

## Thèse

Pour le  
**DOCTORAT EN MEDECINE**  
Diplôme d'État  
par

**Marc MOMBELLET**

Né(e) le 05/07/1995. A SAINT-AMAND-MONTROND, 18

---

# ETUDE ANATOMIQUE DES BRANCHES D'INNERVATION MOTRICE DU NERF RADIAL DESTINEES AU TRICEPS BRACHIAL

---

Présentée et soutenue publiquement le **mardi 10 octobre 2023** devant un jury composé de :

Président du Jury *Professeur Julien BERHOUE, Chirurgie Orthopédique et Traumatologique, Faculté de Médecine – Tours*

Membres du Jury

*Professeur Guillaume BACLE, Chirurgie Orthopédique et Traumatologique, Faculté de Médecine – Tours*

*Professeur Christophe DESTRIEUX, Anatomie, Faculté de Médecine – Tours*

*Docteur Emilie MARTEAU, Chirurgie Orthopédique et Traumatologique, PH, CHU - Tours*

*Docteur Louis-Romée LE NAIL, Chirurgie Orthopédique et Traumatologique, PH, CHU - Tours*

UNIVERSITE DE TOURS  
**FACULTE DE MEDECINE DE TOURS**

**DOYEN**  
**Pr Patrice DIOT**

**VICE-DOYEN**  
Pr Henri MARRET

**ASSESEURS**  
Pr Denis ANGOULVANT, Pédagogie  
Pr Mathias BUCHLER, Relations internationales  
Pr Theodora BEJAN-ANGOULVANT, Moyens – relations avec l'Université  
Pr Clarisse DIBAO-DINA, Médecine générale  
Pr François MAILLOT, Formation Médicale Continue  
Pr Patrick VOURC'H, Recherche

**RESPONSABLE ADMINISTRATIVE**  
Mme Carole ACCOLAS

**DOYENS HONORAIRES**  
Pr Emile ARON (†) – 1962-1966  
Directeur de l'Ecole de Médecine - 1947-1962  
Pr Georges DESBUQUOIS (†) - 1966-1972  
Pr André GOUAZE (†) - 1972-1994  
Pr Jean-Claude ROLLAND – 1994-2004  
Pr Dominique PERROTIN – 2004-2014

**PROFESSEURS EMERITES**  
Pr Daniel ALISON  
Pr Gilles BODY  
Pr Philippe COLOMBAT  
Pr Etienne DANQUECHIN-DORVAL  
Pr Luc FAVARD  
Pr Bernard FOUQUET  
Pr Yves GRUEL  
Pr Gérard LORETTE  
Pr Loïc VAILLANT

**PROFESSEURS HONORAIRES**  
P. ANTHONIOZ – P. ARBEILLE – A. AUDURIER – A. AUTRET – C. BARTHELEMY – J.L. BAULIEU – C. BERGER –  
JC. BESNARD – P. BEUTTER – C. BONNARD – P. BONNET – P. BOUGNOUX – P. BURDIN – L. CASTELLANI – J.  
CHANDENIER – A. CHANTEPIE – B. CHARBONNIER – P. CHOUTET – T. CONSTANS – C. COUET – L. DE LA  
LANDE DE CALAN – P. DUMONT – J.P. FAUCHIER – F. FETISSOF – J. FUSCIARDI – P. GAILLARD – G. GINIES –  
D. GOGA – A. GOUDEAU – J.L. GUILMOT – O. HAILLOT – N. HUTEN – M. JAN – J.P. LAMAGNERE – F. LAMISSE  
– Y. LANSON – O. LE FLOCH – Y. LEBRANCHU – E. LECA – P. LECOMTE – AM. LEHR-DRYLEWICZ – E.  
LEMARIE – G. LEROY – M. MARCHAND – C. MAURAGE – C. MERCIER – J. MOLINE – C. MORAINÉ – J.P. MUH  
– J. MURAT – H. NIVET – D. PERROTIN – L. POURCELOT – R. QUENTIN – P. RAYNAUD – D. RICHARD-  
LENOBLE – A. ROBIER – J.C. ROLLAND – P. ROSSET – D. ROYERE – A. SAINDELLE – E. SALIBA – J.J. SANTINI  
– D. SAUVAGE – D. SIRINELLI – J. WEILL

## PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

ANDRES Christian.....	Biochimie et biologie moléculaire
ANGOULVANT Denis .....	Cardiologie
APETOH Lionel .....	Immunologie
AUPART Michel.....	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BABUTY Dominique .....	Cardiologie
BACLE Guillaume.....	Chirurgie orthopédique et traumatologique
BAKHOS David.....	Oto-rhino-laryngologie
BALLON Nicolas.....	Psychiatrie ; addictologie
BARBIER François.....	Médecine intensive et réanimation
BARILLOT Isabelle.....	Cancérologie ; radiothérapie
BARON Christophe .....	Immunologie
BEJAN-ANGOULVANT Théodora .....	Pharmacologie clinique
BERHOUE Julien.....	Chirurgie orthopédique et traumatologique
BERNARD Anne .....	Cardiologie
BERNARD Louis .....	Maladies infectieuses et maladies tropicales
BLANCHARD-LAUMONNIER Emmanuelle .....	Biologie cellulaire
BLASCO Héléne.....	Biochimie et biologie moléculaire
BONNET-BRILHAULT Frédérique .....	Physiologie
BOURGUIGNON Thierry .....	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BRILHAULT Jean.....	Chirurgie orthopédique et traumatologique
BRUNEREAU Laurent .....	Radiologie et imagerie médicale
BRUYERE Franck.....	Urologie
BUCHLER Matthias.....	Néphrologie
CAILLE Agnès .....	Biostat., informatique médical et technologies de communication
CALAIS Gilles.....	Cancérologie, radiothérapie
CAMUS Vincent .....	Psychiatrie d'adultes
CORCIA Philippe.....	Neurologie
COTTIER Jean-Philippe .....	Radiologie et imagerie médicale
DEQUIN Pierre-François.....	Thérapeutique
DESMIDT Thomas .....	Psychiatrie
DESOUBEAUX Guillaume.....	Parasitologie et mycologie
DESTRIEUX Christophe .....	Anatomie
DI GUISTO Caroline .....	Gynécologie obstétrique
DIOT Patrice.....	Pneumologie
DU BOUEXIC de PINIEUX Gonzague .....	Anatomie & cytologie pathologiques
DUCLUZEAU Pierre-Henri.....	Endocrinologie, diabétologie, et nutrition
EHRMANN Stephan .....	Médecine intensive – réanimation
EL HAGE Wissam.....	Psychiatrie adultes
ELKRIEF Laure.....	Hépatologie – gastroentérologie
ESPITALIER Fabien.....	Anesthésiologie et réanimation, médecine d'urgence
FAUCHIER Laurent .....	Cardiologie
FOUGERE Bertrand .....	Gériatrie
FRANCOIS Patrick.....	Neurochirurgie
FROMONT-HANKARD Gaëlle .....	Anatomie & cytologie pathologiques
GATAULT Philippe.....	Néphrologie
GAUDY-GRAFFIN Catherine.....	Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
GOUPILLE Philippe .....	Rhumatologie
GUERIF Fabrice.....	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
GUILLOIN Antoine.....	Médecine intensive – réanimation
GUILLOIN-GRAMMATICO Leslie.....	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
GUYETANT Serge .....	Anatomie et cytologie pathologiques
GYAN Emmanuel.....	Hématologie, transfusion
HALIMI Jean-Michel.....	Thérapeutique
HANKARD Régis.....	Pédiatrie
HERAULT Olivier .....	Hématologie, transfusion
HERBRETEAU Denis .....	Radiologie et imagerie médicale
HOURIOUX Christophe.....	Biologie cellulaire

IVANES Fabrice .....	Physiologie
LABARTHE François .....	Pédiatrie
LAFFON Marc .....	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale, médecine d'urgence
LARDY Hubert.....	Chirurgie infantile
LARIBI Saïd.....	Médecine d'urgence
LARTIGUE Marie-Frédérique.....	Bactériologie-virologie
LAURE Boris.....	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
LECOMTE Thierry.....	Gastroentérologie, hépatologie
LEGRAS Antoine.....	Chirurgie thoracique
LESCANNE Emmanuel.....	Oto-rhino-laryngologie
LEVESQUE Éric.....	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale, médecine d'urgence
LINASSIER Claude .....	Cancérologie, radiothérapie
MACHET Laurent .....	Dermato-vénérologie
MAILLOT François .....	Médecine interne
MARCHAND-ADAM Sylvain.....	Pneumologie
MARRET Henri .....	Gynécologie-obstétrique
MARUANI Annabel .....	Dermatologie-vénérologie
MEREGHETTI Laurent .....	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
MITANCHEZ Delphine .....	Pédiatrie
MOREL Baptiste.....	Radiologie pédiatrique
MORINIERE Sylvain.....	Oto-rhino-laryngologie
MOUSSATA Driffa .....	Gastro-entérologie
MULLEMAN Denis.....	Rhumatologie
ODENT Thierry.....	Chirurgie infantile
OUAISSI Mehdi .....	Chirurgie digestive
OULDAMER Lobna.....	Gynécologie-obstétrique
PAINAUD Gilles .....	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
PATAT Frédéric .....	Biophysique et médecine nucléaire
PERROTIN Franck .....	Gynécologie-obstétrique
PISELLA Pierre-Jean.....	Ophthalmologie
PLANTIER Laurent .....	Physiologie
REMERAND Francis .....	Anesthésiologie et réanimation, médecine d'urgence
ROINGEARD Philippe.....	Biologie cellulaire
RUSCH Emmanuel.....	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
SAINTE-MARTIN Pauline.....	Médecine légale et droit de la santé
SALAME Ephrem.....	Chirurgie digestive
SAMIMI Mahtab.....	Dermatologie-vénérologie
SANTIAGO-RIBEIRO Maria .....	Biophysique et médecine nucléaire
SAUTENET-BIGOT Bénédicte.....	Thérapeutique
THOMAS-CASTELNAU Pierre .....	Pédiatrie
TOUTAIN Annick.....	Génétique
VELUT Stéphane.....	Anatomie
VOURC'H Patrick.....	Biochimie et biologie moléculaire
WATIER Hervé .....	Immunologie
ZEMMOURA Ilyess .....	Neurochirurgie

### **PROFESSEUR DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE**

DIBAO-DINA Clarisse  
LEBEAU Jean-Pierre

### **PROFESSEURS ASSOCIES**

MALLET Donatien.....Soins palliatifs

### **PROFESSEUR CERTIFIE DU 2ND DEGRE**

MC CARTHY Catherine.....Anglais

## **MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS**

AUDEMARD-VERGER Alexandra .....	Médecine interne
BISSON Arnaud .....	Cardiologie (CHRO)
BRUNAUT Paul .....	Psychiatrie d'adultes, addictologie
CARVAJAL-ALLEGRIA Guillermo .....	Rhumatologie (au 01/10/2021)
CLEMENTY Nicolas .....	Cardiologie
DOMELIER Anne-Sophie .....	Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
DUFOUR Diane .....	Biophysique et médecine nucléaire
FOUQUET-BERGEMER Anne-Marie .....	Anatomie et cytologie pathologiques
GARGOT Thomas .....	Pédopsychiatrie
GOUILLEUX Valérie.....	Immunologie
HOARAU Cyrille .....	Immunologie
KERVARREC Thibault .....	Anatomie et cytologie pathologiques
LE GUELLEC Chantal .....	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
LEDUCQ Sophie .....	Dermatologie
LEFORT Bruno .....	Pédiatrie
LEJEUNE Julien .....	Hématologie, transfusion
LEMAIGNEN Adrien .....	Maladies infectieuses
MACHET Marie-Christine .....	Anatomie et cytologie pathologiques
MOUMNEH Thomas .....	Médecine d'urgence
PARE Arnaud .....	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
PIVER Éric .....	Biochimie et biologie moléculaire
ROUMY Jérôme .....	Biophysique et médecine nucléaire
STANDLEY-MIQUELESTORENA Elodie. ....	Anatomie et cytologie pathologiques
STEFIC Karl .....	Bactériologie
TERNANT David .....	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
VAYNE Caroline .....	Hématologie, transfusion
VUILLAUME-WINTER Marie-Laure .....	Génétique

## **MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES**

AGUILLON-HERNANDEZ Nadia .....	Neurosciences
NICOGLU Antonine .....	Philosophie – histoire des sciences et des techniques
PATIENT Romuald.....	Biologie cellulaire
RENOUX-JACQUET Cécile .....	Médecine Générale

## **MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES**

AUMARECHAL Alain .....	Médecine Générale
BARBEAU Ludivine .....	Médecine Générale
CHAMANT Christelle .....	Médecine Générale
ETTORI Isabelle .....	Médecine Générale
MOLINA Valérie .....	Médecine Générale
PAUTRAT Maxime .....	Médecine Générale
PHILIPPE Laurence .....	Médecine Générale
RUIZ Christophe .....	Médecine Générale
SAMKO Boris .....	Médecine Générale

## CHERCHEURS INSERM - CNRS - INRAE

BECKER Jérôme .....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
BOUAKAZ Ayache .....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
BOUTIN Hervé .....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
BRIARD Benoit .....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
CHALON Sylvie .....	Directrice de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
DE ROCQUIGNY Hugues .....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1259
ESCOFFRE Jean-Michel .....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
GILOT Philippe .....	Chargé de Recherche Inrae – UMR Inrae 1282
GOMOT Marie .....	Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
GOUILLEUX Fabrice .....	Directeur de Recherche CNRS – EA 7501 - ERL CNRS 7001
GUEGUINOU Maxime .....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1069
HEUZE-VOURCH Nathalie .....	Directrice de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
KORKMAZ Brice .....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
LATINUS Marianne .....	Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
LAUMONNIER Frédéric .....	Directeur de Recherche Inserm - UMR Inserm 1253
LE MERRER Julie .....	Directrice de Recherche CNRS – UMR Inserm 1253
MAMMANO Fabrizio .....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1259
MEUNIER Jean-Christophe .....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1259
PAGET Christophe .....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
RAOUL William .....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1069
SECHER Thomas .....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
SI TAHAR Mustapha .....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
SUREAU Camille .....	Directrice de Recherche émérite CNRS – UMR Inserm 1259
TANTI Arnaud .....	Chargé de Recherche Inserm - UMR Inserm 1253
WARDAK Claire .....	Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253

## CHARGES D'ENSEIGNEMENT

Pour l'éthique médicale

BIRMELE Béatrice .....Praticien Hospitalier

Pour la médecine manuelle et l'ostéopathie médicale

LAMANDE Marc .....Praticien Hospitalier

Pour l'orthophonie

BATAILLE Magalie .....Orthophoniste

CLOUTOUR Nathalie.....Orthophoniste

CORBINEAU Mathilde .....Orthophoniste

EL AKIKI Carole .....Orthophoniste

HARIVEL OUALLI Ingrid .....Orthophoniste

IMBERT Mélanie .....Orthophoniste

SIZARET Eva .....Orthophoniste

Pour l'orthoptie

BOULNOIS Sandrine ..... Orthoptiste

## SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des enseignants et enseignantes  
de cette Faculté,  
de mes chers condisciples  
et selon la tradition d'Hippocrate,  
je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur  
et de la probité dans l'exercice de la Médecine.  
Je donnerai mes soins gratuits aux indigents,  
et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.  
Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux  
ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira  
les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas  
à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.  
Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres,  
je rendrai à leurs enfants  
l'instruction que j'ai reçue de leurs parents.  
Que les hommes et les femmes m'accordent leur estime  
si je suis fidèle à mes promesses.  
Que je sois couvert d'opprobre  
et méprisé de mes confrères et consœurs  
si j'y manque.

# REMERCIEMENTS

A mon président du jury,

Monsieur le **Professeur Julien BERHOUE**,

Je vous remercie de me faire l'honneur de présider mon jury. Merci pour votre écoute, votre justesse, votre dévouement à l'enseignement auquel on doit tant. Vous êtes un professeur exemplaire.

A Monsieur le **Professeur Guillaume BACLE**,

Merci pour tout ce que tu as pu m'apporter, ton accompagnement, pédagogique et chirurgical. Tes qualités et ton entrain font qu'il est toujours très appréciable de travailler et apprendre à tes côtés. Merci beaucoup pour ton soutien et tes conseils précieux qui m'ont permis d'aboutir à ce travail.

A Monsieur le **Professeur Christophe DESTRIEUX**,

Je suis honoré de pouvoir vous compter parmi les membres de mon jury. Je tiens à vous remercier pour votre engagement auprès du laboratoire d'anatomie et votre permission, sans quoi, ce travail n'aurait pu être réalisé. En espérant pouvoir combler vos attentes.

A Madame le **Docteur Emilie MARTEAU**,

Je tiens à te remercier pour la transmission de ton enseignement, tes conseils instructifs et de qualité qui me permettent, petit à petit, d'améliorer la prise en charge apportée aux patients. Merci pour ton accompagnement, ces moments d'apprentissage, chirurgical et musical.

