

# Bilan de la chirurgie des défilés cervico-thoraco-axillaires

## Surgical treatment of neurogenic Thoracic outlet syndrome

M Merle, J Borrelly, F Villani, L Parra

*Institut européen de la Main, Centre hospitalier Kirchberg, L-2540 Luxembourg.*

### Mots clés

- ◆ Plexus brachial
- ◆ Défilé cervico-thoracique
- ◆ Première côte.

### Keywords

- ◆ Brachial plexus
- ◆ Thoracic outlet syndrome (T.O.S.)
- ◆ First rib

### Résumé

Le traitement chirurgical des formes neurogéniques des défilés cervico-thoraco-axillaires a évolué au cours de ces dernières décennies. La voie axillaire de Roos a été abandonnée pour laisser place à des abordages cervicaux, puis à des abordages sus- et sous-claviculaire pour garantir l'ablation totale de la première côte. L'ablation systématique de la première côte est apparue lourde. Dans les formes interscaléniques avec un espace costo-claviculaire non compressif nous proposons de respecter l'insertion du scalène antérieur. En revanche, nous réséquons le scalène moyen ainsi que les structures ligamentaires et musculaires interscaléniques. Le défilé petit pectoral est systématiquement exploré afin de réséquer le ligament coraco-claviculaire et le muscle sous-clavier. Les auteurs rapportent leur expérience à propos de 368 abordages chirurgicaux réalisés entre 2000 et 2010.

### Abstract

Surgical treatment of neurogenic Thoracic outlet syndrome (T.O.S.) has evolved over recent decades. The axillary approach popularized by Roos was abandoned to make way for the cervical approaches, and later for a combined supra and infra clavicular approach to ensure complete removal of the first rib. The systematic removal of the first rib appeared heavy. If the costoclavicular space is not close we propose to preserve the insertion of the scalenus anterior. However, we resect the scalenus medium and the ligaments and muscles in the interscalenus space. The pectoralis minor space is systematically explored in order to resect the coracoclavicular ligament and the subclavian muscle. The authors report their experience about 368 surgical procedures made between 2000 and 2010.

Le diagnostic et le traitement des syndromes des défilés cervico-thoraco-axillaires (SDCTA) méritent d'être reconsidérés grâce à l'expérience acquise dans la compréhension des mécanismes de compression, à l'affinement du diagnostic clinique et à une approche chirurgicale logique. Il faut rendre hommage à Poitevin (1-3) pour sa remarquable étude anatomique qui nous permet d'identifier les six niveaux de compression. L'étude de la littérature de ces vingt dernières années a démontré que les formes artérielles pures représentaient 1 % et les formes veineuses 4 % seulement de la population concernée. Il faut donc admettre que les formes neurogéniques représentent 95 % des SDCTA (4).

Plusieurs générations de médecins, radiologues, chirurgiens, rééducateurs ont été éduqués sur l'aspect vasculaire de ces compressions (5, 6), en s'appuyant à tort sur des images artériographiques de compression de l'artère sous-clavière. Il faudra du temps pour observer que 60 % de la population à une empreinte vasculaire dans les manœuvres d'abduction du bras, et ce de manière asymptomatique.

Après une période chirurgicale particulièrement active dans les années 1970, où la voie axillaire de Roos (7-9) était l'intervention de choix des chirurgiens vasculaires pour procéder à l'ablation de la première côte, a succédé une période de

grande prudence, voir un désengagement, compte tenu de résultats incomplets, à l'exception de ceux de Roos qui affirmait (10), à propos de 106 résections costales, 88 % de guérisons et 12 % d'améliorations sur le plan neurologique ; 42 % de guérisons et 53 % d'améliorations sur le plan vasculaire.

Notre expérience débute dans les années 1975, époque où se développait la chirurgie du plexus brachial grâce à Millesi, Narakas, Morelli, Brunelli, Allieu, Alnot, Comtet, Gilbert, Merle, Sedel, etc.

Au début de notre expérience, avec notre collègue Borrelly, chirurgien thoracique (11-16), nous avons traité les SDCTA par voie axillaire. Nous avons dû reprendre par voie sus-claviculaire une série non négligeable de patients qui avaient été opérés par des collègues vasculaires pour insuffisance de résection de la première côte et création d'un « Syndrome du hamac » que nous décrirons ultérieurement (11, 13). Par ailleurs, cette voie axillaire ne permet pas un parfait contrôle des structures ligamentaires et musculaires interscaléniques.

Dans les formes neurogéniques réalisant un syndrome interscalénique intéressant les racines C7-C8-Th1, nous avons opté dans les années 1990 pour un abord sus-claviculaire pur. Si les résultats immédiats semblaient prometteur, nous avons dû cependant réopérer 13 % de ces patients entre 6 mois et 3 ans

### Correspondance :

Pr Michel Merle, Institut européen de la Main, Centre hospitalier Kirchberg, 9 rue E. Steichen, L-2540 Luxembourg.  
E-mail : mmerle@pt.lu

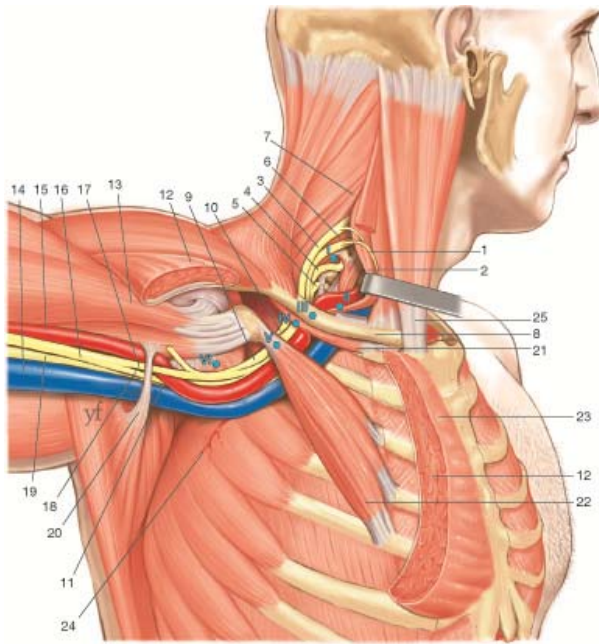


Figure 1. Les niveaux de compression du plexus brachial et des vaisseaux.

I : Défilé dit de l'appareil suspenseur de la plèvre ; II : Défilé inter-scalénique ; III : Défilé costo-claviculaire ; IV : Région clavi-pectorale ; V : Région rétro-petit pectoral ; VI : Région antérieure à la tête humérale.

