

Dénervation partielle des articulations des membres supérieurs : étude de la littérature et propositions de nouveaux concepts

Upper Limb Partial Joint Denervation: Literature Study and New Concepts Propositions

P Houvet [1], LM Bourcheix [2]

1. *Institut Français de Chirurgie de la Main et du Membre Supérieur. Paris.*
2. *École de Chirurgie du Fer à Moulin. Paris.*

Résumé

Introduction : La première approche du traitement des douleurs articulaires est médicale. Lorsque toutes ces méthodes sont dépassées, les interventions chirurgicales commencent de la plus simple à la plus complexe.

La dénévation partielle des articulations est le concept de préservation de la fonction articulaire et du soulagement de la douleur en déconnectant les voies neuronales de l'articulation pathologique.

Matériel et méthodes : Les voies nerveuses comprennent les terminaisons finales des ligaments, du périoste, de la capsule et du cartilage de l'articulation pathologique.

Pour chaque articulation (20 poignets, 40 coudes, 20 épaules), notre étude cadavérique a requis :

-une dissection anatomique précise pour identifier l'innervation de l'articulation après injection de silicone coloré ;

-la description d'une approche chirurgicale (classique ou endoscopique) permettant la déconnexion spécifique des branches nerveuses à destinée articulaire.

Résultats : Les branches nerveuses provenant des nerfs mixtes et destinées à être capsulaires ont soit une origine directe du tronc nerveux, soit des branches motrices des muscles entourant les articulations du poignet, du coude ou de l'épaule.

Plusieurs voies d'abord sont nécessaires pour identifier et sectionner les rameaux articulaires.

Discussion : La revue de littérature n'a rapporté que quelques dessins anatomiques schématiques au niveau des articulations du coude et de l'épaule et des indications dans les traités.

La loi de Hilton (1863) n'a pas encore été totalement comprise : « les mêmes troncs de nerfs dont les branches fournissent les groupes de muscles en mouvement d'articulation fournissent également une répartition des nerfs à la peau par-dessus les insertions des mêmes muscles et de l'intérieur de l'articulation reçoit ses nerfs de la même source ».

Conclusions : La dénévation articulaire partielle offre une proposition thérapeutique complémentaire dans l'algorithme décisionnel global des traitements chirurgicaux. Elle ne compromet pas la réalisation d'un acte sur le squelette osseux et/ou articulaire ultérieurement.

Mots clés

- ◆ Branches nerveuses articulaires
- ◆ Innervation capsulaire
- ◆ Arthropathies
- ◆ Os
- ◆ Nerf
- ◆ Dénévation
- ◆ Syndrome douloureux régional complexe

Abstract

Introduction: First approach to the treatment of joint pain is medical. When all these methods are outdated, surgical interventions begin, proceeding from arthroscopy with a simple wash to total joint arthroplasty.

Partial joint denervation is the concept of preservation of joint function and pain relief by disconnecting the neural pathways from the pathologic joint to the brain.

Material and methods: Nerve pathways include final terminations for the ligaments, periosteum, capsule and cartilage of the diseased joint.

For each joint (20 wrist, 40 elbow, 20 shoulder), study required:

-anatomical dissection to identify innervation of the joint after silicone injection;

-description of a surgical approach (classical or endoscopic) to allow nerve branches disconnection.

Results: Nerve branches coming from peripheral nerves and intended to be capsular have either a direct origin from the nerve trunk, or from the motor branches of the muscles surrounding the wrist, elbow or shoulder joints.

Several approaches are necessary to identify and section the articular branches.

Discussion: Literature review reported only few schematic drawings at elbow and shoulder joints.

Hilton's law (1863) has not yet been totally appreciated : «the same trunks of nerves whose branches supply the groups of muscles moving a joint furnish also a distribution of nerves to the skin over the insertions of the same muscles and the interior of the joint receives its nerves from the same source».

Results obtained for partial wrist denervation can probably be transposed successfully to the elbow and shoulder.