A Monsieur le **Docteur Louis-Romée LE NAIL**,

Merci de me faire l'honneur de te compter parmi les membres de mon jury. J'espère un jour tendre à atteindre tes qualités, humaines et chirurgicales, dont je suis admiratif. Il est toujours un plaisir de travailler avec toi. Merci pour ton enseignement et ces bons moments passés.

J'aimerais également remercier,

Les Docteurs **Geoffroy DUBOIS DE MONTMARIN** et **Ramy SAMARGANDI**, pour votre disponibilité, votre bienveillance, vos connaissances que vous ne cessez de me transmettre, et votre agréabilité.

Les Professeurs **Luc FAVARD**, **Philippe ROSSET** et **Jean BRILHAULT**, pour votre enseignement, votre expertise et vos conseils.

Le docteur **Jacky LAULAN**, pour votre connaissance et expertise de la chirurgie de la main, que vous avez su léguer au service.

L'ensemble de l'équipe de chirurgie orthopédique pédiatrique de Clocheville, merci au professeur **Thierry ODENT**, au Docteur **Benoît DE COURTIVRON**, au Docteur **François BERGERAULT**, au docteur **Laetitia AGOSTINI**, aux Docteur **Charlotte LEBLANC** et **Antonios DINA**, pour ce semestre passé avec vous tant agréable que formateur.

L'ensemble de l'équipe de chirurgie Orthopédique du CHR d'ORLEANS, les Docteurs **Mazen ALI**, **Fredson RAZANABOLA**, **Hichem ISSAOUI**, **Mahdi GARGOURI**, **Aymen BEN MAATOUG**, **Amine ZAOUI**, pour votre formation et encadrement apportés. J'aimerais plus particulièrement remercier le docteur **Thibaut LECOINTE**, rencontré à Clermont-Ferrand, tu fais partie de ceux qui m'ont donné envie de faire de la chirurgie Orthopédique, merci pour tout.

L'équipe de chirurgie plastique et de reconstruction, le Docteur **Aurélié BOURDAIS-SALLOT**, le Docteur **Audrey BISSON-PATOUE** et le Docteur **Nathalie FORME**, pour votre accueil, votre gentillesse et la qualité de vos conseils et l'apprentissage que vous m'avez donné, merci.

Tous mes Chefs, actuels et anciens, **Clara SOS**, **Pauline UNAL**, **Quentin NICOLAS**, **Maxime BOBLE**, **Lisa SERVASIER**, **Guillaume LEROUX**, **Vincent HARDY**, **Yanis DECHIR**, **Matthieu MAZALEYRAT**, **Benjamin FEREMBACH**, **Marion BESNARD**, **Samuel LAURENT**, **Steven ROULET**, **Gaspard AUBOYNEAU**, **Fabien SLOMKA**.

A **Rodolphe BURGADÉ**, cher ami, je te garde en mémoire.

Toute l'équipe d'**IBODE**, d'**IDE**, d'**AS**, d'**ASH**, de **gypsothérapeutes**, de **kinésithérapeutes de la main**, **brancardiers**, **secrétaires** et tous ceux avec qui on travaille au quotidien, merci pour votre aide.

Mes co-internes de promotion : **Louis-Paul**, **Dinah** et **Aimery**, merci pour les bons moments passés à vos côtés et l'entraide que vous m'apportez..

Mes co-internes : **Maxime**, **Richard**, **Manon**, **Benjamin**, **Alexandre**, **Rayane**, **Adrien**, **Chloé**, **Elise**, **Marine**, **Ophélie**, **Jules**, **Arnaud**, **Quentin**, **Maxime**, **Chloé**, **Mathilde**, **Florian**, **Félix**, **Perrine** et mes deux camarades de semestre **Paul** et **Lucas** qui m'ont en plus aidé à achever ce travail.

**Mes amis TOURANGEAUX et CLERMONTOIS**, pour votre soutien, à tous ces bons moments passés grâce à vous. **Merci à Jean, Adrien, Matthieu, Charlotte, Marine, Clara, Bryan et bien sûr à Médéric, Emilie, Vincent, Oliver, Bruno, Sara, Louis**, et tous les autres que je ne peux citer.

**Thomas GOUPIL DE BOUILLE**, mon plus vieux copain, toujours présent.

**Remerciements à ma famille.**

**A mes Parents.**

**A ma Mère, Maryse MOMBELLE**T, merci d'être et d'avoir toujours été là pour moi, pour tous ces précieux instants passés avec toi, pour ton soutien et ton amour, sans lesquels rien n'aurait été possible. J'ai toujours été admiratif de tes capacités, tu as été et tu resteras mon modèle. Merci de m'avoir transmis ta bienveillance, ton intelligence, ta persévérance, ton altruisme, ta créativité et tout le reste. Je te dois beaucoup et ne te remercierais jamais assez. Merci Maman, je t'aime.

**A mon Père Olivier MOMBELLE**T, j'aurais aimé que tu puisses être là, que tu puisses voir ça, toi qui m'as tant appris. Je te dois également tout, tu es mon deuxième modèle. Merci pour tout l'amour que tu m'as porté, à tous ces moments de joie partagés. Tu m'as transmis ton esprit logique et critique, ton rationalisme, ton calme et ta positivité. Merci Papa, je t'aime, tu resteras pour toujours dans mon cœur.

A mes deux frères, plus incroyables l'un que l'autre,

**A Pierre MOMBELLE**T, mon grand frère, tu es mon troisième modèle. Tu es l'une de mes plus grandes sources d'inspiration. Tu as toujours su me porter vers le haut. Ton excellence dans tous les domaines m'a poussé à dépasser mes limites, presque jusqu'à penser qu'il n'y en avait pas. Merci pour tous les moments que l'on a passés ensemble et à venir qui ne sont que bonheur.

**A Ninon BONNOT MOMBELLE**T, ça fait maintenant un bon moment que tu accompagnes Pierre et que tu fais partie de la famille. Merci pour ces moments partagés, pour ta joie de vivre, ta gentillesse, je suis très heureux te compter parmi nous.

**A Patrick MOMBELLE**T, mon frère jumeau, tu es pour le coup mon modèle, le plus authentique. Tu es mon deuxième moteur, tu m'as entraîné avec toi à chaque instant, chaque instant qui m'a conduit à devenir ce que je suis, ce que l'on est. Tu es sans nul doute la personne la plus intelligente que je connaisse. Merci d'avoir partagé ma vie, pour tous ces moments et instants incroyables qui sont gravés en moi, merci pour les instants futurs qui seront je pense que mémorables.

A mes deux frères Pierre et Patrick, et Ninon, je vous aime.

**A ma grand-mère Colette MOMBELLE**T, pour tout ce que tu m'as transmis, donné, partagé, que je n'oublierai jamais, je t'aime.

**A ma grand-mère Renée FERILLI**, je suis désolé de n'avoir passé plus de temps avec toi, tu restes dans ma mémoire et je te garde dans mon cœur.

A tous mes **oncles, tantes, cousins, cousines, petits cousin(e)s** , merci d'être là, vous êtes si incroyables.

**A Laure et Frédéric, Sylvie et François**, merci pour ces moments partagés.

**A ma Marraine Natacha, mon Parrain Frédéric**, toujours liés malgré le temps qui passe.

# Etude anatomique des branches d'innervation motrice du nerf radial destinées au triceps brachial

M.MOMBELLE<sup>1</sup>, interne, G.BACLE<sup>1</sup>, MD, PhD

<sup>1</sup> Université de Tours – Faculté de Médecine de Tours – CHRU Trousseau Service d'Orthopédie Traumatologie, A, Avenue de la République, 37170 Chambray-les-Tours, France

**Introduction:** Le nerf radial, est l'un des deux volumineux nerfs faisant suite au faisceau postérieur du plexus brachial, issu des racines de C5 à C8 avec parfois la racine T1. Il s'agit d'un nerf moteur et sensitif. L'anatomie du nerf radial et de ses branches motrices pour le triceps brachial a fait l'objet de nombreuses études que ce soit dans le cadre de la traumatologie ou pour la chirurgie nerveuse périphérique. Les résultats des études ne sont pas unanimes concernant le nombre, la disposition et l'émergence des branches du nerf radial. L'objectif de notre étude sera de clarifier ces différences et de rapporter les éléments constants, qui serviront de repères aux éventuelles variations.

**Matériels et méthodes :** Nous avons effectué une étude de dissections post-mortem au laboratoire d'anatomie de la faculté de Médecine de TOURS. Un total de 30 membres supérieurs a été étudié, chez 15 sujets. L'abord du nerf radial s'effectuait par une voie postérieure et une division des chefs musculaires a été effectuée pour exposer et disséquer le nerf radial. Les mesures ont été faites à l'aide d'un réglet avec une précision d'un demi-millimètre.

**Résultats :** De façon constante, il existe 4 branches motrices issues du nerf radial à destinée du triceps brachial. La branche la plus proximale, de disposition constante, était la branche du chef long. Seule la branche inféro-médiale pour le chef médial inférieur présente de véritables variations, donnant zéro, une à plusieurs branches supplémentaires pour le chef latéral ou les branches sensitives, ou l'association des deux. Le nerf radial a parfois un aspect de division haute des branches motrices sous le tendon du muscle grand rond donnant un aspect de nerf spectateur au bras. Nos dissections montrent un aspect de quadriceps du triceps avec 4 plans musculaires d'orientations distinctes concordant avec les territoires des 4 branches constamment retrouvées.

**Conclusion:** Notre étude est concordante avec celles retrouvant des éléments constants, un minimum de 4 branches motrices était systématiquement retrouvé. Le nerf radial étant aisément divisible de ses branches, et ses branches les unes des autres, les variations peuvent relever du niveau d'abord initial du nerf et de la dissection «intra-neurale» effectuée, conduisant à des schémas variables avec des points d'innervation constants. L'aspect de quadriceps du triceps est intrigant et des études complémentaires d'électrophysiologie permettront de conforter nos résultats.

**Mots-clés :** *anatomie, nerf radial, branches motrices, triceps brachial, neurotisation, fracture, transposition, repères*

**Abstract :** The radial nerve is one of the two large nerves following the posterior bundle of the brachial plexus, originating from the roots of C5 to C8 with sometimes the T1 root. It is a motor and sensory nerve. The anatomy of the radial nerve and its motor branches for the triceps brachii has been the subject of numerous studies, whether in the context of traumatology or for peripheral nerve surgery. The results of the studies are not unanimous regarding the number, arrangement and emergence of the branches of the radial nerve. The objective of our study is to clarify these differences and to report the constant elements, which will serve as benchmarks for possible variations.

## **Abréviations**

Clo: Chef long du triceps brachial

Clat: Chef latéral du triceps brachial

CMS: Chef médial supérieur du triceps brachial

CMI: Chef médial inférieur du triceps brachial

GRd: muscle grand rond

BrClo: Branche nerveuse du chef long

BrClat: Branche nerveuse du chef latéral

BrSM: Branche nerveuse supéro-médiale du chef médial

BrIM: Branche nerveuse inféro-médiale du chef médial

BSIB: Branche nerveuse sensitive inférieure du bras

BrSPAv: Branche nerveuse sensitive postérieure de l'avant-bras

NR: Nerf radial

NU: Nerf ulnaire

Hu: humérus

# Table des matières

Introduction .....	16
Matériels et méthodes.....	17
Résultats .....	19
Description globale.....	19
Description des branches motrices à destinée du triceps brachial.....	27
Branche du chef long.....	28
Branche supéro-médiale du chef médial .....	29
Branche du chef latéral.....	31
Branche inféro-médiale du chef médial.....	32
Description des branches sensibles .....	33
Branche sensitive inférieure du bras.....	33
Branche sensitive postérieure de l'avant-bras .....	34
Description des branches motrices à la loge antérieure du bras .....	36
Discussion .....	38
Conclusion.....	41
Références bibliographiques .....	42

# Introduction

Le nerf radial, est l'un des deux volumineux nerfs faisant suite au faisceau postérieur du plexus brachial, issu des racines de C5 à C8 avec parfois la racine T1. Il s'agit d'un nerf mixte, moteur et sensitif.

Il est habituellement décrit comme le nerf de l'extension, du coude par le muscle triceps brachial et l'anconé, du poignet par les extenseurs radiaux du carpe, du pouce par le court et long extenseurs du pouce, ainsi que l'extension des doigts longs par les extenseurs commun et propres du deuxième et cinquième doigts. L'extension des doigts longs concerne essentiellement l'articulation métacarpo-phalangienne, les articulations interphalangiennes étant sous la dépendance des muscles intrinsèques de la main, innervés par les nerfs ulnaire et médian. Le nerf radial a par ailleurs une action supinatrice de l'avant-bras par l'innervation qu'il fournit au muscle supinateur en traversant ses chefs, le nerf étant alors dénommé nerf interosseux postérieur.

Il a l'origine du nerf cutané inférieur du bras et du nerf cutané postérieur de l'avant-bras. A l'avant-bras il se divise en deux en une branche profonde, le nerf interosseux postérieur, et une branche superficielle, qui assure principalement la sensibilité de l'hémiversant radial de la face dorsale de la main, des faces dorsales des premières phalanges du pouce, de l'index et du majeur.

En cas de dysfonctionnement, il n'a pas de suppléance de fonction. Il est en effet le seul nerf à innover les muscles extenseurs du coude et du poignet.

Il a fait l'objet de nombreux travaux de recherche, dans un premier temps dans le cadre de l'exploration anatomique du corps humain, puis pour la prise en charge de la traumatologie.

Les études des branches du nerf radial à destinée du triceps ont maintenant plus d'un siècle, l'étude de Linell datant de 1921. De nombreuses autres études ont suivi, Feinstein, Seddon 1943, Sunderland 1946 ... ((1)) Mais ces études sont contradictoires et manquent de précision sur les dimensions, les trajets et rapports du nerf radial et de ses branches aux structures anatomiques voisines. Et elles ne prennent pas en compte la longueur du membre décrit.

Le nerf, présentant un trajet au contact étroit de l'humérus, est classiquement et fréquemment lésé en cas de fracture de la diaphyse humérale. Celles-ci représentent environ 3% de l'ensemble des fractures. L'atteinte du nerf radial est retrouvée dans 7% des fractures de l'humérus, le risque est exacerbé en cas de fracture spiroïde distale de Holstein-Lewis, où une paralysie a été retrouvée jusque dans 22 % des cas.((2),(3))

Son étude a eu un regain d'intérêt avec l'avènement de la chirurgie des nerfs périphériques.

Notamment avec les gestes de neurotisation, c'est-à-dire le transfert d'un nerf ou de fascicules nerveux sur un autre nerf dans le but de réinnover un muscle dont l'innervation est déficitaire par une atteinte en amont.

Les gestes de neurotisation ont été popularisés en 1961 par Seddon, gestes effectués dans le cadre de lésions du plexus brachial.((4))

L'intérêt des branches motrices du triceps a notamment été étudié à la suite d'études montrant un gain de la fonction d'abduction de l'épaule lors de la réalisation d'un transfert du nerf spinal accessoire sur le nerf suprascapulaire conjointement à un transfert de la branche nerveuse du chef long du triceps au nerf axillaire en cas de déficit C5-C6 du plexus brachial. (5)

Depuis, nombre de travaux anatomiques du transfert de la branche du chef long du triceps brachial ont été ensuite réalisées, montrant de meilleurs résultats d'abduction de l'épaule (Leechavengvongs et al., 2003, 2006; Witoonchart et al., 2003; Flores, 2011; Lu et al., 2012)

Les différentes branches ont été décrites par les travaux anatomiques de Bertelli et Ghizoni 2004, Bertelli en 2007 et 2018, 2022, et Leechavengvongs en 2013.

Cependant, ces différentes études montrent des schémas d'innervation complexes et variables.

L'objectif de notre travail est de relever les éléments constants, d'affiner les mesures et localisations des différentes branches nerveuses, afin de guider le chirurgien de façon plus sûre en per-opératoire.

## Matériels et méthodes

Nous avons effectué une étude anatomique basée sur des dissections post-mortem. Les dissections ont toutes été réalisées au laboratoire d'anatomie de la faculté de médecine de Tours, par un opérateur unique, selon le même protocole sur des cadavres frais.

Le membre étudié était rattaché au corps entier permettant d'évaluer l'origine du nerf radial dans le creux axillaire, la première branche du triceps étant décrite en amont du tendon du muscle grand rond. Le sujet était positionné en décubitus latéral, le bras en appui et l'épaule à 90° d'abduction et de rotation interne, coude fléchi à 90°, reposant sur un bloc.

Un total de 30 membres ont été disséqués, 15 paires de membres chez 15 sujets. L'âge moyen des sujets était de 87 ans. Les sujets étaient tous caucasiens. Il s'agissait de 4 hommes et de 11 femmes.

Il a été réalisé pour chaque membre une incision cutanée centrée sur la face postérieure du bras, allant du bord postérieur de l'acromion jusqu'à la crête postérieure de l'olécrâne.

Pour chaque dissection, le nerf radial était repéré sous le relief du tendon du muscle grand rond. Une fois repéré, il était progressivement exposé par dissection du muscle triceps brachial dans le plan de convergence entre les fibres du chef long et du chef latéral. Le chef latéral était ensuite désinséré du versant latéral de la lame tendineuse verticale du tendon, pour être récliné latéralement exposant le nerf radial dans sa gouttière.