1 : Nerf phrénique ; 2 : Scalène antérieur ; 3 : Tronc primaire supérieur ; 4 : Tronc primaire moyen ; 5 : Tronc primaire inférieur ; 6 : Scalène moyen ; 7 : Scalène postérieur ; 8 : Clavicule ; 9 : Tronc secondaire antéro-externe TSAE ; 10 : Tronc secondaire postérieur TSP ; 11 : Tronc secondaire antéro-interne TSAI ; 12 : Grand pectoral ; 13 : Biceps ; 14 : Veine axillaire ; 15 : Artère axillaire ; 16 : Nerf médian ; 17 : Branche externe du nerf médian ; 18 : Branche interne du nerf médian ; 19 : Nerf cubital ; 20 : Muscle axillaire de Langer ; 21 : Muscle sous-clavier ; 22 : Muscle Petit pectoral ; 23 : Aponévrose clavi-pectorale ; 24 : Artère thoracique-latérale ; 25 : Sterno-cleido-mastoïdie.



Figure 2. Le test du chandelier statique. Le patient place son bras au zénith, trois minutes, comme s'il tenait un chandelier.

plus tard pour procéder à l'ablation de la première côte, car le plexus et les éléments vasculaires s'étaient médialisés dans l'angle costo-claviculaire réalisant un véritable syndrome compressif neuro-vasculaire.

C'est à partir de ces constatations que nous avons opté à partir de 2000 pour une ablation systématique de la première côte par voie sus- et sous-claviculaire en s'inspirant de Cormier. Les résultats se sont avérés stables sur le long terme avec un taux de satisfaction de nos opérés de 88 %.

Cette approche systématique de résection de la première côte nous est apparue lourde techniquement. Depuis la fin 2009, nous débutons toujours par une voie sus-claviculaire. Si en position de *Beach chair* sous anesthésie générale, l'opéré présente un espace costo-claviculaire non-compressif pour les structures neurovasculaires, nous limitons le geste à la désinsertion du scalène moyen et non du scalène antérieur qui est préservé ainsi qu'à la résection de toutes les autres structures ligamentaires de la fossette sus- et sous-pleurale décrites par Sébilleau (17). Nous ajoutons systématiquement l'exploration du défilé du petit pectoral, et particulièrement du ligament coracoclaviculaire, structure qui peut-être fortement compressive au niveau des troncs secondaires et sous évaluée dans nos séries antérieures.

Nous rapportons ci-après la justification de notre attitude thérapeutique, en nous appuyons sur une série de 368 interventions chirurgicales réalisées entre octobre 2000 et août 2010.

## Bases anatomiques et anatomo-pathologiques des SDCTA

Poitevin (1-3), s'appuyant sur une étude anatomique extrêmement approfondie, définit six niveaux de compression du plexus brachial : (fig. 1)

- 1. Défilé dit de l'appareil suspenseur de la plèvre ;
- 2. Défilé interscalénique ;
- 3. Défilé costo-claviculaire ;
- 4. Région clavi-pectorale ;
- 5. Région rétro-petit pectoral ;
- 6. Région antérieure à la tête humérale.

La voie d'abord sus-claviculaire combinée à la voie delto-pectorale permet de contrôler ces six niveaux de compression.

## Diagnostic

### Étude clinique et examens complémentaires

La démarche doit être minutieuse et rechercher des structures anatomiques inhabituelles : côte cervicale, muscle axillaire de Langer. L'examen de la configuration anatomique du sujet qui présente une chute des épaules par atonie musculaire, un thorax en entonnoir, ainsi que la recherche d'une notion traumatique contribuent également au diagnostic.

Le diagnostic des formes basses des SDCTA (C8-Th1 ou C7-C8-Th1) repose sur la présence de douleurs postérieures irradiant à la face postérieure de l'épaule et gagnant le creux axillaire et la face interne du membre supérieur. Les paresthésies s'observent essentiellement dans le territoire du nerf cubital. Mais cette symptomatologie clinique, si elle s'est installée sur plusieurs années, peut se révéler par une perte de force importante de la main due à une atrophie sévère des interosseux.

L'auscultation des vaisseaux dans les différentes positions du bras, à la recherche d'un souffle ou de signes d'obstruction, doit être systématique.

### Tests cliniques

De nombreux tests cliniques ont été proposés, ce qui démontre leur manque de fiabilité. Il est cependant possible de discuter les tests qui révèlent davantage un souffrance neurologique de ceux qui signent une occlusion vasculaire. Il convient de rappeler que l'occlusion vasculaire par ischémie ou par stase induit une neuro-ischémie qui met rapidement en avant la symptomatologie neurologique.

Retenons que le signe de Morley (18), compression de l'apophyse transverse de C7 et reproduction de la symptomatologie neurologique d'un SDCTA, est réputé pour être fiable.

Le test d'Adson (19) modifié reproduit une séméiologie superposable : la tête est tournée du côté opposé, menton levé, le patient est assis, bloque sa respiration en inspiration profonde, projette en arrière ses épaules et place ses mains sur les cuisses.

Ce même tableau clinique est souvent obtenu par le test statique dit du « chandelier » qui place durant une à trois minutes le bras au zénith et en rétropulsion, il révèle une souffrance interscalénique (fig. 2).

La souffrance du tronc secondaire antéro-externe et antéro-interne peut être mise en évidence par compression du ligament coraco-claviculaire au bord interne de la coracoïde réalisant un véritable signe de Tinell. L'hyperabduction et rétro-pulsion du bras peut révéler également ce niveau lésionnel.

Le test d'Allen a la même valeur pour les formes à compression artérielle, le bras est levé à 90°, le coude fléchi, accompagné d'une rotation externe, la tête étant tournée du côté opposé ; dans cette position, on constate l'abolition du pouls radial. Ce test se prolonge dans cette position par la recherche du signe de Roos (10) : faire effectuer une ouverture-fermeture de la main 20 à 40 fois jusqu'à l'apparition de paresthésies.

Des tests globaux vasculonerveux peuvent révéler la symptomatologie, en particulier le test de Greenstone (20) qui consiste à comprimer le scalène antérieur sur son insertion costale durant 30 secondes. La fermeture de la pince costo-claviculaire s'obtient éventuellement par la position du garde-à-vous comme l'ont proposé Falconer et Weddel (21). Le test d'Adson consiste à tourner la tête du côté lésé ce qui ferme l'espace interscalénique mettant en compression les structures vasculonerveuses.

La mise en abduction progressive du bras à 90° jusqu'à l'obtention de la diminution ou de l'arrêt du pouls et l'apparition de paresthésies dans le territoire de C8-TH1 est selon Narakas (20, 22) un test de bonne fiabilité pour diagnostiquer un SDCTA inférieur.

Le bilan clinique neurologique doit obligatoirement rechercher des signes de compression du nerf médian au canal carpien ou sous le rond pronateur, du nerf cubital au coude et dans la loge de Guyon et également du nerf radial au court supinateur. Wood (23) et Narakas (22) ont rapporté respectivement :

- 19 % et 31 % de SDCTA avec compression associée du nerf médian au canal carpien ;
- 2 % et 15 % de compression du nerf radial au court supinateur ;
- 7 % et 9 % de compression du cubital au coude.