Conclusions: Partial joint denervation offers a complementary therapeutic proposal in the overall decision algorithm for surgical treatments. It does not compromise the performance of another surgical procedure on the bone and / or joint skeleton later.

Keywords

- ◆ Articular branch
- ◆ Joint innervation
- ◆ Arthropathy
- ◆ Bone

- ◆ Nerve
- ◆ Denervation
- ◆ Complex regional pain syndrome

Correspondance

Patrick Houvet

Institut Français de Chirurgie de la Main - 5, rue du Dôme 75116 Paris.

E-mail : Phouvet@ifcm.org - Tel : 01 53 65 53 53

La dénervation articulaire partielle (DAP) est le concept de préservation de la fonction articulaire et du soulagement de la douleur en interrompant les voies neuronales qui transmettent le message de douleur de l'articulation pathologique au cerveau.

Nikolaus Rüdinger, anatomiste allemand, décrit en 1857 l'innervation des articulations dans sa thèse et introduit les bases du concept de dénervation totale des articulations (1).

L'un des axiomes les plus utiles et les plus célèbres de l'anatomie clinique est la loi de Hilton (1863) : « Les troncs nerveux dont les branches alimentent les groupes de muscles animant une articulation fournissent également l'innervation de la peau située au-dessus de ces mêmes muscles. L'appareil capsulo-ligamentaire de l'articulation reçoit une innervation identique » (2).

Bien que ces branches nerveuses soient les véhicules de la douleur, il n'existe pas de véritable cartographie globale de l'innervation des articulations.

La connaissance de l'innervation articulaire est pourtant essentielle pour comprendre l'origine de la douleur et espérer la traiter (3).

L'approche classique du traitement des douleurs articulaires est médicale et musculosquelettique.

La stratégie habituelle comprend les études d'imagerie, les médicaments anti-inflammatoires, les injections de stéroïdes, la thérapie physique, les attelles et le repos.

Lorsque cette approche échoue, les possibilités d'interventions chirurgicales peuvent débiter : de la moins invasive, l'arthroscopie-lavage, jusqu'à la stratégie finale pour régler la douleur articulaire, c'est-à-dire soit la fusion articulaire ou le remplacement total de l'articulation par une prothèse.

Si l'innervation articulaire est clairement identifiée, une approche chirurgicale de la douleur articulaire différente et complémentaire, basée sur l'interruption de la fonction des afférents douloureux de l'articulation peut être envisagée.

En outre, une articulation douloureuse mais encore mécaniquement compétente, pourrait être préservée pendant un certain temps.

Matériel et méthode

Nous avons étudié 40 spécimens provenant de 20 sujets cadavériques frais comprenant 13 femmes et sept hommes âgés de 53 à 91 ans, sans chirurgie préalable ou toute cicatrice dans la zone étudiée.

Un sujet présentait les séquelles d'une paralysie ulnaire droite.

Tous les sujets ont bénéficié d'une injection au silicone coloré sous pression selon la technique spécifique mise au point par Laurent Bourcheix* qui comprend une injection artérielle (rouge) à partir de l'artère sous-clavière et une injection veineuse (bleue) à partir des veines dorsales de la main et des veines profondes du membre supérieur.

Nous avons rédigé deux protocoles distincts :

- dix spécimens ont d'abord été disséqués pour identifier l'ensemble de nerfs et de leurs branches articulaires et affiner la topographie régionale ;
- trente spécimens ont été opérés par des voies d'abord chirurgicales classiques et adaptées à la région. Les branches articulaires présumées ont été repérées par un clip ou un lac. Puis la dissection s'est ensuite poursuivie largement pour vérifier la pertinence de nos repères.