Les branches émergentes du nerf radial pouvaient alors être étudiées de proximal en distal en suivant le trajet du nerf radial.

Les mesures ont été faites à l'aide d'un réglet en inox gradué au demi-millimètre (norme CEE classe 2).

Des repères osseux ont été placés au bord postérieur de l'acromion à son angle de jonction avec l'épine de la scapula et aux épicondyles médial et latéral de l'humérus distal, introduites horizontalement sur une ligne prolongeant les apex épicondyliens, délimitant ainsi une ligne bi-épicondylienne. Cette longueur, séparant l'acromion de la ligne bi-épicondylienne, systématiquement mesurée nous a permis de rapporter les différentes mesures d'émergences des branches et localisations des structures à la longueur totale du membre. Le but était de supprimer la variabilité des mesures secondaire aux différences inter et intra-individuelles de longueur du membre.

Les mesures qui ont été effectuées ont permis de constituer le *rapport moyen d'émergence* ou RME des branches nerveuses issues du nerf radial. Ce rapport matérialise la localisation  $d$  de l'émergence des branches nerveuses sur la longueur totale  $D$  « acromion-ligne bi-épicondylienne ». Ce rapport est de  $d/D$ , ou exprimé autrement : point d'émergence ( $d$  en cm) = RME x longueur acromio-ligne bi-épicondylienne ( $D$  en cm). Le point d'émergence de la branche correspond donc à la distance moyenne où se situe la « sortie » de la branche du nerf radial depuis l'angle acromial postérieur exprimée en cm. (Cf schéma annexe 1).

L'évaluation d'une éventuelle distribution normale des mesures a fait appel à un test statistique de Shapiro. Pour les mesures dont la répartition fut retrouvée gaussienne, les résultats ont pu être exprimés avec un intervalle de confiance à 95%, (risque alpha : 0,05). Par ailleurs, notre étude portant sur les membres supérieurs droit et gauche, nous avons réalisé, lorsque la répartition était gaussienne, un test de comparaison de moyenne suivant la loi de Student avec  $(n_1+n_2-2)$ , soit 28 degrés de liberté,  $n_1$  et  $n_2$  correspondant aux tailles d'échantillons droit et gauche. ( Cf annexe 2).

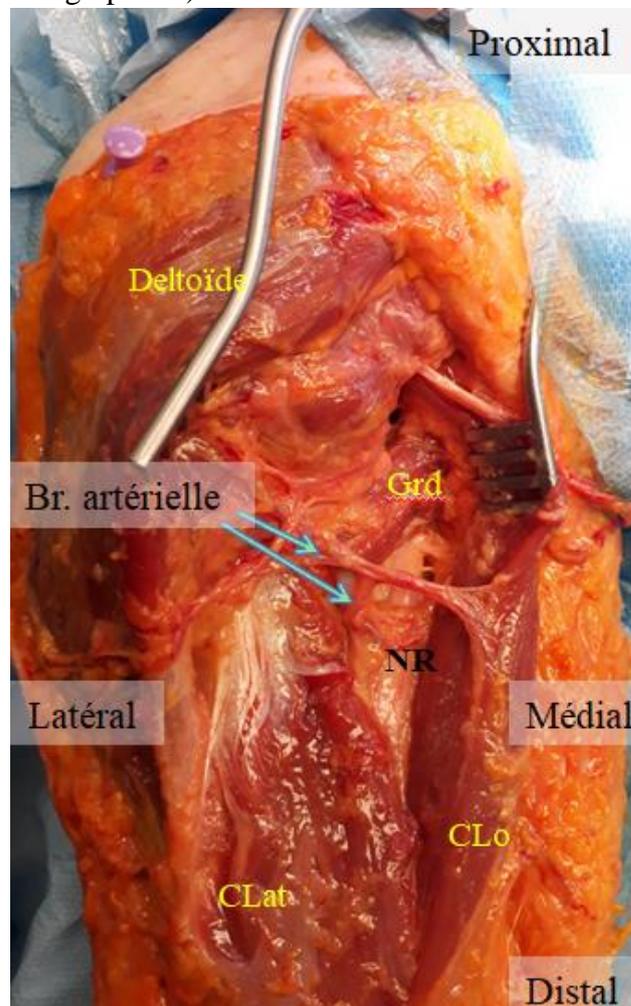
# Résultats

## Description globale

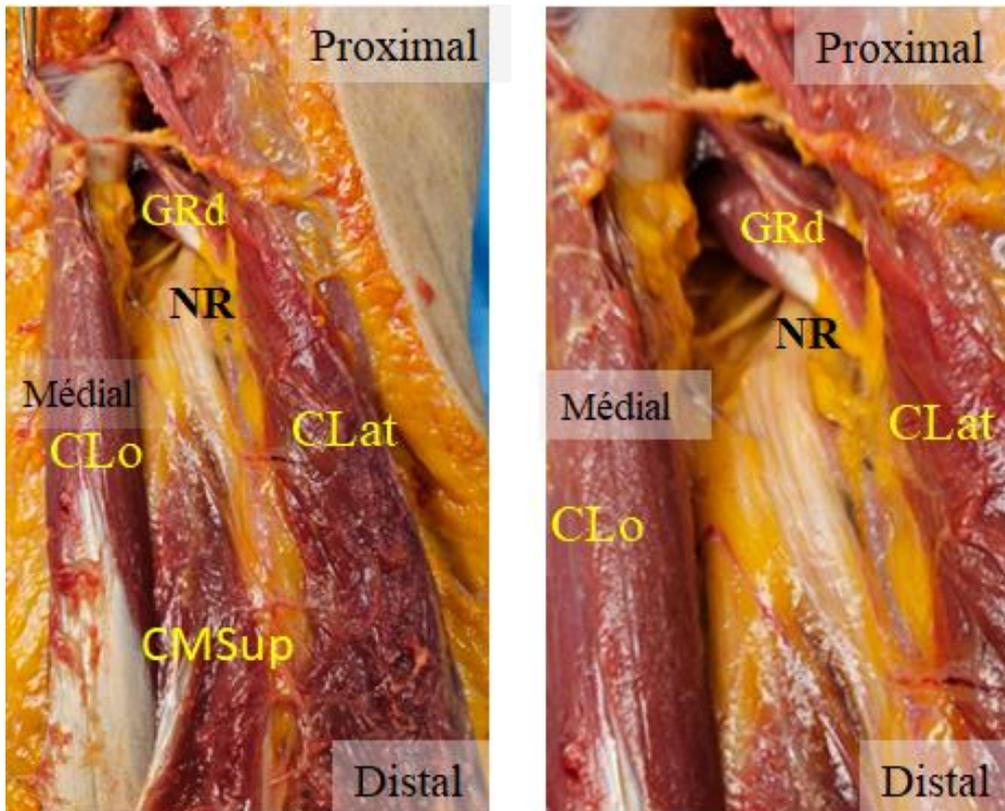
La distance entre l'acromion et la ligne bi-épicondylienne était en moyenne de 30,88cm (IC à 95% { 26,36-35,39}, min : 26,6cm, max : 35,5cm).

Le nerf radial passe dans le plan profond postérieur par l'espace axillaire inférieur formé par la face latérale du chef long, le bord inférieur du muscle grand rond et la diaphyse humérale. Il s'agit d'un environnement cellulo-graisseux, riche en vaisseaux. Le nerf radial est surcroisé de façon inconstante par des vaisseaux à destinée du chef long du triceps (Photographie 1).

Il avait systématiquement un aspect de « paquet de faisceaux » dans une même gaine épineurale (Photographie 2).

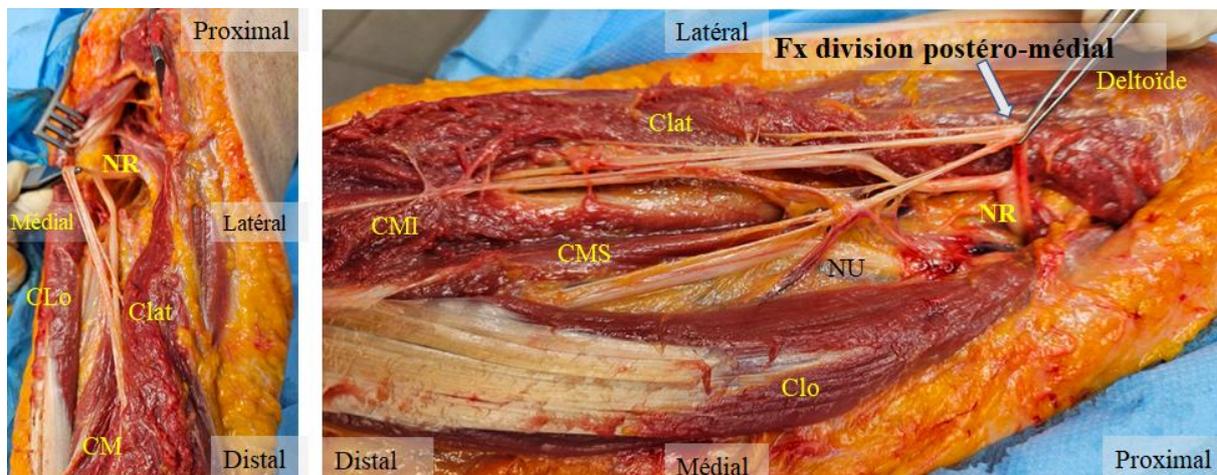


Photographie 1. Membre supérieur gauche. Le nerf radial (NR) apparaît sous le tendon du muscle grand rond (GRd), il est encadré par les fibres du chef long (CLo) et du chef latéral (CLat). On peut visualiser le nerf Radial surcroisé par une branche artérielle issue de l'artère brachiale profonde.



Photographie 2. Membre supérieur droit. Le nerf radial (NR) apparaît sous le tendon du muscle grand rond (GRd) comme un ensemble de faisceaux . L'espace triangulaire graisseux est accessible après avoir discisé les fibres du chef long (CLO) et du chef latéral (CLat) . Le chef médial supérieur (CMSup) vient border le bord inférieur de la gouttière radiale.

Sur l'ensemble des dissections, il a été constaté que cet aspect de « groupe de faisceaux » était accessible à une séparation intra-neurale et ce groupe était divisible jusqu'à sa « base » ou son émergence sous le bord du muscle grand rond. Une fois divisé, le tronc du nerf radial donne un aspect de nerf « spectateur au bras » qui poursuit sa course en distal (Photographie 3).



Photographie 3. Membres supérieurs droit (image gauche) et gauche (image droite) .Le nerf radial (NR) est dissocié de l'ensemble de ses branches à destination du triceps et sensitives, devenant spectateur. (NU : nerf ulnaire, CLat : Chef latéral, Clo : Chef long, CMS : chef médial supérieur, CMI : Chef médial inférieur, Fx : faisceau).

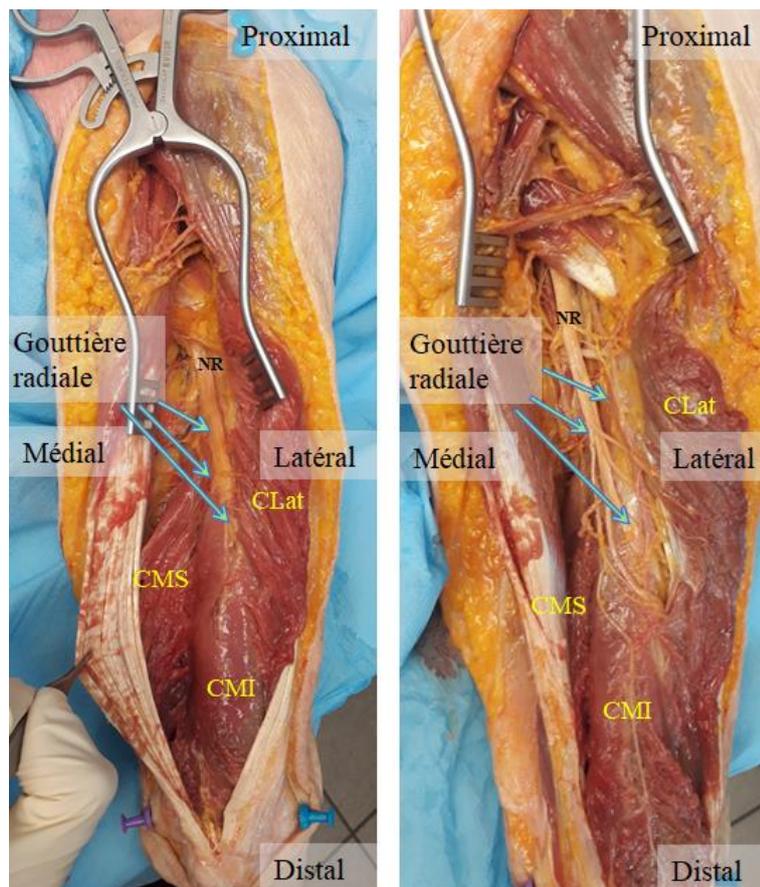
Le bord inférieur du tendon du muscle grand rond se situe à 22,76cm en moyenne de la ligne bi-condylienne (min :19,40 , max :25cm).

En avant du muscle grand rond et immédiatement en-dessous, il est accolé à la paroi postérieure de l'artère brachiale, se situant légèrement médialement. Ses branches de division sont suivies par des branches artérielles issues de l'artère brachiale.

L'artère brachiale donne une branche pour le chef long, puis juste en dessous, à environ 1 cm du bord inférieur du muscle grand rond, elle donne l'artère brachiale profonde qui lors des différentes dissections présente un schéma constitué d'une branche supérieure cheminant en haut de la gouttière et une branche inférieure cheminant en bas de la gouttière et dans le sillon intermusculaire entre le chef latéral et le chef médial profond, se poursuivant sur le chef médial profond en distal.

Le trajet du nerf radial est oblique en bas et en dehors, il entretient un contact osseux avec l'humérus au versant médial supérieur de la « gouttière » à 18,79 cm de la ligne bi-épicondylienne (IC à 95% {15,80cm-21,78cm}, min :16cm, max :21,5cm).

Le rapport moyen de ce début de contact avec la diaphyse humérale sur la longueur acromio-ligne bi-épicondylienne est de 0.39.



Photographie 4 . Bras droit d'un même sujet, dissection exposant le nerf radial (NR) dans sa gouttière. Le bord inférieur de celle-ci est bordé par les chefs médial supérieur (CMS) et inférieur (CMI). Le bord supérieur est délimité par l'insertion du chef latéral (CLat).

Il poursuit son chemin au contact immédiat de la face postérieure de l'humérus dans la gouttière radiale sur 7,17 cm en moyenne (min: 5cm, max: 9,5cm).

La surface postérieure de l'humérus ne présente pas d'aspérité ou relief, elle est convexe. La gouttière est bordée par les chefs du triceps : latéral sur son versant supérieur et médial sur son versant inférieur.(Photographie 4)

A la sortie de cette gouttière osseuse radiale, le tronc du nerf radial passe dans une arcade fibreuse, de l'insertion aponévrotique du chef latéral. Une fois cette arcade passée, il se retrouve dans la loge antérieure du bras sur le versant antéro-latéral de l'humérus au contact du muscle brachial. En descendant en distalité, il se trouve recouvert par le muscle brachio-radial latéralement, immédiatement au contact de la face profonde du muscle brachio-radial jusque dans la gouttière bicipitale latérale.

Le nerf radial donne systématiquement au cours de son trajet entre la bord distal du muscle grand rond jusqu'à la gouttière radiale, un minimum de 4 branches motrices qui sont constantes :

- une pour le chef long,
- une pour le chef latéral,
- deux pour le chef médial.

La description de ces branches motrices à destinée du triceps a nécessité conjointement la description et l'étude des spécificités des chefs du triceps brachial.

L'insertion des « fibres » musculaires de l'ensemble de ses chefs se fait par convergence sur un tendon en forme de L dont l'angle est médial et postérieur avec une double lame tendineuse, superficielle latérale et profonde médiale, en continuité.

La première lame tendineuse est transverse au versant latéral, superficiel et postérieur.Elle donne insertion aux digitations distales du chef latéral et de ses fibres à la partie profonde de la lame .La partie plus distale de la face profonde de cette lame est une zone d'insertion du chef médial « profond », inférieur. Le partie proximale de celle-ci sur son versant médial se situe à 11,38 cm de la ligne bi-épicondylienne (min :9cm , max :13cm) .L'étendue en longueur de cette lame décroît de médial en latéral. La largeur est de 3 à 4 cm.

La deuxième est une longue lame verticale, unissant à sa partie proximale le chef long et le chef latéral, dont les jonctions myotendineuses occupent les deux tiers au trois quarts supérieurs de cette lame tendineuse. L'extrémité proximale de la lame tendineuse se situe à 16,18 cm de la ligne bi-épicondylienne (min :13cm, max :19cm).

Le chef médial, apparait comme une chape musculaire large composée de deux plans musculaires distincts, qui reçoivent de façon indépendante une innervation propre du nerf radial, sous la forme d'une branche musculaire pour chaque plan.