Au total, Wood et al. (23) ont dénombré 44 % de compressions nerveuses étagées et Narakas (24) 32,5 %. Dans notre série, nous avons identifié 32 % de *double crush*. Cette association lésionnelle peut brouiller le tableau clinique et égarer le diagnostic. C'est le plus souvent l'apport de l'étude électromyographique qui permet de hiérarchiser les indications chirurgicales.

### Examens complémentaires

#### Bilan radiographique

Des clichés sans préparation du rachis cervical de face et de profil sont réalisés systématiquement. Ils doivent permettre d'évaluer l'abaissement du moignon de l'épaule, qui se traduit par la visualisation de huit corps vertébraux sur les clichés de profil. La présence d'une côte cervicale surnuméraire est un élément important à objectiver qu'elle soit unilatérale ou bilatérale (1 cas dans notre série). L'étude de la configuration et des anomalies de la première côte est également systématique. Plus rarement, sont mis en évidence des cals vicieux de la clavicule qui induisent des souffrances neurovasculaires. L'hypertrophie de l'apophyse coracoïde ou plus exceptionnellement, comme nous l'avons observé avec Borrelly (11), une pseudarthrose de la première côte peuvent être à l'origine d'un SDCTA.

#### Scanner

Son indication se limite à la recherche de lésions osseuses ou tumorales.

#### IRM

L'apport de l'imagerie par résonance magnétique est peu contributif pour asseoir un diagnostic de SDCTA, l'amélioration des antennes de surface devrait permettre, dans le futur,

d'être beaucoup plus précis pour déterminer la ou les structures anatomiques qui sont effectivement la cause de la compression vasculaire et/ou nerveuse.

#### Doppler échographique artériel et veineux

De réalisation systématique, il a pour but de rechercher une complication vasculaire sous forme de sténose, d'anévrisme post-sténotique ou de thrombose partielle. En cas d'anomalie vasculaire à l'écho-doppler, il est légitime de prescrire une artériographie.

#### Artériographie

Elle n'est réalisée que si le tableau clinique est évocateur d'une compression préalablement détectée par un échodoppler.

#### Phlébographie

Elle ne se justifie que lorsque la clinique objective un œdème de la main ou du membre supérieur, s'accompagnant d'une cyanose et d'une dilatation du système veineux superficiel. L'apparition de crampes, de paresthésies, de lourdeur du membre supérieur conduit à réaliser, dans un premier temps un doppler-échographie, qui peut affirmer l'occlusion intermittente de la veine en fonction de la position du bras. Cet examen devra être complété par la phlébographie afin de vérifier la perméabilité du système veineux sous-clavier.

#### Electromyographie avec vitesse de conduction nerveuse

Cet examen électrique est déterminant pour mettre en avant les formes neurologiques des SDCTA. Il doit être réalisé par un électromyographe entraîné à déterminer les vitesses de conduction de part et d'autre de la clavicule sur des distances courtes. Il existe indiscutablement un savoir-faire technique qui fiabilise cet examen. Dans les formes cliniques mal systématisées, cet examen permet de bien différencier les syndromes neurologiques d'origine C5-C6-C7 des altérations basses de C8-TH1. Dans les formes avancées de souffrance C8-Th1, le bilan électromyographique s'intéresse à la musculature intrinsèque de la main dont la dénervation est un signe de souffrance prolongée du plexus et péjoratif sur le plan du pronostic. L'étude de la vitesse de conduction du nerf brachial cutané interne permet un diagnostic plus précoce de la souffrance des racines basses du plexus brachial. Cet examen ne doit pas se limiter au seul bilan lésionnel du plexus brachial, il doit obligatoirement être complété, en fonction de la séméiologie, d'une étude EMG du nerf médian lors de son passage au canal carpien et sous le rond pronateur, du nerf cubital au coude et au canal de Guyon et, plus rarement, du nerf radial sous le court supinateur. Rappelons qu'une compression à double étage peut être mise en évidence dans 30 à 40 % des cas (32 % dans notre série).

#### Potentiels évoqués somesthésiques

Une des critiques de l'électromyographie est la difficulté de stimuler le point d'Erb pour calculer les vitesses de conduction. Pour pallier cet inconvénient, il a été proposé de réaliser des potentiels évoqués somesthésiques. Bien que la technique soit très précise, il faut reconnaître que les résultats sont controversés pour établir avec certitude la souffrance du plexus brachial et de ses branches lors de la traversée cervico-thoraco-axillaire (25).

### Diagnostic différentiel

L'examen clinique du rachis cervical, des creux sus-claviculaire et axillaire, de l'épaule ainsi que de la scapulo-thoracique doit être approfondi, car nombreuses sont les pathologies de ces régions anatomiques qui s'expriment par des brachialgies. Le SDCTA ne représente que 5 % des étiologies des brachialgies. Rappelons que les cervico-brachialgies C5-C6 sont fréquentes et sont l'expression d'une cervicarthrose, d'une hernie discale, de séquelles fracturaires, etc. plus rarement d'une tumeur. La séméiologie de la souffrance de la



coiffe des rotateurs permet, le plus souvent, d'évoquer un diagnostic précis qu'il convient de séparer de celui d'une compression du nerf supra-scapularis dans l'échancrure coracoïde. L'examineur attentif peut difficilement confondre un SDCTA avec un syndrome algodystrophique du membre supérieur avec son cortège de signes inflammatoires et de raideurs articulaires. Les syndromes canaux doivent être dissociés cliniquement d'un SDCTA en sachant qu'ils sont fréquemment associés et impliquent une hiérarchie dans leur traitement. Enfin, lorsque le tableau neurologique domine, on ne peut se dispenser d'évoquer les maladies systémiques comme la sclérose latérale amyotrophique, la sclérose en plaque, la syringomyélie, la sclérodermie, la neuromatose de Von Recklinghausen, etc.

## Traitements

### Traitement conservateur

La meilleure connaissance des niveaux lésionnels des différents SDCTA rend logique la proposition de protocoles de rééducation qui visent à transformer la statique rachidienne, à ouvrir les défilés et à renforcer la respiration abdomino-diaphragmatique. Les protocoles proposés à la Mayo Clinic par Peet (26) en 1956, puis par Smith (27) en 1979, Sällström (28) en 1983, Aligne (29) en 1992, Novak (30) en 1992 et Romain en 2003 (31) ont indiscutablement amélioré la symptomatologie chez des sujets jeunes, pris en charge précocement, avec un tableau clinique à dominante neurologique et sans malformation osseuse cervicale. L'ensemble de ces auteurs signale des améliorations, voire des disparitions, de la symptomatologie dans 66 à 87,5 % des cas avec un recul supérieur à 4 ans. Dans 10 à 20 % des cas, le protocole de rééducation aggrave la symptomatologie neurologique et/ou vasculaire et précipite l'indication opératoire qui objective le plus souvent des compressions dans le défilé interscalénique.