Toutes les dissections ont été réalisées sous loupes grossissantes chirurgicales (Zeiss® x 4.5) avec des instruments microchirurgicaux (Moria®) et plus de 50 différentes mesures (longueur, calibre, siège par rapport au tronc etc...) ont été réalisées sur chaque spécimen et répertoriées. 1700 photos ont été réalisées (CANON® EOS 450D / L. Bourcheix)

Poignet

Nous proposons une dénervation par quatre voies d'abord distinctes.

L'intervention est conduite sous anesthésie loco-régionale, en décubitus dorsal, membre supérieur posé à 90° sur la table avec garrot pneumatique.

Approche antérieure et latérale du poignet de 4 cm, selon Henry

Cette approche permet l'identification de la branche cutanée palmaire du nerf médian (BCP-MN) et de sa branche articulaire située à la base du muscle abducteur brevis (AB). On réalise une neurectomie et un enfouissement du moignon nerveux dans le corps de l'abducteur brevis.

Puis nous recherchons la partie terminale du nerf interosseux antérieur (NIA) située au bord distal du pronator quadratus (PQ). Nous identifions ensuite les deux veines comitantes radiales de l'artère radiale (AR) et on excise ses veines sur une longueur de 4 cm de part et d'autre de l'artère radiale (figure 1).

Abord dorsal, du 1er espace intermétacarpien

On retrouve la branche superficielle du nerf radial (BS-NR) et ses divisions terminales au-delà de la tabatière anatomique. Nous isolons le nerf digital dorsal ulnaire du pouce et sa branche articulaire (BA) dans le premier espace intermétacarpien. La branche articulaire est proche d'une anastomose veineuse entre le réseau veineux dorsal superficiel et profond de la main.

Abord dorsal du poignet au niveau du tubercule radial postérieur (TR) ou tubercule de Lister

On identifie facilement la branche terminale postérieure de l'artère interosseuse : le nerf interosseux postérieur (NIP) située au bord latéral du pédicule vasculaire.

On réalise une neurectomie et un enfouissement du moignon nerveux dans le corps musculaire.

Approche médiale du poignet, se recourbant sur le côté médial de la tête cubitale

L'identification de la branche cutanée dorsale doit être effectuée du côté proximal de l'incision, la dissection se faisant de proximal en distal.

On pratique une neurectomie de la première branche proximale avec une direction latérale (ou radiale) qui se situe le plus souvent au niveau de la ligne ulno-triquetrale.

Coude

Nous proposons la réalisation d'une dénervation partielle par une ou deux voies d'abord associées en fonction du siège de la douleur.

Sous anesthésie loco-régionale, patient en décubitus dorsal, membre supérieur posé à 90° sur la table avec garrot pneumatique au bras.

Incision dorsolatérale de la peau de part et d'autre de l'épicondyle huméral latéral et le long de la ligne médiane du bras

Après ligature des veines superficielles, on réalise le contrôle proximal du nerf radial (NR).

Ensuite, l'identification des branches collatérales du nerf radial au-dessus de l'arcade de Fröhse permet de retrouver les branches articulaires, généralement à partir du côté radial du nerf près de l'arcade du supinateur avec une direction médiale.

On réalise une neurectomie et un enfouissement du moignon nerveux dans le corps du muscle brachial.

Au cours de cette approche latérale, la dissection trans-musculaire du nerf de l'anconé dans le chef latéral du triceps brachial à 3 cm au-dessus de l'épicondyle latéral permet une neurectomie des branches articulaires antérieures et inférieures.

Incision cutanée dorso-médiale proximale

L'incision cutanée médiale se situe en regard du nerf médian et du pédicule vasculaire brachial à la hauteur de sa division. Elle permet l'identification des branches collatérales de proximal à distal et en particulier l'identification de la branche articulaire qui présente une direction latérale et postérieure près de la division de l'artère brachiale.

Au niveau du bord médial de cette approche chirurgicale, la dissection du nerf ulnaire est effectuée de proximal en distal. On retrouve la toute première branche articulaire le long des vaisseaux ulnaires collatéraux supérieurs au niveau du septum musculaire interne.

