachial et la majorité des artères étant préservées.

Comme je l'ai mentionné dans les méthodes, la position figée du corps, épaule élevée et nuque fléchie du côté exploité, a rendu compliquée la dissection supraclaviculaire du plexus mais ne pose heureusement aucun problème pour l'étude de la pièce par les étudiants. La position influence aussi défavorablement le résultat des reconstructions artérielles, le parcours des vaisseaux étant de fait particulièrement sinueux.

Enfin, l'étude en parallèle de la pièce anatomique et de séquences d'IRM eût été particulièrement intéressante, l'imagerie par résonance magnétique étant la technique de choix dans l'évaluation du plexus

brachial. Le plexus brachial est difficilement différenciable des tissus mous adjacents sur les séquences de CT-scanner ; ces dernières ont toutefois été utiles pour la reconstitution tridimensionnelle des artères qui traversent la région, bien que leur étude ne soit pas le sujet premier de mon projet.

Perspectives de développement

A l'avenir, ce projet pourrait être enrichi d'autres travaux s'adressant aux étudiants avancés. En tant que structure nerveuse périphérique importante, le plexus brachial entre en compte dans l'étude de nombreux sujets liés de près ou de loin à l'anatomie : radiologie, anesthésiologie, neurologie, pathologies du système nerveux périphérique, examen clinique du membre supérieur, etc.

Le Catalogue suisse des objectifs d'apprentissage (SCLO) demande au minimum une connaissance rudimentaire de l'anatomie, de la fonction et des pathologies du plexus brachial, bien que celles-ci relèvent de domaines particulièrement spécialisés :

- CIM 164 neuropathy of the brachial plexus
- CIM 165 injury of the brachial plexus and peripheral nerves
- CGO 65 shoulder-dystocia in delivery
- CSU116 thoracic outlet syndrome

Une partie de ce travail rejoindra une plateforme moodle dont l'objectif est d'offrir aux étudiants une documentation continue allant de l'anatomie aux disciplines cliniques apparentées. La possibilité d'y proposer des exercices interactifs (légendage, questionnaires, etc.) complète virtuellement l'enseignement en salle d'anatomie et en auditoire. Une continuité de ressources entre branches fondamentales et cliniques de la médecine, concentrées sur une seule plateforme, me paraît offrir de nombreux avantages aux étudiants, notamment en consolidant les connaissances jusqu'à leur application dans l'apprentissage clinique.

LISTE DES ABRÉVIATIONS

a. / a.a.	artère-s
ant.	antérieur
dist.	distal
lat.	latéral
m. / m.m.	muscle-s
méd.	médial
n. / n.n.	nerf-s
post.	postérieur
prox.	proximal
v. / v.v.	veine-s

RÉFÉRENCES

1. Hugonnet I. Etude anatomique du plancher pelvien en relation avec les complications trouvées en chirurgie gynécologique. Faculté de biologie et de médecine, Université de Lausanne; 2010.
2. Schünke M, Schulte E, Schumacher U. PROMETHEUS LernAtlas der Anatomie: Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. Auflage: 3., überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart: Thieme; 2011. 624 p.

LISTE DES FIGURES

Figure 1: en salle de dissection

Figure 2 et 3: construction de la maquette en atelier

Figure 4: dissection superficielle du bras et de la région axillaire

Figure 5: dissection des muscles pectoraux

Figure 6: branches principales dans le creux axillaire

Figure 7: nerf radial au niveau du creux axillaire

Figure 8: branches de l'artère axillaire dans le creux axillaire. Plexus brachial dans l'axe du bras en abduction

Figure 9: vue supérieure du faisceau postérieur, clavicule retirée

Figure 10: branches proximales de l'artère subclavière

Figure 11: vue d'ensemble du plexus brachial supraclaviculaire, clavicule retirée. Notez la présence d'une variante anatomique reliant la division antérieure du tronc moyen et le faisceau médial, ainsi que de deux nerfs subscapulaires supérieur et inférieur

Figure 12: faisceaux latéral et médial dans le creux axillaire. Notez la présence d'une variante anatomique reliant la division antérieure du tronc moyen et le faisceau médial, donnant au passages deux branches correspondant au nerf pectoral latéral

Figure 13: vue d'ensemble du creux axillaire

Figure 14, 15 et 16: vues d'ensemble de la pièce

Figure 17: réseau artériel seul

Figure 18: réseau artériel, ceinture scapulaire, première côte et humérus

Figure 19: vue d'ensemble des artères subclavière et axillaire

Figure 20: branches proximales de l'artère subclavière

Figure 21: branches proximales de l'artère subclavière (comparatif)

Figure 22: branches de l'artère axillaire, vue antérieure

Figure 23: branches de l'artère axillaire (comparatif)

Figure 24: variante anatomique de l'artère profonde du bras émergeant de l'artère circonflexe postérieure de l'humérus à droite, vue postérieure

Figure 25: présentation habituelle de l'artère profonde du bras à gauche, vue postérieure

Ensemble des illustrations par Anne Huguenin

REMERCIEMENTS

A Beat Riederer, Hugues Cadas et Julien Puyal pour leur aide indispensable et leur grande disponibilité tout au long du travail; à Dorian Giller pour l'aide à la réalisation graphique des illustrations, la mise en page et le soutien logistique (et moral!); à Silke Grabherr et Alexandre Dominguez qui m'ont formée et secondée à la réalisation des images CT-scanner; à Eric Albrecht, Hans-Beat Ris, Laurent Wehrli, Jean-François Tolsa et Thierry Kuntzer pour la correction des sujets cliniques et la mise à disposition d'illustrations; et enfin à Alain Ray et Céline Rivollet pour leur contribution à la réalisation de la maquette et leur bonne humeur.