Le protocole d'Aligne et Barral (29) est logique. Les exercices répétés, au début 3 fois par semaine pendant 6 à 8 semaines, ont pour but de renforcer l'action des muscles « ouvreurs » que sont les faisceaux moyen et supérieur du trapèze, angulaire et sterno-cléido-mastoidien, et de détendre les muscles « fermeurs » que sont les scalènes antérieur et moyen, sous-clavier, petit et grand pectoral.

Il faut admettre que les chirurgiens restent peu convaincus par ce traitement conservateur, car ils ne voient à leur consultation que les échecs et, surtout, des patients qui ont errés pendant de nombreuses années sans diagnostic et avec des traitements inappropriés. Il est également probable que les équipes de rééducateurs suffisamment initiées à ces protocoles qui impliquent une bonne connaissance anatomique et physio-pathogénique des SDCTA soient en nombre insuffisant. Nous avons interrogé plusieurs équipes de médecins rééducateurs sur la réussite de ces techniques, ils n'ont pas fait preuve du même enthousiasme que les promoteurs des protocoles de rééducation. Beaucoup d'échecs proviennent d'une population de patients très hétérogènes, au diagnostic incertain de SDCTA et dont la motivation est faible. Une meilleure éducation des équipes, une sélection rigoureuse des patients permettront dans le futur de redonner une juste place au traitement conservateur et de connaître la réalité des résultats.

Il sera intéressant d'observer les patients traités par toxine botulique lorsque l'on retient comme étiologie l'hypertonie musculaire.

### Traitement chirurgical

La voie d'abord axillaire de Roos a connu son heure de gloire pour traiter les formes vasculaires en procédant à l'ablation de la première côte. En revanche, le traitement des formes neurogéniques privilégie la voie sus- et sous-claviculaire. La seule voie d'abord cervicale est aussi fréquemment empruntée pour procéder à l'ablation d'une côte cervicale et/ou à la correction d'anomalies ligamentaires et musculaires. Les autres techniques, telles que la cléidectomie, la voie d'abord sous-claviculaire, postérieure, extra-pleurale, antéro-latérale, trans-pleurale, pour procéder à l'ablation de la première côte sont tombées en désuétude.

Nous développerons ici la voie d'abord sus- et sous-claviculaire avec ablation de la première côte et la voie sus-claviculaire sans ablation de la première côte et courte incision delto-pectorale pour explorer le défilé petit-pectoral.

#### La voie d'abord sus- et sous-claviculaire de Cormier (32, 33)

C'est la voie d'abord que nous privilégions pour traiter les formes neurologiques et neurovasculaires qui imposent l'ablation de la première côte lorsque l'espace costo-claviculaire

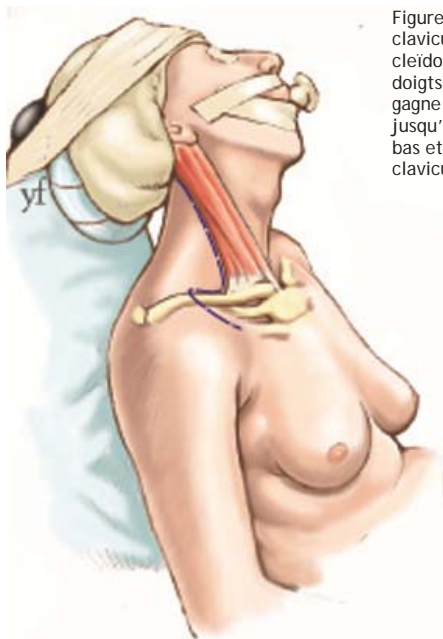
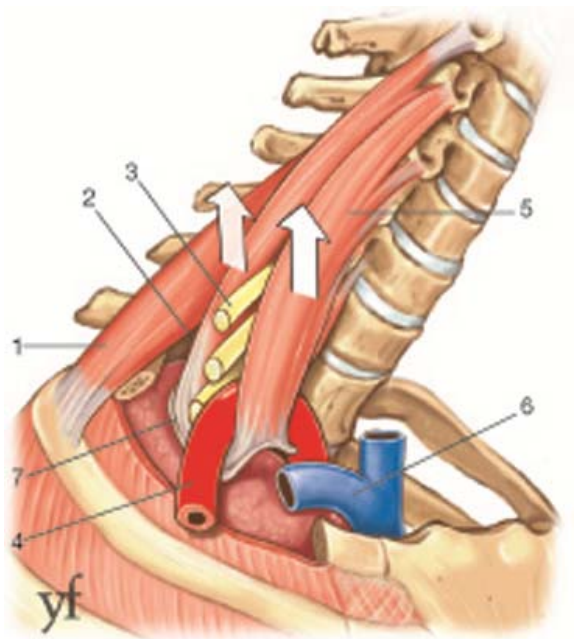


Figure 3. Voie d'abord sus- et sous-claviculaire. L'incision longe le sterno-cléido-mastoidien à trois travers de doigts en dessous de la mastoïde, elle gagne la face supérieure de la clavicle jusqu'à son milieu puis s'incurve vers le bas et en dedans jusqu'aux attaches claviculaires du grand pectoral.

Figure 4. Syndrome du hamac : lorsque la dissociation entre le scalène antérieur et moyen n'a pas été effectuée avec soin ceux-ci réalisent un hamac qui va tirer les éléments vasculonerveux vers le haut aggravant la symptomatologie de l'opéré dès son réveil.  
1 : Scalène postérieur ; 2 : Scalène moyen ; 3 : Troncs primaires du plexus brachial ; 4 : Artère sous-clavière ; 5 : Scalène antérieur ; 6 : Veine sous-clavière ; 7 : Faux des scalènes.



est étroit.

L'installation du patient est en décubitus dorsal, proclive à 30°, la tête est tournée du côté opposé. Une alèze sous l'épaule ouvre l'espace costo-claviculaire, le bras est libre.

La voie d'abord (fig. 3) débute à trois travers de doigts de la mastoïde et parcourt le bord externe du sterno-cléido-mastoidien jusqu'à la face supérieure de la clavicule qu'elle longe jusqu'à son tiers moyen. Une seconde incision de 5 à 7 cm se situe dans le premier espace intercostal jusqu'à la jonction sterno-costale.

S'il existe un doute sur l'étroitesse de l'espace costo-claviculaire, il est préférable de débiter l'intervention par l'abord sus-claviculaire si celui-ci s'avère non-compressif ; il est alors suffisant de réaliser le second protocole opératoire décrit ci-dessous et qui préserve l'insertion du scalène antérieur.