La dissection du nerf ulnaire sous l'arcade d'Osborn retrouve la première branche motrice destinée au fléchisseur carpi ulnaris (FCU). On sectionne les filets nerveux se dirigeant vers la capsule articulaire.

À la partie proximale et antérieure de cette approche chirurgicale médiale, on dissèque le nerf musculo-cutané. Entre les muscles brachial et biceps brachial on identifie une ou plusieurs branches articulaires postérieures se dirigeant en direction de l'épicondyle huméral qui sont réséquées.

Epaule

Nous proposons une dénervation partielle de l'épaule par trois voies d'abord distinctes.

Installation du patient en position assise type « Beach-chair », l'épaule doit être complètement dégagée de la même manière que pour réaliser une arthroscopie de l'épaule.

Approche antérieure

Nous réalisons une incision infra-claviculaire à la base du triangle clavi-pectoral, à partir des attaches claviculaires les plus médianes des fibres du muscle deltoïde antérieur, au quart médial de la clavicule. Le fascia clavi-pectoral (membrane costo-claviculaire) est ouvert.

On contrôle la veine céphalique et le pédicule axillaire (artère et veine) et l'artère thoraco-abdominale (TAA).

Des lacs sont utilisés pour contrôler les cordons latéral et médial du plexus brachial et la dissection du nerf médian (MN) et du nerf pectoral latéral et médial (LPN MPN) ainsi que de l'ansa pectoralis.

Les branches articulaires sont détachées le long du bord latéral de l'ansa pectoralis (et parfois du cordon latéral) et sont enfouies dans le corps musculaire du muscle sous-clavier (figure 2).

Approche axillaire du segment infra-glénoïdien du nerf axillaire

Le patient reste dans la même position, mais l'épaule est mobilisée à 80° et en R2 à 70°.

On dessine une incision sur une ligne brisée située derrière au bord inférieur du grand pectoral. L'aponévrose est effondrée et les vaisseaux axillaires sont réclinés antérieurement.

Les repères sont musculo-tendineux avec en bas et latéralement les tendons du muscle Teres Major et du Latissimus Dorsi respectivement, en bas la partie initiale du chef long du Triceps Brachial.

Les repères sont aussi vasculaires avec en dedans l'artère sous-scapulaire et latéralement le pédicule circonflexe huméral postérieur, dirigé vers le côté profond de la zone opératoire dans l'espace quadrangulaire postérieur (foramen de Velpeau).

Le nerf axillaire est situé sous et derrière les vaisseaux circonflexes, à environ 1,5 cm de la cavité infra-glénoïdienne. Le nerf axillaire est contrôlé par un lac avec une légère traction vers le bas qui permet d'exposer les 2 ou 3 branches capsulaires, qui sont sectionnées.

Approche postérieure

L'installation est maintenue en position assise type « Beach-chair », l'épaule complètement dégagée, l'opérateur en arrière du patient.

Incision le long du tiers latéral de l'épine scapulaire, afin d'identifier les branches capsulaires du nerf supra-scapulaire. Les attachements musculaires du faisceau postérieur du muscle deltoïde sont effondrés du bord inférieur et le faisceau descendant de M. Trapezius est détaché au bord supérieur de l'approche chirurgicale.

Dans la partie inférieure de l'incision, le muscle sous-épineux est incliné vers le bas, du côté interne du champ opératoire, les vaisseaux supra-scapulaires sont visibles à la sortie de l'encoche spino-glénoïdienne : le nerf est situé en dessous et médial.

La même procédure est répétée au niveau de la fosse supra-épineuse. Le muscle sus-épineux est incliné vers l'avant permettant un bon contrôle du nerf et des vaisseaux supra-scapulaires.

Une neurectomie sélective de toutes les branches à destinée latérale est réalisée avec une hémostase prudente.

Discussion

Articulation du poignet

En l'absence d'instabilité carpienne, lorsque la mobilité et la force de serrage sont encore à peu près conservées, le soulagement de la douleur pourrait être obtenu par une DAP.