La composante supérieure du chef médial est losangique, tendue du bord médial et postérieur de la diaphyse humérale, de 18,3cm (min : 16,5cm, max : 20,5cm) à 12 cm (min 10,5cm, max :15cm), à partir de la ligne bi-épicondylienne. Elle se dirige de façon oblique en bas, médialement et en arrière pour s'insérer sur la lame tendineuse verticale à son bord inférieur et au tiers ou quart distal de la face médiale, en distalité de l'insertion des fibres du chef long.

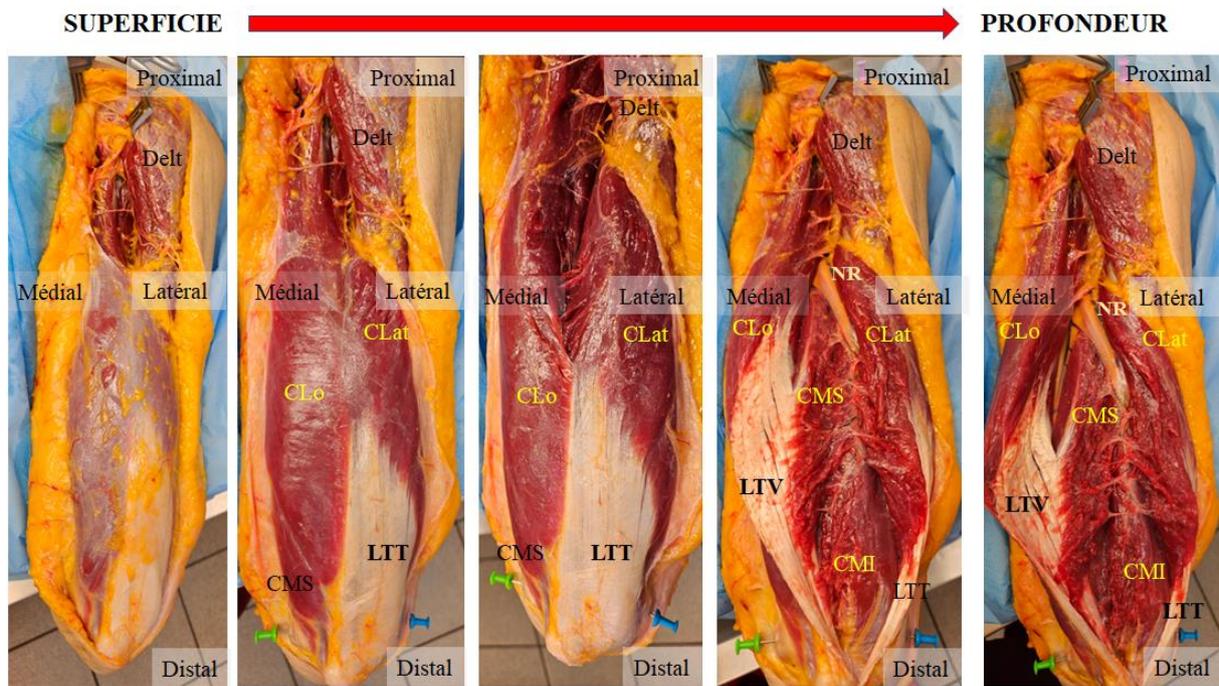
La composante profonde et distale du chef médial est quant à elle encadrée par son homologue supérieur en médial et le chef latéral latéralement. Elle a un aspect triangulaire à la face profonde immédiate de l'humérus sous la gouttière radiale. L'insertion proximale est retrouvée à 11,6 cm (min:10,5cm, max : 15cm), (Photographies 5 et 6 et schémas 1 et 2).

Le chef long présente également une lame tendineuse fibreuse proximale, sur son versant latéral qui se termine à 20,7 cm de la ligne bi-épicondylienne.

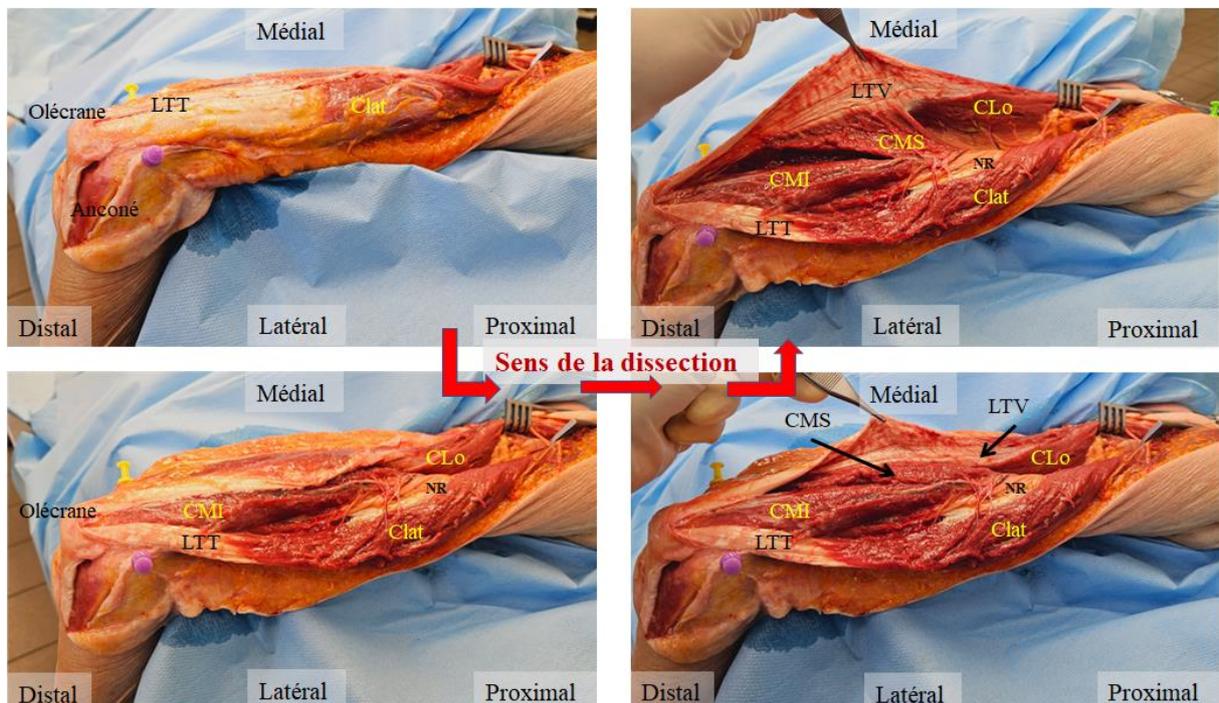
L'insertion proximale du chef latéral se situe sur la face profonde et postérieure de l'humérus à la partie supérieure de la gouttière radiale et en arrière du deltoïde, elle se prolonge sur le versant latéral de l'humérus par une arcade fibreuse. Cet épaississement fibreux de l'insertion des fibres du chef latéral prend un aspect d'arche créant une fente de passage entre celle-ci et l'humérus. Elle permet au nerf radial de passer de la loge postérieure à la loge antérieure. Elle livre passage au nerf sensitif inférieur du bras, et à une artère et veine faisant suite à la partie supérieure des vaisseaux brachiaux profonds, les vaisseaux sont accolés à la partie proximale supérieure du nerf radial. Le rapport moyen de localisation de la limite inférieure de cette arcade, où se situe le nerf radial, est de 0,64. Les limites supérieure et inférieure de cette fente sont de 14,3cm (min :12,23cm , max :16,52cm) et 11,2 cm (min :9,53cm , max :12,94cm ), respectivement, à compter de la ligne bi-épicondylienne.

L'humérus en regard de cette arcade présente une dépression avec une saillie osseuse supérieure et inférieure, réalisant l'aspect d'une véritable gouttière.

Le nerf radial a un diamètre de 7mm sous le grand rond et de 4mm de diamètre à son passage dans la loge antérieure du bras.

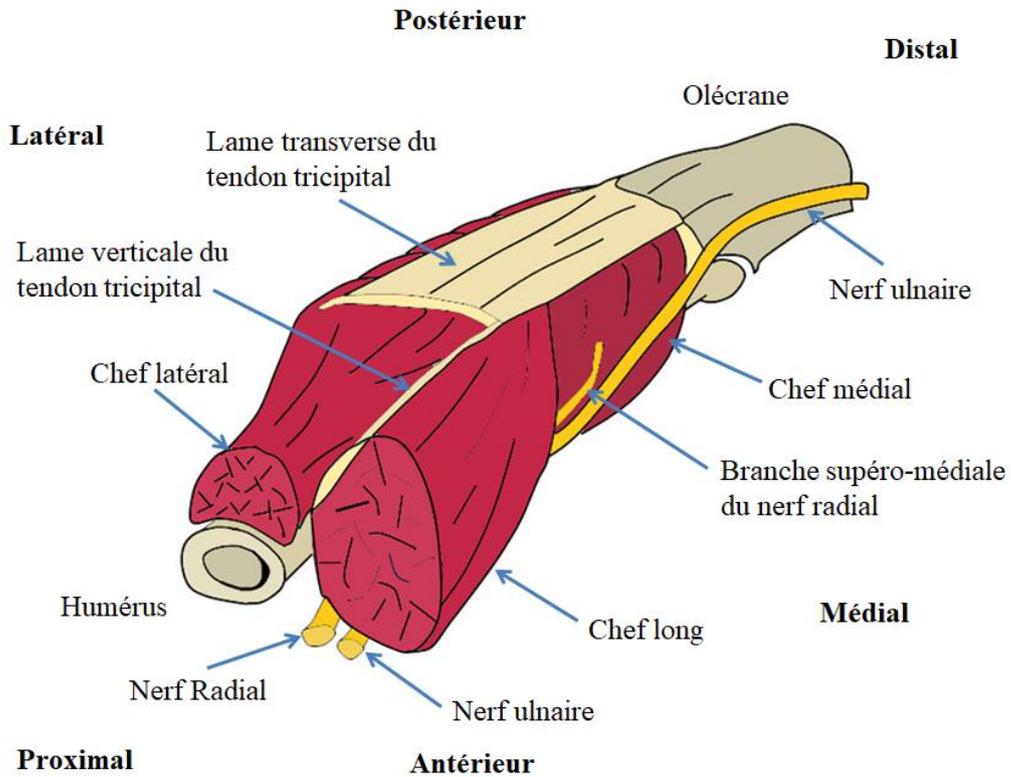


Photographies 5. Bras droit d'un même sujet, dissection de la superficie jusqu'au plan du nerf radial (NR). Après ouverture du fascia du triceps, les corps musculaires du chef long (CLo) et latéral (CLat) sont séparés. On peut observer les digitations musculaires du chef latéral se poursuivre sur la lame tendineuse transverse (LTT) du tendon tricipital. Le tendon tricipital est incisé verticalement et les fibres du chef latéral sont désinsérées du versant latéral de la lame tendineuse verticale (LTV), exposée. Le nerf radial apparaît et à sa partie inférieure le chef médial (CM) qui semble avoir deux plans, supérieur (CMS) et inférieur (CMI)



Photographies 6. Bras droit d'un même sujet, la dissection a été préalablement effectuée. Incision longitudinale séparant le tendon tricipital à la jonction des lames verticale et longitudinale. L'organisation des corps musculaires des différents chefs musculaires est visualisée, il semble se distinguer deux plans différents distincts du chef médial. (CLo : chef long, CLat : chef latéral, CMS : chef médial supérieur, CMI : chef médial inférieur, NR : nerf radial, LTT : lame tendineuse transverse, LTV : lame tendineuse verticale).

**Vue schématique supéro-médiale du bras « avec » chef long**



**Vue schématique supéro-médiale du bras « sans » chef long**

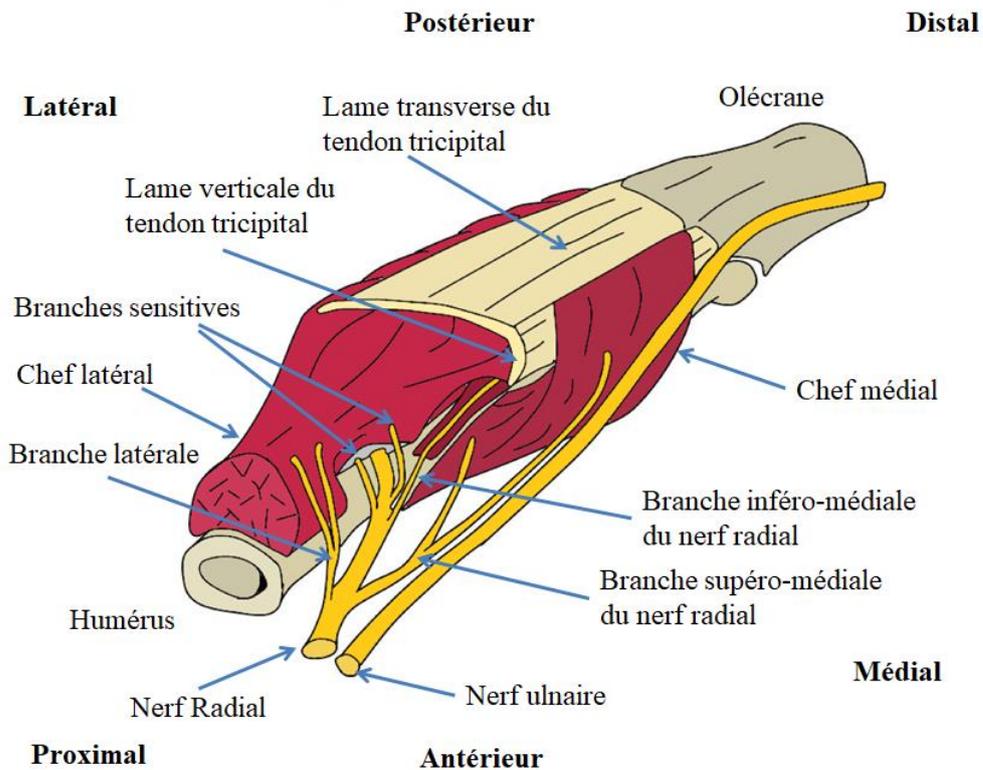


Schéma 1. Vue schématique supéro-médiale d'un bras droit sectionné en diaphyse humérale avec et sans le chef long, permettant de conceptualiser la disposition transverse et verticale du tendon tricipital.