L'approche sous-claviculaire débute par la désinsertion au bistouri électrique des fibres claviculaires les plus internes du grand pectoral, en prenant soin de ne pas endommager son pédicule vasculonerveux. La face supérieure de l'arc antérieur de la première côte est dégagée permettant de sectionner l'insertion costale du muscle sous-clavier. Cette approche doit être prudente, car la veine sous-clavière n'est pas encore contrôlée, et il convient de demander à l'aide d'élever l'épaule pour accroître la visibilité dans l'espace costo-claviculaire et détacher les insertions les plus médiales du scalène antérieur. Lorsque la pince costo-claviculaire comprime la veine sous-clavière celle-ci peut être volumineuse avec un diamètre de 15 mm. La traction de la clavicule vers le haut à l'aide d'un lacs en tissu peut rapidement la vidanger et faciliter sa dissection et éventuellement sa mise sur lacs. Puis la musculature intercostale est détachée, la plèvre qui est souvent adhérente à la face inférieure de la première côte est décollée. C'est à ce moment que peut se produire la déchirure de la plèvre, ce qui n'est pas une complication mais un bon moyen de drainage du champ opératoire comme nous le montrerons plus loin. C'est par la face inférieure de la première côte que les désinsertions musculaires et ligamentaires progressent vers l'arc moyen. À ce stade, la première côte peut être sectionnée à l'aide d'une pince gouge au niveau de l'articulation sterno-costale. La mobilité ainsi créée permet à l'opérateur d'abaisser la côte pendant que l'aide tracte la clavicule vers le haut, l'espace costo-claviculaire est alors élargi ce qui facilite la désinsertion des attaches musculotendineuses plus en arrière sur l'arc moyen et de progresser vers l'espace sus-claviculaire.

L'intervention se poursuit par l'abord sus-claviculaire, le peaucier est ouvert en prenant soin des branches sensitives cervicales et de l'émergence du nerf spinal au bord postérieur du sterno-cléido-mastoidien à trois travers de doigts de la mastoïde. L'omo-hyoïdien est facilement repéré et disséqué et mis sur lacs. C'est un bon repère anatomique, car juste en arrière de ce muscle digastrique on trouve le tronc primaire supérieur et un centimètre plus bas sur son bord externe l'émergence du nerf supra-scapularis dont le diamètre varie de 1,5 à 2 mm. Fréquemment, l'accès aux troncs primaires du plexus brachial est barré par un abondant tissu cellulograsseux. Il convient de le préserver et de le récliner en dehors, car il servira d'aide trophique en fin d'intervention pour recouvrir le plexus brachial neurolysé. Après avoir mis sur lacs le tronc primaire supérieur et moyen ainsi que le nerf supra-scapularis, la dissection se reporte ensuite sur le scalène antérieur qui reste encore attaché par quelques fibres à la première côte. L'artère sous-clavière est alors bien visible, disséquée sur 2 à 3 centimètres elle est mise sur lacs, il en est de même pour le tronc primaire inférieur qui est accolé en canon de fusil en arrière de l'artère. La section de la faux unissant, sur la première côte, le scalène antérieur et le scalène moyen est indispensable pour éviter la formation d'une fronde ou d'un hamac qui tracterait vers le haut l'artère sous-clavière et le plexus brachial (fig. 4). Au début de notre expérience,

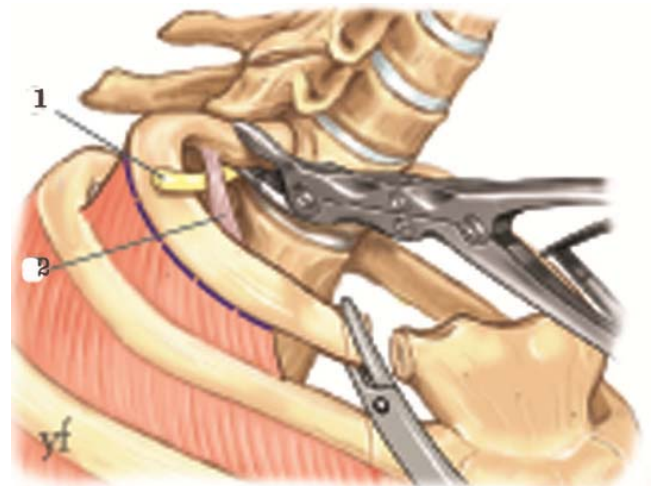
nous nous limitons à la simple scalénotomie en prenant grand soin de dissocier les deux scalènes antérieur et moyen, mais nous avons observé que certains de nos opérés développaient des réactions fibreuses cicatricielles, sources de douleurs névritiques résiduelles mal tolérées. Nous avons alors opté pour une scalénectomie antérieure subtotale jusqu'à C7 et partielle pour le scalène moyen. Ces deux gestes indispensables nécessitent au préalable le repérage du nerf phrénique et du nerf grand dentelé.

Le nerf phrénique est parfois difficile à repérer à la partie distale du scalène antérieur, il est alors prudent de le rechercher à partir des racines C4-C5. Il nous est arrivé dans 12 % des cas de trouver un nerf phrénique accessoire plus fin accolé sur la partie antéro-externe du scalène antérieure. Le nerf phrénique n'est pas mis sur lacs, car il est très sensible à l'éirement, nous préférons le manipuler avec un crochet à tendon pendant le temps de la scalénectomie. De même, le repérage du nerf du grand dentelé doit s'effectuer en basculant le tronc primaire supérieur et moyen en dedans pour visualiser le scalène moyen. Si le nerf, qui n'excède pas un millimètre de diamètre, court sur la partie antéro-externe du muscle, il est facilement repérable et dissécable, en revanche si son trajet est intramusculaire il est prudent de le rechercher à l'aide d'un électro-stimulateur (Variostim) réglé à 1 milliampère.

À ce stade tous les éléments neurovasculaires sont sous contrôle, et l'abord de l'arc moyen et postérieur de la première côte peut reprendre. L'ensemble du plexus brachial est récliné en dedans et sa libération qui a été réalisée jusqu'aux racines hautes C5-C6 facilite l'accès à la jonction transverso-costale. La première côte est libérée de toutes ses attaches musculaires et ligamentaires en particulier au niveau du bord inscrit qui peut piéger la racine Th1 lorsque le ligament costo-septo-costal est présent (fig. 5). C'est à l'aide d'une pince gouge « en bec de canard » que l'arc postérieur est sectionné au plus près de l'articulation transverso-costale. Dans tous les cas le moignon résiduel ne doit pas excéder 1 cm et être arrondi à la gouge pour éviter tout conflit résiduel avec les troncs primaires du plexus brachial. L'extraction de la côte s'effectue habituellement de haut en bas par l'abord sous-claviculaire.