Si le soulagement de la douleur est obtenu par bloc nerveux, le patient avec une articulation du poignet douloureuse mais stable peut s'attendre à un soulagement de sa douleur allant jusqu'à 90 % sans avoir besoin d'une fusion ou d'un remplacement artulaire.

Dans la littérature, les DAP donnent des résultats aussi bons voire meilleurs que ceux rapportés pour la dénervation totale du poignet.

Wilhelm (1966) développe le concept de dénervation totale de l'articulation au poignet sur la base de ses dissections anatomiques de 1958 : 10 nerfs distincts sont réséqués au moyen de cinq incisions distinctes (4,5).

Buck-Gramcko (1977) rapporte les résultats cumulés de dénervation partielle du poignet chez plus de 300 patients avec 69 % de bon à excellent résultats (6).

Foucher et Da Silva (1992), utilisant la même approche, évoquent 72 % de bons et excellents résultats, mais aucune amélioration de l'amplitude des mouvements ou de la force de préhension, sur 50 patients, avec un suivi de cinq ans (7).

En 1978, Dellon démontre que l'innervation de la capsule dorsale du poignet provient du nerf interosseux postérieur (NIP). En 1984, le nerf interosseux antérieur (NIA) est décrit comme innervant la capsule du poignet de la face antérieure du poignet.

En 1985, Dellon rapporte une série de 30 patients opérés pour dénervation partielle du poignet. 87 % ont un bon ou excellent résultat et 26 sur 30 ont une amplitude de mouvement améliorée (8-10).

En 1990, Dubert et al constate que certaines branches décrites par Wilhelm semblent inaccessibles car trop proches des autres branches motrices. Ils recommandent de n'utiliser que trois incisions : dorsale, palmaire et du premier espace (11).

En 1993, Weinstein et Berger signale que les nerfs interosseux antérieur (NIA) et postérieur (NIP) peuvent être excisés par une seule incision dorsale. Dans une série de 19 patients, on note 85 % de bon à excellent résultat, avec 45 % avec une force de préhension normale ou accrue (12).

Kupfer (1999), rapporte une série de 51 patients avec 91 % de bon à excellent résultats (13).

Lin en 2006 décrit un risque sérieux de dénervation complète du muscle pronator quadratus par la seule incision dorsale (14).

Van de Pol et al (2006), rapportent l'innervation principale de la capsule du poignet et du réseau nerveux périosté provenant du NIA, du nerf cutané antébrachial latéral et du NIP.

Sur la base de leurs conclusions, ils proposent de dénervé le poignet en ne pratiquant que deux incisions, une palmaire et une dorsale (15).

Nous utilisons désormais au quotidien ce schéma de quatre incisions. Cela nous paraît être un arbitrage satisfaisant des différentes propositions techniques de la littérature.

Articulation du coude

La plupart des problèmes cliniques de douleur liés à l'articulation du coude concernent les condyles huméraux : épicondylite humérale latérale, ou « tennis elbow » et épicondylite humérale médiale, appelée « coude du golfeur » ou du lanceur.

Les douleurs articulaires huméro-radiales profondes ou huméro-ulnaires sont plus rares et sont généralement liées aux séquelles d'une fracture/luxation ou à une arthropathie inflammatoire.

Gardner, (1947), est le premier à décrire l'innervation de l'articulation du coude (16).

Kaplan, (1959), est le premier à proposer la dénervation du coude (17).

En 1996, Wilhelm traite par dénervation plusieurs cas d'épicondylite latérale rebelle (18).

Le résultat dépend de la décompression indirecte simultanée du nerf interosseux postérieur.

Il retrouve chez certains patients, une branche partant du nerf radial et qui traverse le brachioradial en direction du condyle huméral latéral.