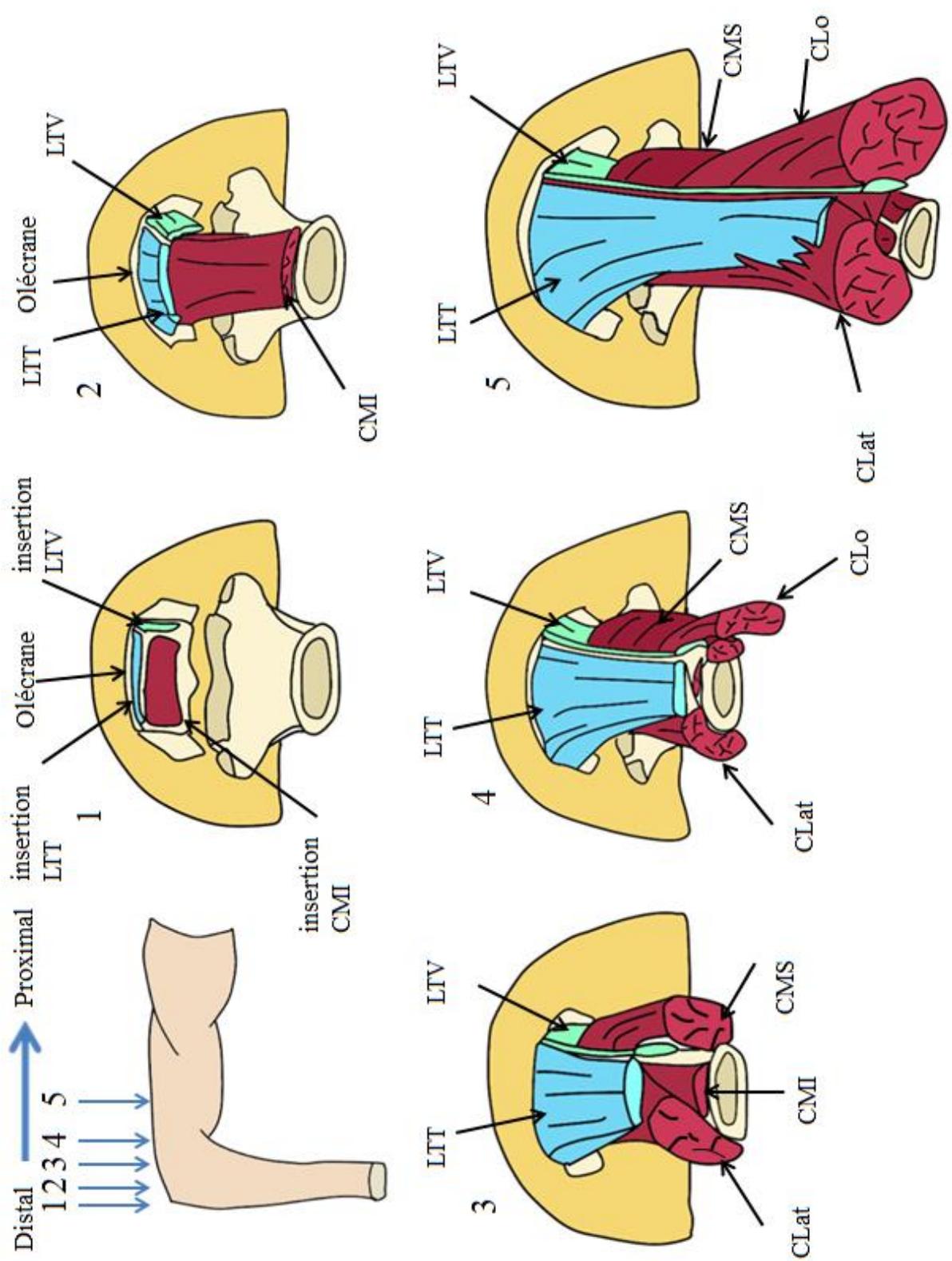
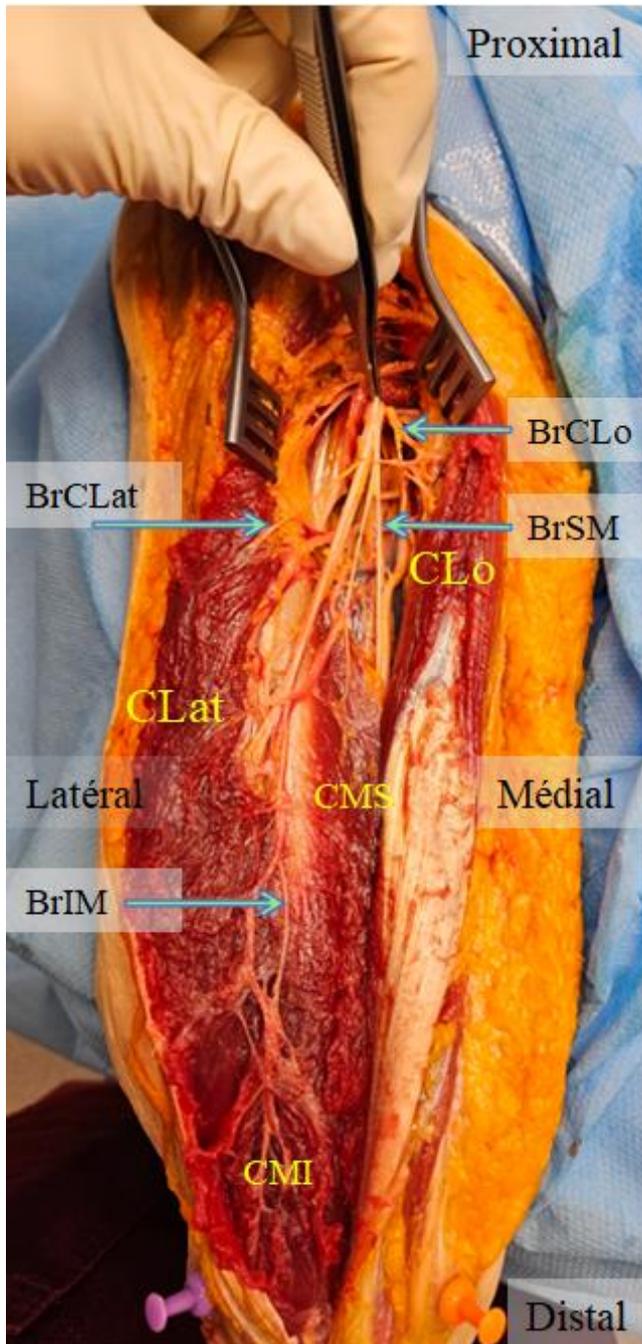


Schéma 2. Vue schématique du tendon tricipital en sections transverses successives de distal en proximal

LTT : lame tendineuse transverse, LTV : lame tendineuse verticale, CMI : chef médial inférieur, CMS : chef médial supérieur, CLat : chef latéral , CLO :chef long

## Description des branches motrices à destinée du triceps brachial



Photographie 7.

Vue postérieure globale d'une dissection d'un bras gauche.

Les chefs musculaires ont été dissociés et les 4 branches nerveuses constantes du nerf radial sont exposées.

De proximal en distal, on observe :

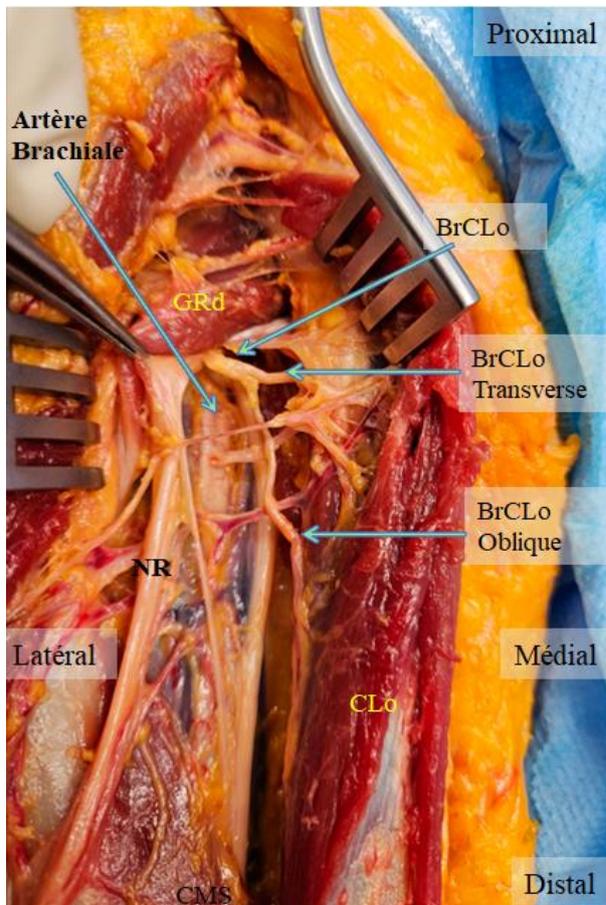
- la branche du chef long (BrCLO)
- la branche supéro-médiale (BrSM)
- la branche du chef latéral (BrCLat)
- la branche inféro-médiale (BrIM)

(CLO :chef long, CLat :chef latéral, CMS :chef médial supérieur , CMI : chef médial inférieur)

L'émergence des branches du nerf radial de l'ensemble des branches motrices se situe en amont de la gouttière, au cours du trajet axillo-brachial du nerf.

L'ensemble des mesures effectuées, lorsque le test de comparaison de moyenne était réalisable, ces dernières ne présentaient pas de différences significatives entre le membre supérieur droit et gauche.

## Branche du chef long



Photographie 8. Vue postérieure du nerf radial (bras gauche), apparaissant sous le bord du grand rond (GRd) qui est relevé.

La volumineuse branche du chef long (BrCLO) est exposée, elle se divise en une branche transverse supérieure et une branche oblique inférieure, accompagnée d'une branche de l'artère brachiale sur laquelle repose le nerf radial.

La première branche à destinée du triceps brachial a toujours été la branche pour le chef long, hormis dans 1 cas où il s'agissait de la branche supéro-médiale du chef médial.

Excepté un cas où deux branches ont été retrouvées, cette branche pour le chef long était unique. Elle naissait le plus souvent en amont du bord inférieur du muscle grand rond, à -1,27cm en moyenne (min :-2,5, max :1cm). Dans trois cas cependant, la branche émergeait au niveau du bord du muscle grand rond et dans un cas en distal de celui-ci.

Le rapport moyen d'émergence sur la longueur acromio-ligne bi-épicondylienne est de 0.22, point d'émergence (cm) = 0.22 x longueur acromio-ligne bi-épicondylienne(cm).

Elle naissait sur le versant postéro-médial du tronc du nerf radial, puis longeait le nerf radial en se dirigeant médialement. Elle surcroisait en arrière la veine brachiale médiale et le nerf ulnaire. Le nerf ulnaire se situait juste en dedans de l'artère brachiale et juste en dedans et en avant du nerf radial.

La branche se divisait habituellement en deux en arrivant au bord inférieur du grand rond, se prolongeant en une branche transverse et une branche oblique. La division se faisait en moyenne à 0,51cm du bord distal du grand rond (min : -1cm, max : 3 cm).

La branche transverse gagnait la portion charnue et supérieure du chef long, sous la lame aponévrotique proximale sur le versant latéral et antérieur du corps musculaire. Son diamètre moyen était de 1,26mm. Elle se ramifiait de façon systématique en 3 ou 4 branches, dans 70% et 30 % des cas respectivement avec un point de division à 1cm de la bifurcation.

Cette branche transverse mesurait en moyenne 2,7cm de long à compter de la bifurcation et 4,46cm si la référence prise était l'émergence au nerf radial.

La deuxième branche, oblique en bas et médialement, croisait le pédicule vasculaire du chef long en passant soit en avant soit en arrière de celui-ci. Elle mesurait en moyenne depuis l'émergence 6,5cm, ou 4,5cm depuis sa bifurcation avec la branche transverse, pour un diamètre de 1mm. Dans 33 % des cas, elle présentait un caractère bifide avec une division précoce au cours du premier centimètre (Photographie 8).

Il n'a pas retrouvé d'autre branche d'innervation pour le chef long du triceps, même à sa partie proximale où le muscle chemine à proximité du nerf axillaire.

### **Branche supéro-médiale du chef médial**

La branche suivante était la branche supéro-médiale pour la partie supérieure, losangique, du chef médial.

Cette branche naissait sur le versant médial du nerf radial en amont de la gouttière de l'humérus, en moyenne à 1,15 cm du bord inférieur du muscle grand rond (min :-4cm, max : 3,5cm). Elle longeait le nerf radial sur son versant médial et se dirigeait progressivement de façon oblique en médial en direction du nerf ulnaire.

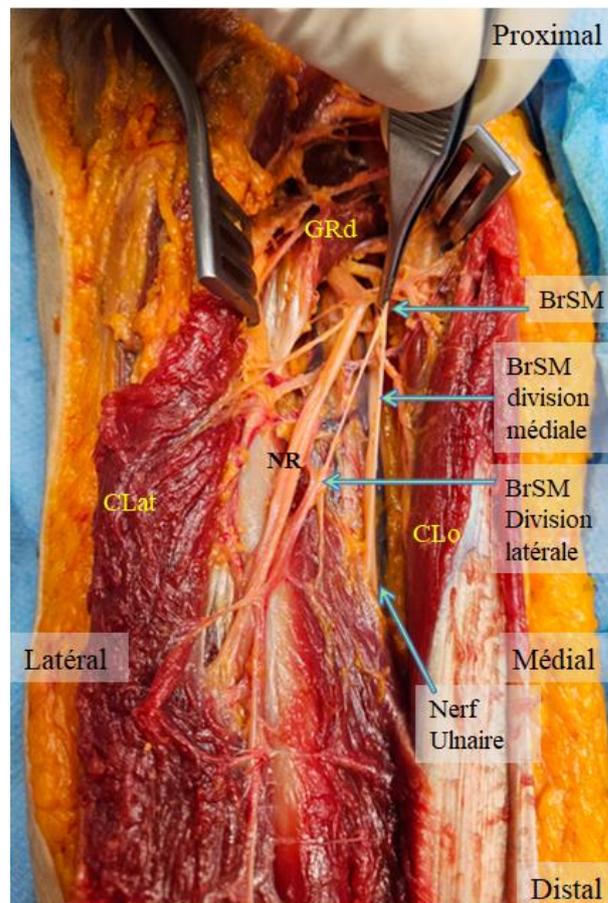
Le rapport moyen d'émergence sur la longueur acromio-ligne bi-épicondylienne était de 0.30, point d'émergence (cm) = 0.30 x longueur (cm).

Elle se divisait en deux, donnant une branche longue médiale suivant le nerf ulnaire et une branche courte verticale latérale gagnant le chef supérieur médial. Le point de division se situait en moyenne à 3,72 cm de l'émergence, à une portion de la branche qui était surcroisée par les vaisseaux (min :0 , max :8cm).

La branche de division médiale, rejoignait le nerf ulnaire et le longeait sur son versant dorso-latéral accolé. Il n'a pas été retrouvé d'échange entre la branche et le nerf ulnaire. Ils passaient tous deux dans l'arcade ou fente fibro-musculaire formée par la convergence des chefs long et supéro-médial sur le versant médial de la lame tendineuse verticale. Ils passaient en avant du chef supéro-médial puis finissaient progressivement sur sa face médiale. La terminaison de la division médiale de la branche supéro-médiale se situait à une longueur de 14,5 cm depuis son

émergence (min : 6cm, max :21cm), et son point de terminaison se situait à 7,3cm de l'épicondyle en moyenne.

La branche de division verticale avait un trajet plus direct et latéral par rapport à l'autre branche, médialement par rapport au nerf radial. Elle pénétrait le chef supéro-médial à sa portion haute, supérieure et postérieure. Cette branche mesurait depuis l'émergence au nerf, 7,5cm de moyenne. Elle était bifide dans 40% des cas (Photographie 9).



Photographie 9. Vue postérieure d'un bras gauche, avec nerf radial exposé.

La branche supéro-médiale (BrSM) à destinée de la portion supérieure du chef médial est tenue par la pince. On peut visualiser la division de celle-ci, en une branche verticale latérale et une branche longue médiale rejoignant le nerf ulnaire.

## Branche du chef latéral

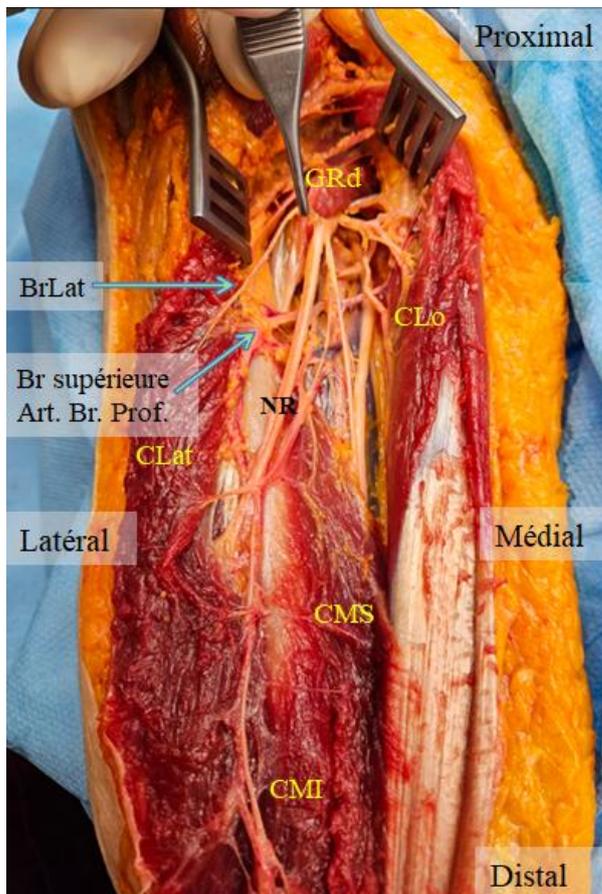
La branche du chef latéral naissait au même niveau que la précédente à 1,25 cm en moyenne du bord inférieur du grand rond (min : -0,5, max : 4cm) . Son émergence se faisait au versant latéral du nerf radial. Elle a un diamètre de 1,15 mm (min : 0,5mm, max : 2mm).

Le rapport moyen d'émergence sur la longueur acromio-ligne bi-épicondylienne était de 0.30, point d'émergence (cm) = 0.30 x longueur(cm). Identique à la branche supéro-médiale.

Elle avait un trajet latéral et oblique en distal. Cependant en tenant compte du fait que l'on avait récliné le chef latéral à des fins d'exposition au cours de la dissection, son trajet serait plus descendant et postérieur que latéral.

Elle avait une longueur de 4,02 cm (min : 2cm, max : 8cm). Elle était bifide dans 50% des cas et se divisait alors à 1,41 cm. La seconde branche de cette division était très légèrement plus longue, avec un trajet plus descendant, avec une longueur depuis l'émergence de 4,44 cm en moyenne (Photographie 10).

Dans 4 cas (13%), il a été retrouvé une seconde branche naissant immédiatement du nerf radial à son versant latéral destiné au chef latéral. Le point d'émergence se situait à 3,5cm (min : 3cm, max : 4,5cm), la branche prenait une direction descendant en distalité et latéralement, avec une longueur moyenne de 2,83cm.



Photographie 10.

Vue postérieure d'un bras gauche, avec nerf radial exposé.

La branche latérale (BrLat) est tenue par la pince sur le versant latéral du nerf radial.

On peut remarquer que son niveau d'émergence est similaire à la branche supéro-médiale.

Son trajet est supérieur à l'artère brachiale profonde supérieure.

## **Branche inféro-médiale du chef médial**

La dernière branche motrice du nerf radial pour le triceps brachial était la branche inféro-médiale à destinée de la partie inférieure et profonde du chef médial et du muscle anconé.

Elle avait la particularité après son émergence de fréquemment donner d'autres branches comme une branche supplémentaire pour le chef latéral, ou bien la branche sensitive postérieure de l'avant-bras.

L'émergence de cette branche se faisait au versant médial et inférieur du tronc du nerf radial à 3,06cm (min :-0,5, max : 6cm) . Le diamètre moyen à son émergence est de 1,90 mm (min : 1mm, max :3mm).