Le temps de neurolyse microchirurgicale s'effectue sous loupe ou lunettes binoculaires et se limite à une épineurotomie pour ne pas endommager la vascularisation. Il est souvent nécessaire de réaliser une épineurotomie sur la racine C7, car l'épaississement épineural est important. De même, on observe fréquemment un accolement des racines C8-Th1 en canon de fusil dont l'épinèvre est densifiée, leur neurolyse généralement extra-neurale peut, dans les cas sévères, nécessiter une

Figure 5. Section de l'arc postérieur de la première côte. Afin d'éviter la lésion de la racine T1 (1) il convient de réséquer le ligament costo-septo-costal (2).



simple épineurotomie.

Systématiquement, nous explorons au doigt depuis la voie d'abord sous-claviculaire le défilé petit pectoral, la perception d'un ligament coraco-claviculaire impose une courte incision delto-pectorale pour le réséquer.

En cas de pneumothorax, un drain thoracique est mis en place pour deux jours à la partie antérieure du deuxième espace intercostal. Ce drainage est certes indispensable pour recoller le poumon mais nous avons observé que c'était également un excellent moyen de drainage de l'espace sus- et sous-claviculaire. Les patients développent moins de sclérose post-opératoire contrairement à ce que nous avons observé avec de simples drains de Redon.

La fermeture de l'abord sus-claviculaire s'effectue en appliquant le tissu cellulo-graisseux sur le plexus brachial neurolysé et par suture en deux plans. À travers la voie d'abord sous-claviculaire le grand pectoral est suturé à la clavicle ou aux tissus environnants. L'immobilisation coude au corps est observée pour 3 semaines.

### La voie d'abord cervicale avec scalénectomie moyenne mais sans scalénectomie antérieure et avec exploration du défilé petit pectoral

Depuis 2009, nous avons introduit une approche chirurgicale dédiée aux formes neurogéniques avec un espace costo-claviculaire non compressif. Ce protocole a été élaboré à la suite de notre expérience des scalénectomies antérieures par voie cervicale pure qui ont nécessité secondairement des ablations de première côte. En effet, la scalénectomie antérieure entraîne une médialisation des structures vasculonerveuses dans le dièdre costo-claviculaire, ce qui peut provoquer à distance (de quelques mois à quelques années) l'apparition d'un syndrome, cette fois-ci, neurovasculaire. De même, la section ou la résection du scalène moyen fait disparaître l'effet de réflexion du plexus brachial qui aura tendance à s'horizontaliser (34). Les troncs secondaires du plexus brachial vont être encore plus au contact de la coracoïde et du ligament coraco-claviculaire. Il est intéressant d'observer que les formes neurogéniques qui concernaient surtout les racines C8-Th1 vont se compléter par une symptomatologie due à la compression du tronc secondaire antéro-interne et antéro-externe.

L'opéré installé en position de *Beach chair*, la voie d'abord sus-claviculaire est identique à celle décrite précédemment, nous y ajoutons une courte voie d'abord de 4 à 5 cm, en dedans de l'apophyse coracoïde, dans le sillon delto-pectoral (fig. 6).

D'emblée nous confirmons la liberté de l'espace costo-

claviculaire. L'insertion du scalène antérieur est préservée mais quelquefois nous sectionnons le plan tendineux le plus postérieur au contact de l'artère sous-clavière pour se libérer d'un effet hamac entre le scalène antérieur et moyen. Le scalène moyen est réséqué ainsi que toutes les structures ligamentaires vertébro-costales, vertébro-pleurales, costo-septo-costale et éventuellement le petit scalène (fig. 7, 8, 9, 10). Le tronc primaire inférieur et les racines C8-Th1 bénéficient d'une neurolyse extra-neurale, exceptionnellement d'une épineurotomie lorsque la densification épineurale est marquée.

Lorsque les structures ligamentaires sont denses, tendues et que la masse musculaire du scalène moyen est importante, on comprend que l'ensemble tronculaire et radulaire (TPI, C8-Th1) est fixé et que leur mise en tension par des mouvements d'abduction et de rétropulsion de l'épaule déclenche en quelques secondes la symptomatologie neurologiques. On conçoit que les tentatives de rééducation dans ce contexte soient vouées à l'échec.

L'intervention se termine par une résection systématique du ligament coraco-claviculaire qui est souvent imposant par sa largeur et son épaisseur ; de même, lorsque le muscle sous-clavier est volumineux, nous le sectionnons en s'assurant d'une bonne hémostase, car le réseau veineux est important dans l'espace retro-claviculaire (fig. 11). L'exploration de la face profonde du petit pectoral est systématique, nous ne l'avons désinséré qu'à deux reprises sur une série de 20 cas. La fermeture s'effectue par un double drainage sus-claviculaire et delto-pectoral.

## Résultats

Entre octobre 2000 et août 2010, nous avons réalisé 368 interventions chez 332 patients : 76 % concernaient les femmes, 24 % les hommes, l'âge moyen était de 41 ans, 30 % des opérés souffraient depuis plus de 2 ans, 20 % depuis 5 ans et 26 % au-delà de 5 ans avec des extrêmes de 18 ans. Le nombre de médecins consultés est impressionnant, avec quelquefois des orientations vers le psychiatre. Quatre-vingt-deux pourcent des patients n'avaient aucun antécédent traumatique. Tous les patients opérés avaient un tableau neurologique dominant intéressant quelques fois C7-C8-Th1, le plus souvent C8-Th1. Nous n'avons jamais opéré des patients avec une symptomatologie clinique intéressant les racines C5-C6. Nous pensons à tort que la majorité de nos patients avaient un index corporel élevé : il était normal dans 46 % des cas, il correspondait à une surcharge pondérale dans 26 % des cas, à une obésité modérée dans 16 % des cas et sévère dans 7 % des cas ; une minceur pathologique était observée dans 5 % des cas. Les travailleurs « lourds » comme les maçons et les femmes de charge sont plus exposés aux SDCTA en développant une musculature cervicale imposante.

Ces patients avaient un *double crush* préopératoire dans 36 % des cas et en postopératoire dans 11 % des cas, soit au total 47 % des cas, se rapprochant de la statistique de W. Wood (23, 35) qui en observait 44 %. Dans 82 % des cas, nous avons pu identifier la cause de la compression du plexus brachial. Les structures les plus fréquemment en cause sont les ligaments vertébro-costaux, costo-septo-costal, petit scalène et vertébro-pleural.

Aucun des opérateurs (M.M. et J.B.) n'a évalué les résultats ; ceux-ci ont été confiés à nos résidents (F.V. et L.P.) avec un recul de 6 mois à 10 ans (moyenne 4,8 ans), la série étudiée s'arrêtant en août 2010 pour obtenir un minimum de 6 mois de recul.