Dellon (2006) dissèque six cadavres. (19) Dans chaque échantillon, une branche du nerf cutané postérieur de l'avant-bras innerve le condyle huméral latéral. Il identifie lui aussi une branche partant du nerf radial, se dirigeant vers le brachioradial puis se poursuivant à travers le muscle pour l'innerver.

Rose (2013) publie 80 % de bons résultats chez 26 patients et 30 coudes. Les syndromes de compression du nerf radial peuvent nécessiter un traitement supplémentaire (20).

De Kessel (2012) (21) et Nourbakhsh (2016) (22) ont réalisé un schéma topographique similaire des différents nerfs innervant l'articulation du coude :

- la partie radio-antérieure du coude est innervée par le nerf radial et le nerf musculo-cutané ;
- la partie radio-postérieure du coude est innervée exclusivement par le nerf radial ;
- la partie ulno-antérieure du coude est innervée par le nerf médian et le nerf musculo-cutané ;
- la partie ulno-postérieure du coude est innervée par le nerf ulnaire et certaines branches du nerf cutané antébrachial interne.

Dans notre étude personnelle sur 40 coudes sur 20 corps, les résultats concordent avec ceux des auteurs (23). Cependant, nous n'avons pas trouvé toutes les branches référencées par De Kessel.

Les résultats de l'innervation du coude sont pertinents tant pour les domaines anatomiques que cliniques. Cependant, la dénervation totale de l'articulation du coude est impossible.

Néanmoins, une dénervation partielle, comme la dénervation de l'épicondyle latéral ou de la partie ulnaire du coude, est techniquement possible.

La dénervation de l'épicondyle latéral soulage la douleur chez 80% des patients atteints d'épicondylite latérale chronique et une réponse positive à un bloc anesthésique local des branches postérieures du nerf cutané postérieur de l'avant-bras.

Articulation de l'épaule

Les dissections anatomiques des nerfs de l'épaule ont été décrites pour la première fois en 1931 par Arkhangelsky, (24) puis en 1948 par Gardner (25).

Les schémas et les premiers dessins ont été confirmés par les dissection effectuées par Loomer & Graham, puis Aszman en 1996, Gelber en 2005, Dellon, Voster, Nam et plus récemment Eckmann en 2017 (26-32). Ils ont démontré une tendance constante que nous avons retrouvée dans notre étude :

- la capsule antérieure de l'épaule est innervée par une branche du nerf pectoral (PN) avant l'innervation des muscles pectoraux et une autre située dans la graisse accompagnant les veines, superficielle à la coracoïde ;
- la capsule inférieure de l'épaule est innervée par le nerf axillaire (AN) et éventuellement par le nerf radial (RN) ;
- la capsule postérieure de l'épaule est innervée par le nerf suprascapulaire (SN).

Habituellement, la stabilité et l'amplitude des mouvements sont davantage prises en compte que la douleur dans les scores orthopédiques classiques.

Avec jusqu'à 20 % des patients conservant une douleur résiduelle après décompression sous-acromiale et/ou réparation de la coiffe des rotateurs, ouverte ou arthroscopique, il est raisonnablement possible de penser que la dénervation de l'articulation de l'épaule améliorerait les résultats.

Cependant la dénervation articulaire partielle est techniquement exigeante.

La procédure est bien définie anatomiquement mais aucune prospective n'est disponible.

Conclusion

La dénervation articulaire partielle est probablement un des éléments de réponse aux douleurs articulaires qui persistent lorsque les solutions médicales habituelles ont laissé une articulation structurellement stable et encore mécaniquement satisfaisante, mais douloureuse.

Elle peut aussi être associée au cours d'une chirurgie articulaire ou tendineuse. Elle peut enfin être complémentaire d'un geste préalable, c'est à dire lorsqu'une chirurgie ligamentaire ou tendineuse n'a pas apporté le soulagement douloureux attendu.

L'endoscopie et/ou l'arthroscopie pourrait être intéressante pour réduire le nombre d'incisions et donc réduire le risque d'adhérence. C'est probablement un moyen chirurgical plus élégant et peut-être plus sûr.