Le rapport moyen d'émergence sur la longueur acromio- ligne bi-épicondylienne était de 0.36, point d'émergence (cm) = 0.36 x longueur(cm).

Elle donnait dans 70% des cas une branche à destinée du chef latéral (branche inférieure latérale), à 3,45 cm de son émergence en moyenne (min : 0cm, max : 8cm). Cette branche surcroisait en arrière le nerf radial, son trajet était latéral, postérieur et légèrement descendant. Son diamètre moyen était de 0,67mm (min : 0,5mm, max : 1mm) pour une longueur de 3,65cm.

Dans 30 % des cas, on trouvait une seconde branche supplémentaire à destiné du chef latéral issue de la branche inféro-médiale. L'émergence de cette branche supplémentaire était plus distale, à 5,11 cm en moyenne. Son trajet était latéral, postérieur, légèrement descendant, en distalité du nerf radial. Sa longueur était de 3,25cm.

Il a été retrouvé un cas unique où une troisième branche supplémentaire pour le chef latéral émergeait de cette branche inféro-médiale, à 10 cm de l'émergence.

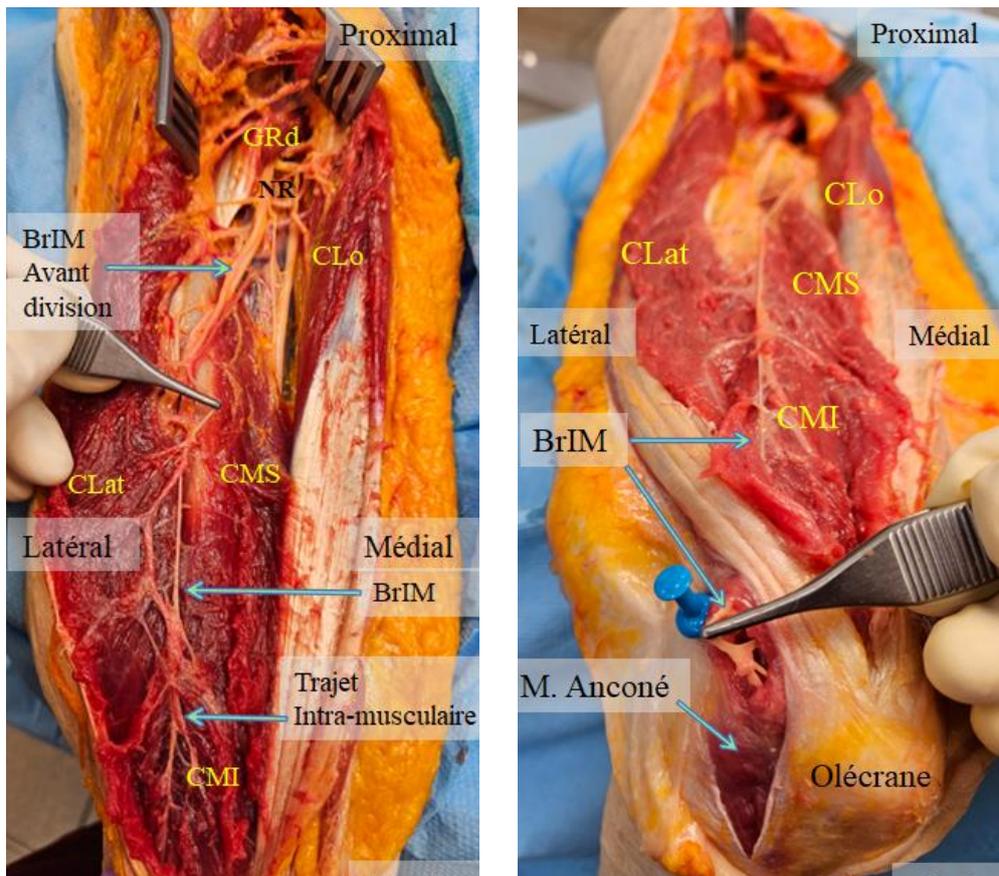
Dans un tiers des cas (10/30), la branche sensitive postérieure de l'avant-bras naissait d'une division terminale de la branche inféro-médiale.

Parmi ces 10 cas où la branche sensitive émergeait de la branche inféro-médiale, 4 cas (14%) présentait une branche supplémentaire pour le chef latéral et 2 cas (6%) avait 2 branches pour le chef latéral.

Le diamètre, après division, de la branche inféro-médiale destinée au chef profond médial et à l'anconé était de 1,09mm. C'était la plus longue des branches, mesurant en moyenne 19,46cm (min : 12cm, max : 24,5cm).

La branche longeait le nerf radial sur son versant inférieur médial dans la gouttière puis une fois au contact avec le chef profond médial, elle cheminait à sa superficie. Le contact avec le chef profond médial inférieur se situait à 11,56 cm en moyenne.

Son trajet était descendant, vertical et légèrement latéral. La branche plongeait au sein du corps musculaire du chef médial profond à 6,79 cm de la ligne bi-épicondylienne (min :4cm, max :11 cm), (Photographie 11).



Photographies 11. Vue postérieure d'un bras gauche, avec nerf radial exposé. La branche inféro-médiale ( BrIM) naît en amont de la gouttière radiale, longe le nerf radial. A la fin de la gouttière, il ne reste que la partie motrice destinée à la portion inférieure du chef médial (CMI) et au muscle anconé. Le trajet est vertical, la branche pénètre le corps musculaire du chef médial. La photographie de droite correspond à un membre d'un autre sujet, elle permet la visualisation de la terminaison de la branche en regard de l'anconé.

## Description des branches sensibles

Le nerf radial donne au bras des branches sensibles non motrices. Leurs émergences se situent dans la loge postérieure du bras en amont ou dans la gouttière radiale.

Dans 11 cas sur 30 (37%), les branches sensibles avaient une émergence commune.

### Branche sensitive inférieure du bras

La première à émerger du nerf était la branche inférieure du bras, qui présentait une disposition antéro-latérale. Elle se situait à 5,98cm du muscle grand rond ( IC à 95% { 1,74-10,22}, min :2cm, max :10cm). Elle naissait au versant latéral supérieur du nerf radial, puis longeait son bord supérieur dans la gouttière.

Elle passait au sommet de l'arcade fibreuse. Juste en amont, au contact de l'humérus, la branche était systématiquement surcroisée par la branche supérieure de l'artère brachiale profonde accompagnée de sa veine. Son trajet était ensuite transversal, dirigé vers la partie antérieure du bras, elle longeait la face profonde de l'aponévrose branchiale antérieure, qu'elle pénétrait à 11,23 cm, son diamètre était de l'ordre de 1mm.

### **Branche sensitive postérieure de l'avant-bras**

La branche sensitive postérieure de l'avant-bras émergeait en moyenne à 7,14cm du bord du muscle grand rond ( IC à 95% { 2,16-12,12}, min :2cm, max :13cm).

Comme nous l'avons vu, dans 10 cas (33%) l'émergence se faisait à partir de la division terminale de la branche motrice inféro-médiale.

Son diamètre moyen était de 1,96mm. Elle naissait autrement au versant médial et inférieur du nerf radial, puis longeait le nerf à sa partie inférieure dans la gouttière.

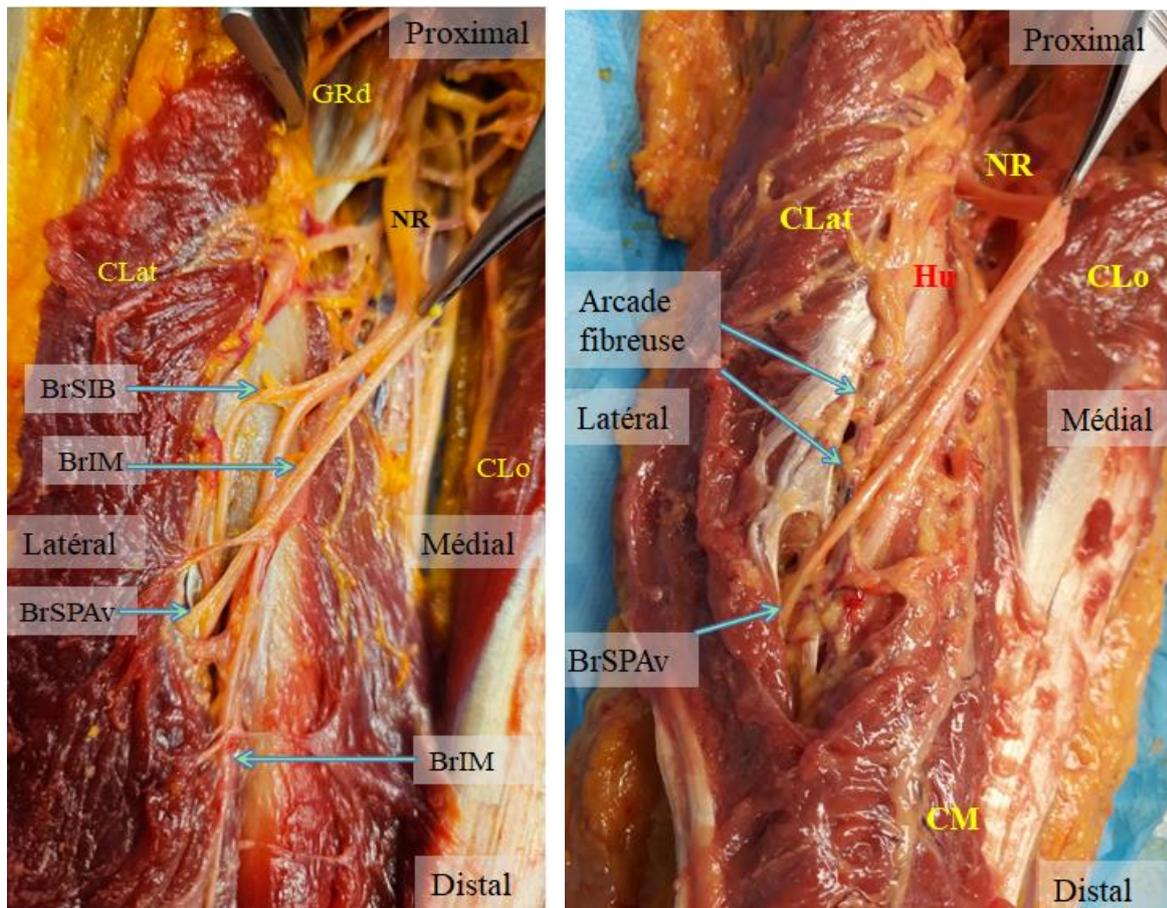
Sur la fin de la gouttière, elle surcroisait en arrière le nerf radial et ne passait pas dans l'arcade fibreuse. Elle pénétrait le corps musculaire du chef latéral en dehors et en bas de l'arcade fibreuse, puis traversait l'aponévrose brachiale pour gagner le tissu sous-cutané de la face latérale du bras. Le point de sortie au travers de l'aponévrose se situait à 9,35cm de l'épicondyle latéral ( IC à 95% { 6 ,96-11,74}, min : 6,5cm, max :11,5cm).

Le rapport moyen d'émergence au travers de l'aponévrose sur la longueur acromio-ligne bi-épicondylienne était de 0,70, point d'émergence (cm) = 0.70 x longueur (cm).

A sa hauteur se trouvait le sommet de l'insertion du muscle brachio-radial, muscle recouvrant le nerf radial dans la loge antérieure.

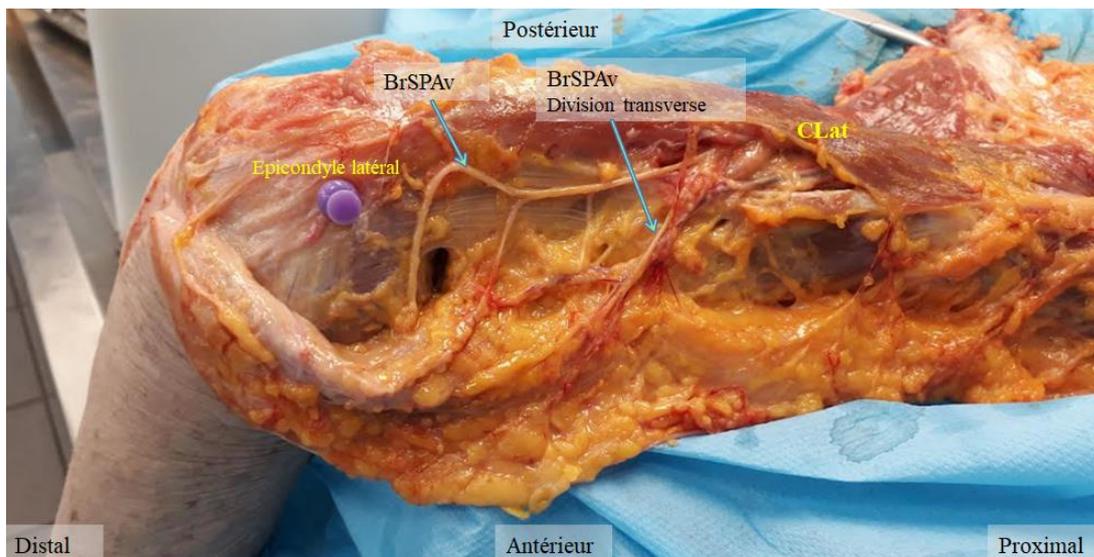
La branche était accompagnée d'une veine et d'une artère, elle donnait dans 47 % des cas une branche transverse antérieure qui gagnait le tissu cutané antéro-latéral de la partie inférieure du bras.

La branche se poursuivait avec un trajet descendant antérieur à la surface du muscle brachio-radial, au coude elle passait en avant de l'épicondyle (Photographie 12).



Photographie 12 à gauche (suite dissection) et 13 à droite ( autre membre supérieur droit). Vue postérieure d'un bras gauche, avec nerf radial exposé.

La branche sensitive inférieure antéro-latérale du bras se situe à la partie haute de la gouttière radiale. La branche postérieure de l'avant-bras (BrSPAv), ici issue de la branche inféro-médiale (BrIM), passe en arrière et en dehors du nerf radial et de l'arcade fibreuse. (Hu : humérus)



Photographie 14. Vue latérale d'un bras droit, tissu sous-cutané récliné antérieurement. La branche sensitive postérieure de l'avant-bras peut être visualisée, elle gagne la face latérale du bras après avoir traversé le Chef latéral du triceps. Elle parcourt l'épaississement de l'aponévrose brachiale à la superficie du muscle brachial. Elle donne une branche transverse antérieure principale puis plusieurs autre rameaux antérieurs.

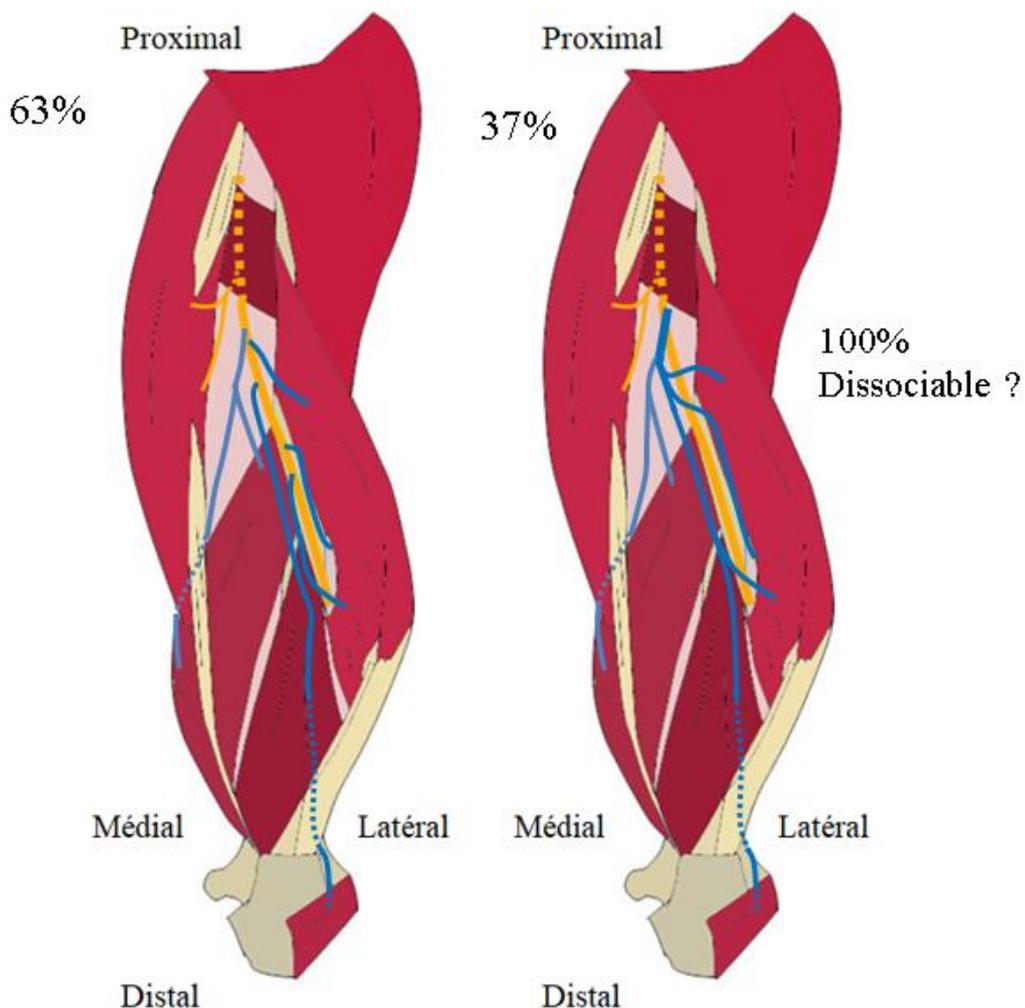
## Description des branches motrices à la loge antérieure du bras

A la loge antérieure, le nerf radial donne dans 37 % des cas une branche pour le muscle brachial sur lequel le nerf repose à la partie haute de la loge antérieure. La branche est située à 8,21cm de l'épicondyle. Son trajet est transverse, court, de 1,50 cm. Le diamètre est compris entre 0,5mm et 1mm.