### Résultats après ablation de la première côte

La douleur a disparu dans 37 % des cas, est améliorée dans 50 % des cas, identique dans 10 % et aggravée dans 3 % des

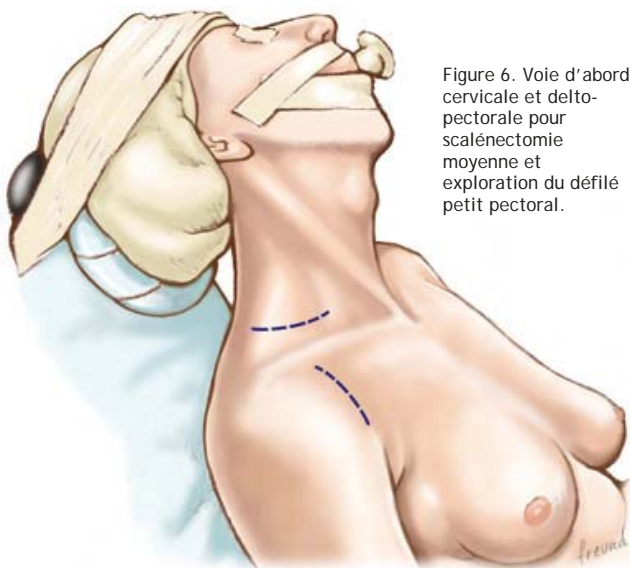


Figure 6. Voie d'abord cervicale et delto-pectorale pour scalénectomie moyenne et exploration du défilé petit pectoral.



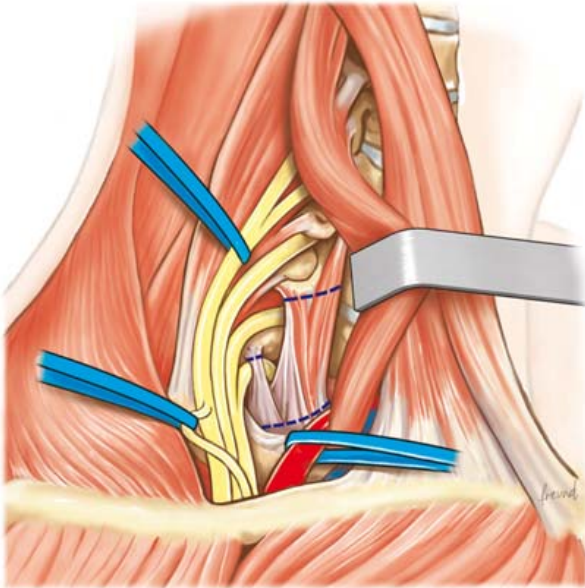


Figure 7. Section des structures ligamentaires et musculaires interscalénique. Ligament costo-septo-costal, vertébro-costal et petit scalène.

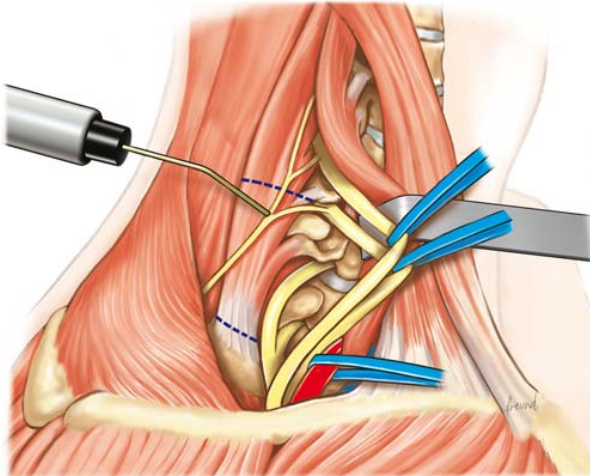


Figure 8. Résection du scalène moyen. Ce geste doit être précédé d'une identification du nerf du grand dentelé à l'aide d'un électro stimulateur.

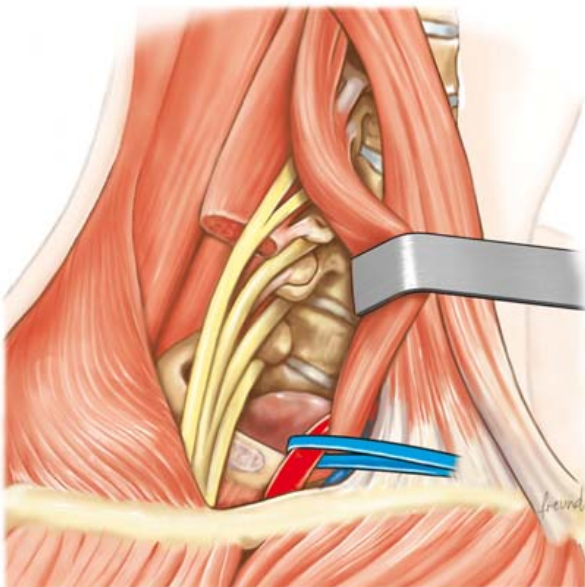


Figure 9. La résection du scalène moyen supprime la réflexion des troncs primaires autour de ce muscle.

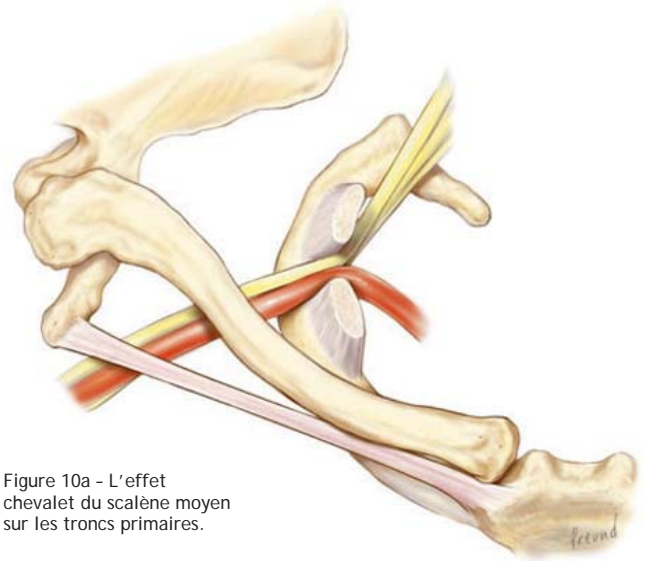


Figure 10a - L'effet chevalet du scalène moyen sur les troncs primaires.

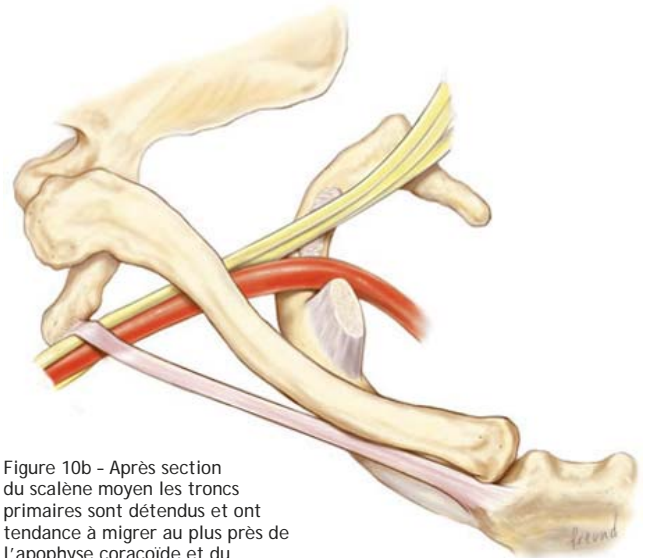


Figure 10b - Après section du scalène moyen les troncs primaires sont détendus et ont tendance à migrer au plus près de l'apophyse coracoïde et du ligament coraco-claviculaire.