L'utilisation de la radiofréquence est aussi une possibilité à envisager, associée alors à une approche endoscopique.

Références

1. Gohritz A, Kaiser E. al. Nikolaus Rüdinger: His description of joint innervation in 1857 and the history of surgical denervation. *J. Reconstruction Microsurgery*. 2018; 34:21-28.
2. Hebert-Blouin MN et al. Hilton's Law revisited. *Clin Anat*. 2014; 27:548-555.
3. Dellon AL. Partial Joint Denervation I. *PRS* 2009 ;123 :197-207.
4. Wilhelm A. Articular denervation and its anatomical foundation: A new therapeutic principle in hand surgery. *Hefta Unfallheikd*. 1966;86: 1-109.
5. Wilhelm A. Denervation of the wrist. *Techniques in Hand and Upper Extremity Surgery*. 2001;5: 14-30.
6. Buck-Gramcko D. Denervation of the wrist joint. *J Hand Surg (Am)*. 1977;2:54-61.
7. Foucher G, Da Silva JB. Denervation of the wrist. *Ann Chir Main Memb Sup* 1992;11:292-295.
8. Dellon AL. Partial dorsal wrist denervation: Resection of distal posterior interosseous nerve. *J Hand Surg (Am)*. 1985;10: 527-533.
9. Dellon AL, Mackinnon SE, Daneshvar A. Terminal branch of anterior interosseous nerve as source of wrist pain. *J Hand Surg (Br)*. 1984;19:316-322. (Am). 1985;10:527-533.
10. Dellon AL, Horner G. Partial wrist denervation. In S. Levin (Ed.), *Problems in Plastic and Reconstruction Surgery: The Wrist*. Philadelphia: Lippincott, 1993;252-266.
11. Dubert T., Alnot J.Y., Anatomie des nerfs articulaires du poignet : application à la technique de dénervation. *Ann Chir Main Memb Sup* 1990 ; 9: 15-21.
12. Weinstein LP, Berger RA. Analgesic benefit, functional outcome, and patient satisfaction after partial wrist denervation. *J Hand Surg (Am)*. 2002;27: 833-839.
13. Kupfer DM, Lee GM, Shoemaker W, Dellon AL. Simplified approach to wrist denervation for triangulofibrocartilage complex disruption (Abstract). *J Reconstr Microsurg*. 1999;15: 621.
14. Lin DL, Lenhart MK, Farber GL. Anatomy of the anterior interosseous innervation of the pronator quadratus: evaluation of structures at risk in the single dorsal incision wrist denervation technique. *J Hand Surg Am* 2006; 31: 904-907.
15. Van de Pol G., Koudstaal M, Schuurman AH. Innervation of the wrist joint and surgical perspectives of denervation. *J Hand Surg Am* 2006 ; 31: 28-34