Il est systématiquement retrouvé une branche pour le muscle brachio-radial, à 5,83cm de l'épicondyle en moyenne.

Les différents schémas d'association des branches motrices pour le triceps brachial sont regroupés dans le schéma 3 et le schéma 4, ce dernier détaille les différentes variantes de la branche inféro-médiale.

### Schéma type de division des branches motrices du Triceps brachial



Divisions distinctes des branches

Tronc commun de division

Schéma 3. Schéma type de division des branches constantes du nerf radial.

Notre étude a retrouvé dans 37 % des cas un aspect de division précoce des branches du nerf radial.

Au cours des dernières dissections, cela a été retrouvé systématiquement, le nerf semble dissociable jusqu'à sa partie proximale sous le tendon du muscle grand rond.

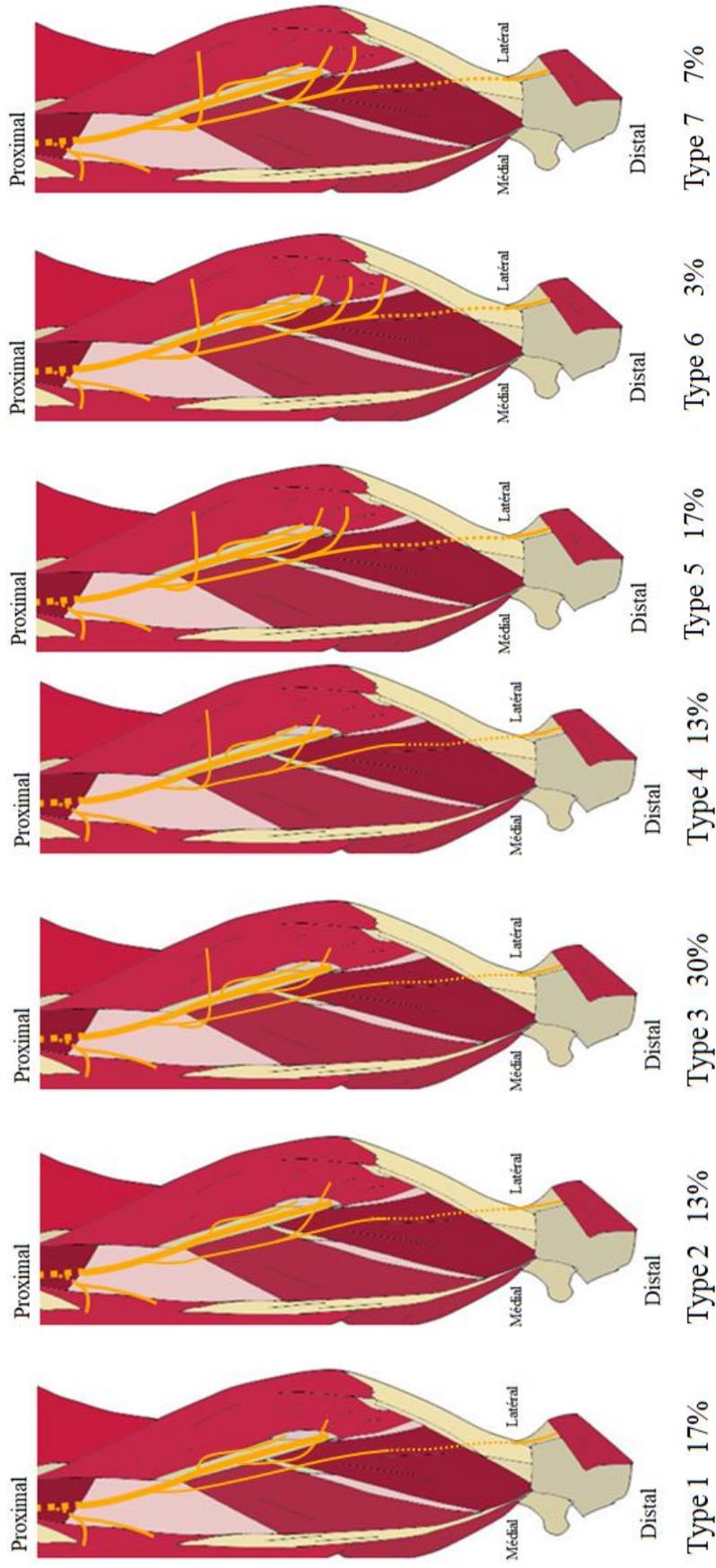


Schéma 4. Différents types de divisions de la branche inféro-médiale du chef médial.

Type 1 : absence de division, Type 2 : division donnant la branche sensitive postérieure de l'avant-bras, Type 3 : division pour une branche supplémentaire motrice du chef latéral, Type 4 : division pour une branche supplémentaire motrice du chef latéral et donne la branche sensitive postérieure de l'avant-bras, Type 5 : donne 2 branches supplémentaires motrices pour le chef latéral, Type 6 : donne 3 branches supplémentaires motrices pour le chef latéral, Type 7 : donne 2 branches supplémentaires motrices pour le chef latéral et la branche sensitive postérieure de l'avant-bras

## Discussion

La disposition anatomique des branches à destinée du triceps brachial a été étudiée à maintes reprises avec des résultats inconstants. Certaines études comme celle de l'équipe de LEECHAVENGVONGS (2013) retrouvait des schémas d'innervations variables, complexes, et surtout non prédictibles.(5)

D'autres, comme BERTELLI et GHIZONI(2004), BERTELLI ( 2007 et 2021), retrouvent une constance de 4 branches, dont une branche pour le chef long, une branche pour le chef latéral et deux branches pour le chef médial. Notre étude tend à confirmer cette disposition et sa constance.(1)(6)

Cette disposition avait déjà été décrite en 1946 par Sunderland.

Comme la plupart des études, la première branche que nous avons retrouvée est la branche à destinée du chef long du triceps brachial. Elle provenait toujours du nerf radial. Nous n'avons pas retrouvé de branche issue du nerf axillaire ou du faisceau postérieur (7)(6)(8). Le triceps dans notre étude est en effet exclusivement innervé par le nerf radial.

Le chef long du triceps brachial présente une lame fibreuse tendineuse proximale latérale en regard de l'espace quadrangulaire, argument en défaveur d'une innervation haute du triceps brachial. L'épaisseur et la longueur de cette lame proximale font obstacle entre les fibres musculaires et les structures voisines.

De même la branche supéro-médiale, en dehors d'un cas où la branche de division se situait 4cm en amont du bord inférieur du muscle grand rond à la racine du nerf radial, celle-ci naît habituellement en distal de la branche du chef long. Il avait été montré une origine parfois haute ou de division commune avec la branche du chef long que nous n'avons pas retrouvée (8) (7) (9)

Nous avons retrouvé 37 % de division en un tronc commun de l'ensemble des branches à destinée du triceps juste sous le niveau du tendon grand rond, laissant le nerf radial « spectateur » sur le reste du trajet postérieur au bras. Au fur et à mesure des dissections, nous nous sommes aperçus du caractère divisible de façon aisée des branches du nerf radial.

Cette facilité de dissection pourrait expliquer en grande partie les variations trouvées dans les études concernant l'émergence des branches et les schémas de dispositions de l'émergence des différentes branches. Les points de contact des branches d'innervation semblant constants, la différence résulterait probablement des modalités de dissection.

L'étude de BERTELLI de 2022 par voie antérieure axillaire et postérieure trouve systématique une division des branches en un tronc commun. Nos résultats ne parviennent pas à cette conclusion, l'aspect n'ayant pas été documenté sur nos premières dissections.

Cette division est décrite dans leur étude comme antéro-médiale, et nous aurions plutôt décrit une sortie postéro-médiale de cet ensemble de branches tricipitales, à destinée du triceps postérieur.

La division des branches nerveuses des nerfs périphériques suit probablement une somatotopie fasciculaire, comme cela a pu être mise en évidence avec des études par IRM ,(10), avec un faisceau commun proximal. Si la dissection pousse la dissection des fibres nerveuse en proximal, l'aspect sera probablement en faveur d'une émergence d'un faisceau commun d'origine des branches à la racine du nerf voir du tronc postérieur.

Les études retrouvant des branches à destinée du triceps issue du faisceau postérieur ou du nerf axillaire ont pour point commun d'avoir été réalisées le plus souvent par un abord axillaire et donc une dissection haute. D'autres études ont étudié des membres embaumés, ne permettant peut-être pas de distinguer les structures vasculaires des structures nerveuses.(11)

Le nerf axillaire, principale cible de neurotisation par les branches du triceps brachial, est issu du plexus brachial haut des racines C5-C6. Les transferts initialement décrits concernaient la branche du chef long, et certaines équipes depuis 2007, utilisent maintenant la branche du chef médial inférieur.(12)

Le nerf radial étant issu des racines C5 à C8 et plus ou moins T1, une étude de la contribution relative des racines par branche pourrait être intéressante afin de sélectionner le meilleur donneur non plus par quantité axonale mais par quantité fonctionnelle d'axone. Les études montraient une quantité similaire d'axones entre les branches du chef long et du chef médial ou une supériorité de celle du chef long.(13),(8),(5). La connaissance de la zone de coupe et du compte axonal pour la branche inférieure médiale pourrait avoir un intérêt au vu des fréquentes branches des divisions de celles-ci, seulement 17 % des cas ne donnaient pas de branches.

L'étude de Krauss et al (2022), a étudié les résultats du transfert de la branche du chef médial du nerf radial à la branche de division antérieure du nerf axillaire. Le résultat global est plutôt bon avec 64% des patients qui ont retrouvé une abduction avec une force supérieure ou égale à 3 au BMRC. Cependant les résultats sont bien meilleurs en cas de déficit isolé du nerf axillaire (BMRC=4,25) comparativement au déficit associé de lésion du plexus brachial (BMRC 3).(14)

Une étude avait été réalisée par l'équipe de Li et al (2011) portant sur la dominance de participation des divisions postérieurs des trois troncs du plexus brachial concernant l'innervation du chef long par sa branche. Les résultats montraient une réponse plus importante à la stimulation de la division postérieure du tronc inférieur, suivi de la stimulation de celle du tronc moyen, significativement plus importantes que celle du tronc supérieur.(15)

D'un point de vue technique, la branche du chef long est proximale, de gros diamètre, son émergence se fait à proximité du nerf axillaire et ne nécessite pas d'abord extensif.

La prise de la branche inféro-médiale du muscle anconé semble plus délicate, de par la variabilité des branches issues de celle-ci, branches motrices du chef latéral et sensibles.

L'étroitesse de la branche en distalité et la nécessité d'une dissection intra-musculaire rend le prélèvement plus difficile.

Nous avons retrouvé cette branche cependant de façon constante toute comme l'étude d'Ozer et Al, de Miniglio et Al et Bertelli et AL, (16),(17) . Le trajet décrit est similaire, descendant verticalement, puis prenant une direction latérale dans son trajet intra-musculaire jusqu'à l'anconé.

Cette branche ne semble pas la candidate idéale d'un point de vue technique.

La métaanalyse de Makel et Al(2022) conclut que le transfert des branches du nerf du triceps brachial pour un déficit du nerf axillaire apporte une amélioration des mobilités supérieure à celle des autres transferts.(18)

Outre les transferts en tant que donneur, les branches du triceps peuvent également être receveuses pour restaurer la fonction d'extension active du coude, ainsi que l'action antagoniste stabilisatrice lors de la flexion. La flexion du coude est le premier objectif de restauration de fonction dans les lésions du plexus brachial. L'action antagoniste du triceps serait essentielle, notamment pour la tenue en contraction isométrique, décrit par DOI et al (1997), et Goubier et Al en 2007. L'utilité en est rappelée dans l'étude de Flores et al(2012)(19)

Notre étude met en avant une particularité du muscle triceps brachial, qui de par l'orientation de ses fibres musculaires donne une impression de quadriceps. Le chef médial étant en fait un double chef avec une innervation propre. L'aspect de quadriceps a déjà été relevé dans le passé par Fabrizio en 1997.

L'argument de l'innervation double du chef médial pour la prise de la branche inféro-médiale devrait être reconsidérée après réalisation d'une nouvelle étude de biomécanique fonctionnelle, et une confirmation électrophysiologique de cette distinction fonctionnelle.

Nous avons également décrit le tendon tricipital selon un modèle de double lame tendineuse que nous n'avons pas retrouvé dans la littérature. Certaines études tentent d'effectuer un repère du nerf radial selon le repère tendineux.(20)

Des études, notamment en IRM, et des études cadavériques tendent à distinguer une insertion double du tendon tricipital, en une insertion superficielle et profonde.(21),(22),(23) . Une étude retrouve un espace libre pré-tricipital au versant médial(24) . Il semble plus évident de repérer le nerf radial latéralement en remontant la branche sensitive postérieure de l'avant-bras, celle sortant juste en arrière de l'insertion proximale du muscle brachio-radial.

Pour ce qui est de nos résultats, nous retrouvons également la présence d'une seconde branche pour le chef latéral, dans 70 %, et dans 13 % nous avons une branche isolée provenant directement du nerf radial. Cette branche est retrouvée dans la littérature sous le nom de branche inférieure du chef latéral.

17 % des chefs latéraux ne possèdent qu'une branche, l'étude de Somsak retrouvait 7,5 % avec une seule branche d'innervation pour le chef latéral.

Le caractère divisible des branches à la région proximale serait en faveur de la faisabilité d'un transfert antérieur du nerf radial dans sa totalité sans souffrance de celui-ci lors d'une transposition. Cependant qu'en est-il de la vascularisation, peut-on amener l'artère brachiale profonde avec le nerf ? La traction sur les branches motrices du triceps peut-elle être excessive ?

Une étude avec réalisation de mesures de tension et élongations dynamiques pourraient avoir un intérêt.

## **Conclusion**

Notre étude apporte confirmation de certaines connaissances, notamment la constance de 4 branches motrices. Leurs dispositions sont répétables, les variations concernent essentiellement la branche motrice inféro-médiale. Le caractère divisible du nerf radial et de ses branches et des branches entre elles est mis en avant. Notre étude remet en question le choix du nerf donneur pour les neurotisations du nerf axillaire, d'un point de vue technique la branche du chef long serait à privilégier.

Une étude électroneuromyographique pourrait venir compléter l'affirmation de la présence de 4 chefs musculaires du triceps brachial, d'évaluer le recrutement musculaire des chefs à la mobilisation, afin de déterminer la composante fonctionnelle intra-neurale du nerf radial et la participation des racines aux différentes branches motrices.