16. Gardner E. The innervation of the elbow joint. *Anat Rec.* 1947; 100:341-346.
17. Kaplan E.B., Treatment of tennis elbow (epicondylitis) by denervation. *J Bone Joint Surg* 1959;41-A(1):147-151
18. Wilhelm A. Tennis elbow: Treatment of resistant cases by denervation. *J Bone Joint Surg (Br)*. 1996; 21:523-533.
19. Dellon AL, Ducic I, DeJesus RA Innervation of the medial humeral epicondyle: Implications for medial epicondylar pain. *J Hand Surg (Br)*. 2006; 31:331-333.
20. Rose NE, Forman SK, Dellon AL. Denervation of the lateral humeral epicondyle for treatment of chronic lateral epicondylitis. *J Hand Surg Am* 2013 38 (2) 344-349
21. De Kessel R, Van Glabbeel F, Mugenzi D. Innervation of the elbow joint: is total denervation possible. A cadaveric anatomy study. *Clin Anat* 2012;25 (6): 746-754
22. Nourbakhsh A, Hirschfeld AG, Schlatterer DR. Innervation of the elbow joint: a cadaveric study, *J Hand Surg Am*; 2016;41, 85-90
23. Bourcheix L, Houvet P. Dénervation articulaire du coude: étude anatomique des critères de faisabilité et perspectives chirurgicales. *Chir Main* 2015; (6) 335
24. Arkhangelsky SH. The innervation of the shoulder joint. *Vestn Khir.* 1931; 23:62-66.
25. Gardner E. The innervation of the shoulder joint. *Anat Rec.* 1948; 102:1-18.
26. Aszmann OC, Dellon AL, Birely B, McFarland E. Innervation of the human shoulder joint and its implications for surgery. *Clin Orthop Rel Res.* 1996; 330:202-207.
27. Gelber PE, Reina F, Monllau JC. Innervation patterns of the inferior glenohumeral. *Clin Anat* 2006 May;19(4):304-11
28. Vorster W, Lange CPE, Briet RJP. The sensory branch distribution of the suprascapular nerve: an anatomic study. *J Shoulder Elbow Surg* 2008; 17:500-2.
29. Lange CPE, Briet RJP. The sensory branch distribution of the suprascapular nerve: an anatomic study. *J Shoulder Elbow Surg* 2008; 17:500-2.
30. Nam YS, Panchal K, Kim IB. Anatomical study of the articular branch of the lateral pectoral nerve to the shoulder joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016; 24:3820-7.
31. Eckmann MS, Bickelmhaupt B, Fehl J. Cadaveric study of the articular branches of the shoulder joint. *Regional Anesthesia and Pain Medicine* 2017;42 (5): 1-7
32. Dellon AL. Anterior shoulder denervation. *Clin Exp Plast Surg.* 2004;36:175-180.

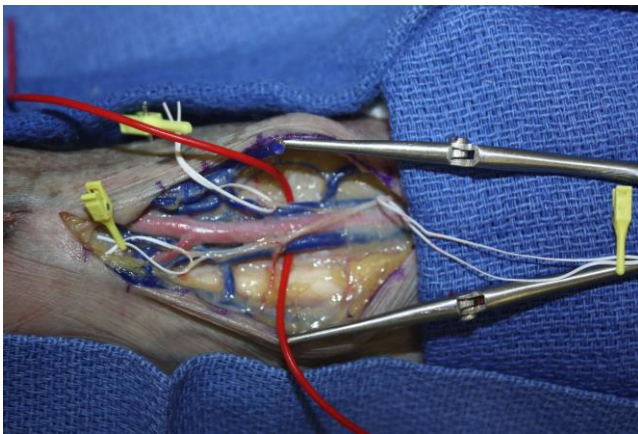


Figure 1 : Poignet. Voie de Henry.

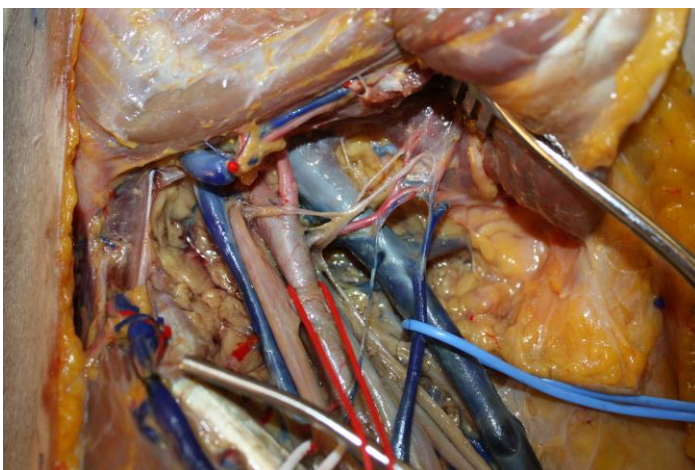


Figure 2 : Anse des pectoraux.