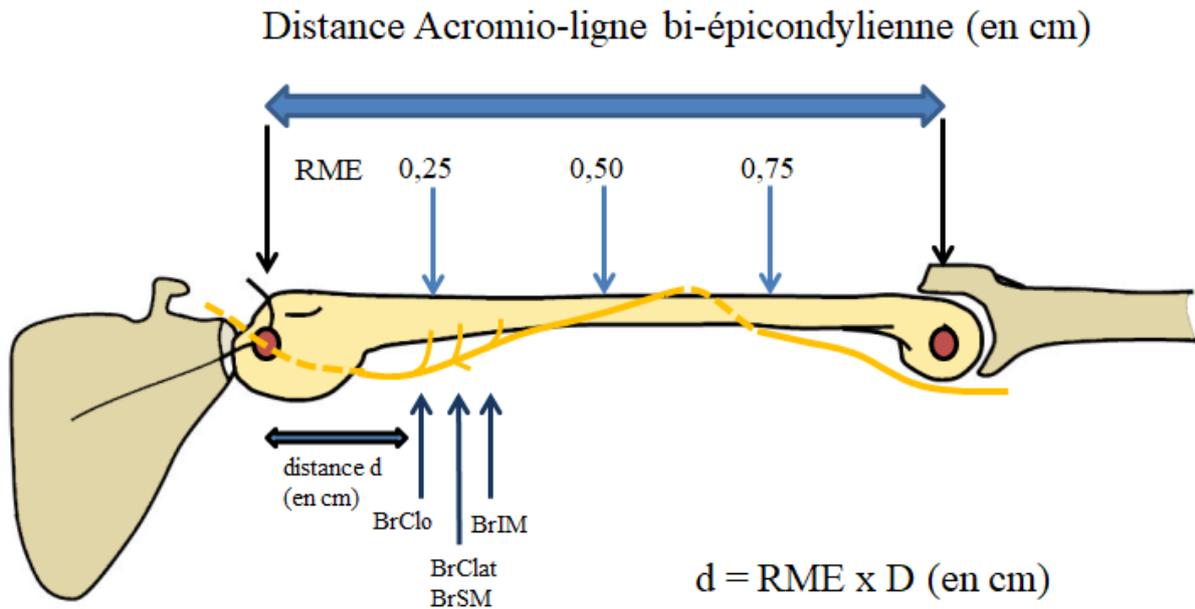
## Références Bibliographiques

1. Sunderland S. Metrical and non-metrical features of the muscular branches of the radial nerve. *J Comp Neurol.* août 1946;85(1):93-111.
2. Chen WA, Luo TD, Wigton MD, Li Z. Anatomical Factors Contributing to Radial Nerve Excursion at the Brachium: A Cadaveric Study. *J Hand Surg Am.* mars 2018;43(3):288.e1-288.e7.
3. Lulan J. High radial nerve palsy. *Hand Surgery and Rehabilitation.* 1 févr 2019;38(1):2-13.
4. Durandea A. Chirurgie de réparation du plexus brachial de l'adulte.
5. Uerpaiojkit C, Ketwongwiriya S, Leechavengvongs S, Malungpaishrope K, Witoonchart K, Mekrungharas N, et al. Surgical anatomy of the radial nerve branches to triceps muscle. *Clin Anat.* avr 2013;26(3):386-91.
6. Wade MD, McDowell AR, Ziermann JM. Innervation of the Long Head of the Triceps Brachii in Humans—A Fresh Look. *The Anatomical Record.* mars 2018;301(3):473-83.
7. de Sèze MP, Rezzouk J, de Sèze M, Uzel M, Lavignolle B, Midy D, et al. Does the motor branch of the long head of the triceps brachii arise from the radial nerve? An anatomic and electromyographic study. *Surg Radiol Anat.* déc 2004;26(6):459-61.
8. Bertelli JA, Goklani MS, Patel N, Duarte ECW. Triceps and cutaneous radial nerve branches investigated via an axillary anterior arm approach: new findings in a fresh-cadaver anatomical study. *Journal of Neurosurgery.* 1 mai 2022;136(5):1424-33.
9. Erhardt AJ, Futterman B. Variations in the Innervation of the Long Head of the Triceps Brachii: A Cadaveric Investigation. *Clinical Orthopaedics & Related Research.* janv 2017;475(1):247-50.
10. Bäumer P, Weiler M, Bendszus M, Pham M. Somatotopic fascicular organization of the human sciatic nerve demonstrated by MR neurography. *Neurology.* 28 avr 2015;84(17):1782-7.
11. Chaware PN, Santoshi JA, Patel M, Ahmad M, Rathinam BAD. Surgical Implications of Innervation Pattern of the Triceps Muscle: A Cadaveric Study. *J Hand Microsurg.* déc 2018;10(3):139-42.
12. Bertelli JA, Ghizoni MF. Nerve Transfer From Triceps Medial Head and Anconeus to Deltoid for Axillary Nerve Palsy. *The Journal of Hand Surgery.* mai 2014;39(5):940-7.
13. Khair MM, Schreiber JJ, Rosenblatt L, Byun DJ, Lee SK, Wolfe SW. Axon Counts Yield Multiple Options for Triceps Fascicular Nerve to Axillary Nerve Transfer. *J Hand Surg Am.* nov 2016;41(11):e405-10.

14. Krauss EM, Noland SS, Hill EJ, Jain NS, Kahn LC, Mackinnon SE. Outcome Analysis of Medial Triceps Motor Nerve Transfer to Axillary Nerve in Isolated and Brachial Plexus–Associated Axillary Nerve Palsy. *Plastic and Reconstructive Surgery*. juin 2022;149(6):1380.
15. Li WJ, Wang SF, Li PC, Li YC, Jin YD, Yang Y, et al. Electrophysiological study of the dominant motor innervation to the extensor digitorum communis muscle and long head of triceps brachii at posterior divisions of brachial plexus. *Microsurgery*. oct 2011;31(7):535-8.
16. Maniglio M, Zaidenberg EE, Martinez EF, Zaidenberg CR. The anatomy of the anconeus nerve redefined. *J Hand Surg Eur Vol*. avr 2022;47(4):410-4.
17. Bertelli JA, Santos MA, Kechele PR, Ghizoni MF, Duarte H. TRICEPS MOTOR NERVE BRANCHES AS A DONOR OR RECEIVER IN NERVE TRANSFERS. *Operative Neurosurgery*. nov 2007;61(5):333-9.
18. Makeš M, Sukop A, Kachlík D, Waldauf P, Whitley A, Kaiser R. Possible donor nerves for axillary nerve reconstruction in dual neurotization for restoring shoulder abduction in brachial plexus injuries: a systematic review and meta-analysis. *Neurosurg Rev*. avr 2022;45(2):1303-12.
19. Flores LP. Results of surgical techniques for re-innervation of the triceps as additional procedures for patients with upper root injuries. *J Hand Surg Eur Vol*. mars 2013;38(3):248-56.
20. Chaudhry T, Noor S, Maher B, Bridger J. The surgical anatomy of the radial nerve and the triceps aponeurosis. *Clin Anat*. 2009;n/a-n/a.
21. Celli A. Triceps tendon rupture: the knowledge acquired from the anatomy to the surgical repair. *Musculoskelet Surg*. sept 2015;99(S1):57-66.
22. Keener JD, Chafik D, Kim HM, Galatz LM, Yamaguchi K. Insertional anatomy of the triceps brachii tendon. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. avr 2010;19(3):399-405.
23. Barco R, Sánchez P, Morrey ME, Morrey BF, Sánchez-Sotelo J. The distal triceps tendon insertional anatomy—implications for surgery. *JSES Open Access*. 25 juill 2017;1(2):98-103.
24. Akamatsu FE, Negrão JR, Rodrigues MB, Itezerote AM, Saleh SO, Hojaj F, et al. Is there something new regarding triceps brachii muscle insertion? 1. *Acta Cir Bras*. 35(10):e202001007.

# ANNEXES

Annexe 1 . Schéma de l'expression de la distance d (point d'émergence) exprimé selon son rapport moyen d'émergence en fonction de la distance D (Distance acromio-ligne bi-épicondylienne)



Le point d'émergence moyen (en cm) à partir de l'angle acromial postérieur d'une branche peut être estimé selon la longueur totale acromio-ligne bi-épicondylienne du sujet (en cm) selon son rapport d'émergence moyen (sans unité). Le rapport moyen d'émergence a été calculé comme la somme des distances d pour une branche donnée rapportée à la somme des distances D acromio-ligne bi-épicondylienne.

## Annexe 2. Tests statistiques

**t de comparaison deux moyennes** (pour petits échantillons < 15 mesures) :

$$\text{Hypothèses : } \begin{cases} H_0: \mu_G = \mu_D \\ H_1: \mu_G \neq \mu_D \end{cases}$$

Avec

$\mu_G$  : « moyenne de la caractéristique pour les membres gauches »

$\mu_D$  : « moyenne de la caractéristique pour les membres droits »

**Condition d'application :**

- Echantillons provenant de distributions normales
- Variances inconnues mais supposées égales (vrai car on compare les membres gauches aux droits)

**Variable de décision du test :**

$$D = \frac{(\bar{X}_G - \bar{X}_D)}{\sqrt{n_G S_G^2 + n_D S_D^2} \sqrt{\frac{1}{n_G} + \frac{1}{n_D}}} \sqrt{n_G + n_D}$$

$n_G = n_D = 15$  sont les tailles des échantillons

$\bar{X}_G$  : « moyenne empirique de la caractéristique pour les membres gauches »

$\bar{X}_D$  : « moyenne empirique de la caractéristique pour les membres droits »

$$\bar{X}_G = \frac{X_{g,1} + X_{g,2} + \dots + X_{g,15}}{n_G} \text{ et } \bar{X}_D = \frac{X_{d,1} + X_{d,2} + \dots + X_{d,15}}{n_D}$$

$X_{g,i}$  sont les différentes mesures réalisées pour les membres gauches,  $X_{d,i}$  pour les droits.

$S_G^2$  et  $S_D^2$  sont les variances empiriques :

$$S_G^2 = \frac{(X_{g,1} - \bar{X}_G)^2 + (X_{g,2} - \bar{X}_G)^2 + \dots + (X_{g,15} - \bar{X}_G)^2}{n_G - 1}$$

Et

$$S_D^2 = \frac{(X_{d,1} - \bar{X}_D)^2 + (X_{d,2} - \bar{X}_D)^2 + \dots + (X_{d,15} - \bar{X}_D)^2}{n_D - 1}$$

**Critère d'acceptation/rejet :**

$P(H_0 \text{ choisie} | H_0 \text{ vraie}) = 1 - \alpha$  (la probabilité de choisir l'hypothèse  $H_0$  sachant qu'elle est vraie)

$P(H_1 \text{ choisie} | H_0 \text{ vraie}) = \alpha$  (la probabilité de choisir  $H_1$  sachant que  $H_0$  est vraie)

$\alpha$  est le risque de type I est fixé à 5%.

**$H_0$  Acceptée :**

$P(H_0 \text{ choisie} | H_0 \text{ vraie}) = P(C1 < D < C2 | H_0 \text{ vraie})$

Autrement dit :  $C1 < D < C2 \Leftrightarrow S_{n_G+n_D-2}^{-1}(\frac{\alpha}{2}) < D < S_{n_G+n_D-2}^{-1}(1 - \frac{\alpha}{2})$

$$\Leftrightarrow -2.0484 < D < 2.0484$$

Avec  $S_{n_G+n_D-2}^{-1}$  la loi inverse de Student à  $(n_G + n_D - 2)$  degrés de liberté, loi suivie par la variable  $D$  quand  $H_0$  vraie)

→ Les moyennes ne sont pas significativement différentes

**$H_0$  Rejetée :**

Si  $D < -2.0484$  ou  $D > 2.0484$

→ Les moyennes sont significativement différentes

Variable de décision du test :

$$D = \frac{(\bar{X}_G - \bar{X}_D)}{\sqrt{n_G S_G^2 + n_D S_D^2} \sqrt{\frac{1}{n_G} + \frac{1}{n_D}}} \sqrt{n_G + n_D}$$

$n_G = n_D = 15$  sont les tailles des échantillons

$\bar{X}_G$  : « moyenne empirique de la caractéristique pour les membres gauches »

$\bar{X}_D$  : « moyenne empirique de la caractéristique pour les membres droites »

$$\bar{X}_G = \frac{X_{g,1} + X_{g,2} + \dots + X_{g,15}}{n_G} \text{ et } \bar{X}_D = \frac{X_{d,1} + X_{d,2} + \dots + X_{d,15}}{n_D}$$

$X_{g,i}$  sont les différentes mesures réalisées pour les membres gauches,  $X_{d,i}$  pour les droites.

$S_G^2$  et  $S_D^2$  sont les variances empiriques :

$$S_G^2 = \frac{(X_{g,1} - \bar{X}_G)^2 + (X_{g,2} - \bar{X}_G)^2 + \dots + (X_{g,15} - \bar{X}_G)^2}{n_G - 1}$$

Et

$$S_D^2 = \frac{(X_{d,1} - \bar{X}_D)^2 + (X_{d,2} - \bar{X}_D)^2 + \dots + (X_{d,15} - \bar{X}_D)^2}{n_D - 1}$$

**Critère d'acceptation/rejet :**

$P(H_0 \text{ choisie} | H_0 \text{ vraie}) = 1 - \alpha$  (la probabilité de choisir l'hypothèse  $H_0$  sachant qu'elle est vraie)

$P(H_1 \text{ choisie} | H_0 \text{ vraie}) = \alpha$  (la probabilité de choisir  $H_1$  sachant que  $H_0$  est vraie)

$\alpha$  est le risque de type I est fixé à 5%.

**H0 Acceptée :**

$P(H_0 \text{ choisie} | H_0 \text{ vraie}) = P(C1 < D < C2 | H_0 \text{ vraie})$

Autrement dit :  $C1 < D < C2 \Leftrightarrow S_{n_G+n_D-2}^{-1}(\frac{\alpha}{2}) < D < S_{n_G+n_D-2}^{-1}(1 - \frac{\alpha}{2})$

$$\Leftrightarrow -2.0484 < D < 2.0484$$

Avec  $S_{n_G+n_D-2}^{-1}$  la loi inverse de Student à  $(n_G + n_D - 2)$  degrés de liberté, loi suivie par la variable  $D$  quand  $H_0$  vraie)

→ Les moyennes ne sont pas significativement différentes

**H0 Rejetée :**

Si  $D < -2.0484$  ou  $D > 2.0484$

→ Les moyennes sont significativement différentes

**Test de normalité**, test de Shapiro-Wilk (1965) modifié par Royston (1982) :

Hypothèses :  $\begin{cases} H_0: \text{La loi parente de la caractéristique observée est une loi normale} \\ H_1: \text{La loi parente de la caractéristique observée n'est pas une loi normale} \end{cases}$

**Condition d'application :**

- Echantillon suffisamment grand, taille d'échantillon  $n > 3$

**Statistique du test :**

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = \frac{(a_1 y_1 + a_2 y_2 + \dots + a_n y_n)^2}{(y_1 - \bar{y})^2 + (y_2 - \bar{y})^2 + \dots + (y_n - \bar{y})^2}$$

$(y_1, y_2, \dots, y_n)$  sont les mesures réalisées de la caractéristique observée, triées dans l'ordre croissant  $y_1 \leq y_2 \leq \dots \leq y_n$ .

$\bar{y}$  moyenne empirique de la caractéristique :

$$\bar{y} = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_n}{n_y}$$

$n_y$  la taille de l'échantillon

les  $a_i$  sont des coefficients calculés, leurs expressions sont données dans :

Royston, J. P. (1982a) Algorithm AS 181: The W test for normality. Appl. Statist., 31, 176-180.

Royston, J. P. (1982b) An extension of Shapiro and Wilk's W test for normality to large samples. Appl. Statist., 31, 115-124.

**Critère d'acceptation/rejet :**

La statistique W est calculée est comprise entre 0 et 1.

**H0 Acceptée :**

**p-value > 0.05**

**H0 Rejetée :**

**p-value < 0.05**

**Vu, le Directeur de Thèse**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'G. BACLE', with a long horizontal flourish underneath.

**CHRU de TOURS**  
37044 TOURS Cedex 9  
Chirurgie Orthopédique et Traumatologique A  
Pr G. BACLE  
n° RPPS 10100207102

**Vu, le Doyen  
De la Faculté de Médecine de Tours  
Tours, le**

## MOMBELLET Marc

*Nombre de pages* 49 – *Photographies* 14 – *Schémas* 4 – *Annexes* 2

**Résumé :** Le nerf radial, est l'un des deux volumineux nerfs faisant suite au faisceau postérieur du plexus brachial, issu des racines de C5 à C8 avec parfois la racine T1. Il s'agit d'un nerf moteur et sensitif. L'anatomie du nerf radial et de ses branches motrices pour le triceps brachial ont fait l'objet de nombreuses études dont les résultats ne sont pas unanimes concernant le nombre, la disposition et l'émergence des branches du nerf radial. L'objectif de notre étude sera de clarifier ces différences et de rapporter les éléments constants.

**Matériels et méthodes :** Nous avons effectué une étude de dissections post-mortem au laboratoire d'anatomie de la faculté de Médecine de TOURS. Un total de 30 membres supérieurs a été étudié, chez 15 sujets.

**Résultats :** De façon constante, il existe 4 branches motrices issues du nerf radial à destinée du triceps brachial. La branche la plus proximale, de disposition constante, était la branche du chef long. Seule la branche inféro-médiale pour le chef médial inférieur présente de véritables variations, donnant zéro, une à plusieurs branches supplémentaires pour le chef latéral ou les branches sensibles, ou l'association des deux. Le nerf radial a parfois un aspect de division haute des branches motrices. Le triceps brachial semble avoir 4 plans musculaires d'orientations distinctes concordant avec les territoires des 4 branches constamment retrouvées.

**Conclusion:** Notre étude est concordante avec celles retrouvant des éléments constants, un minimum de 4 branches motrices était systématiquement retrouvé. Le nerf radial étant aisément divisible de ses branches, et ses branches les unes des autres, les variations peuvent relever du niveau d'abord initial du nerf et de la dissection «intra-neurale» effectuée, conduisant à des schémas variables avec des points d'innervation constants. L'aspect de quadriceps du triceps nécessite la réalisation d'études ultérieures.

**Mots clés :** *anatomie, nerf radial, branches motrices, triceps brachial, neurotisation, fracture, transposition, repères*

### Jury :

Président du Jury : **Professeur Julien BERHOUET**  
Directeur de thèse : **Professeur Guillaume BACLE**  
Membres du Jury : **Professeur Christophe DESTRIEUX**  
**Docteur Emilie MARTEAU**  
**Docteur Louis-Romé LE NAIL**

Date de soutenance : mardi 10 octobre 2023