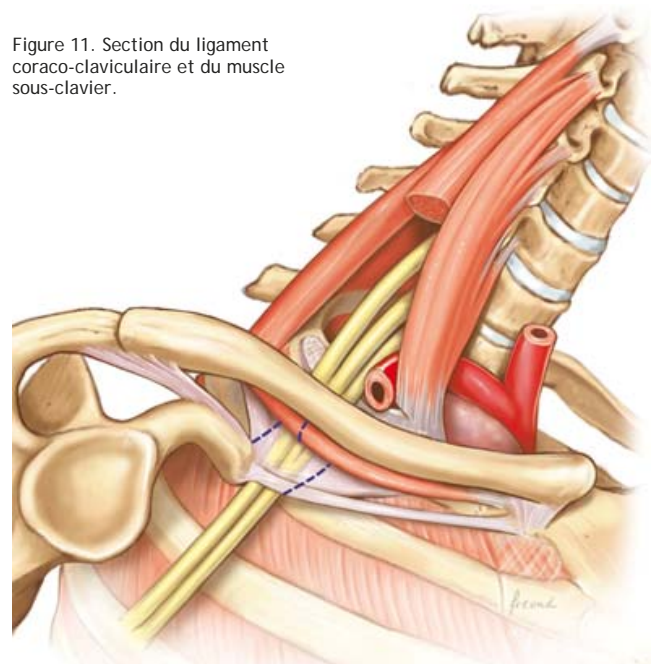


Figure 11. Section du ligament coraco-claviculaire et du muscle sous-clavier.

cas.

La force est améliorée dans 84 % des cas, identique dans 14 % et aggravée dans 2 % des cas.

Une majorité des opérés (52 %) ont déclaré que la stabilisation de la symptomatologie clinique arrivait après le sixième mois postopératoire.

Concernant l'impact sur le travail, 87 % des opérés ont repris leur travail antérieur, 2 % ont dû bénéficier d'un poste adapté, 6 % sont en invalidité, 5 % sont chômeurs.

Au final, 88 % des opérés feraient à nouveau cette intervention chirurgicale.

Il est intéressant d'observer que parmi les 12 % qui ne voudraient pas subir à nouveau cette intervention, trois d'entre eux ont eu un syndrome de régénération nerveuse de type causalgique. Certains gardaient un tableau de neuropathie chronique résistant à toutes les thérapeutiques adjuvantes. Enfin, une majorité des 12 % des insatisfaits regrettait que cette intervention n'ait pas réglée les pathologies périphériques : conflit sous-acromial, tendinopathies, épitrochléites, épicondylites, etc. Enfin, lorsque nous n'avons pas trouvé de cause anatomique précise à la souffrance du plexus brachial, le degré de satisfaction des opérés a été également de 88 %, ce qui démontre qu'il existe un aspect dynamique dans la mise en souffrance des racines et des troncs nerveux.

### Résultats après scalénectomie moyenne et traitement du défilé petit pectoral

Nous avons réalisé à ce jour 20 interventions avec voie d'abord cervicale sans scalénectomie antérieure ni résection de la première côte mais avec résection du scalène moyen et résection du ligament coraco-claviculaire et éventuellement ténotomie du petit pectoral. La moyenne d'âge des opérés était de 38,5 ans. Sept des 20 opérés avaient un antécédent de traumatisme (coup du lapin, traumatisme en traction du bras, abaissement violent de l'épaule), quatre patients avaient été traités antérieurement au niveau du rachis pour cervico-brachialgies C5-C6, cinq avaient subi une chirurgie arthroscopique de l'épaule pour conflit sous-acromial. Les signes cliniques s'étaient installés en moyenne depuis 4,5 ans avant d'aboutir à l'indication chirurgicale. Treize des opérés avaient une symptomatologie intéressante C7-C8-Th1, quatre C8-Th1, deux C7 ; un patient avait un syndrome neurovasculaire avec arrêt du pouls lors de la manœuvre du « chandelier ». Tous les patients avaient un « signe du chandelier » positif qui s'est négativé en postopératoire. La douleur a disparu complètement dans 35 % des cas (7 patients), partiellement dans 60 % des cas (12 patients) et un patient n'a observé aucune modification. La force de serrage s'est améliorée dans 80 % des cas (16 opérés) et est restée inchangée dans 20 % (4 opérés). À ce jour aucun des opérés de cette série, dont le recul se situe entre 6 mois et 3 ans, n'ont eu à être réopérés pour subir l'ablation de la première côte. Dix-neuf des 20 patients feraient à nouveau cette intervention. Un patient dit ne pas avoir été amélioré sur le plan de la force et des douleurs alors qu'il a négativé en postopératoire le « signe du chandelier », mais il a développé aussi une capsulite rétractile de l'épaule du côté opéré, ce qui ne lui a pas permis de reprendre son activité professionnelle. Il est intéressant d'observer que 80 % de ces patients ont repris une activité professionnelle, 20 % sont au chômage et avaient déjà perdu lors de l'intervention chirurgicale compte-tenu de la longueur de l'évolution des troubles durant plusieurs années s'accompagnant d'une perte de force de serrage incompatible avec l'exercice de leur métier (bâtiment, femme de charge).

## Complications et insuffisances techniques de la chirurgie

Notre expérience chirurgicale, entre octobre 2000 et août 2010, nous a permis de réaliser 368 abord chirurgicaux dont 34 réinterventions. Les complications et insuffisances techniques que nous avons rencontrées varient selon les voies d'abord utilisées.

### Voie d'abord sus- et sous-claviculaire de Cormier

La dissection trop poussée du nerf phrénique pour réaliser une scalénectomie a induit cinq paralysies diaphragmatiques spontanément régressives et une paralysie définitive. Nous avons désormais limité la scalénectomie à hauteur de C7. Trois scapula-alata ont été observées en postopératoire dont deux spontanément régressives et une définitive. Le nerf du grand dentelé est un nerf fragile, qui dans 50 % des cas, a un trajet intramusculaire qui doit être recherché par électrostimulation avant de réaliser le moindre geste de désinsertion ou de résection du scalène moyen. Comme le phrénique, c'est un nerf que nous ne mettons jamais sur lac.

Nous avons procédé dans cinq cas à une réintervention par voie delto-pectorale pour désinsérer dans deux cas le petit pectoral et dans tous les cas sectionner le ligament coraco-claviculaire et dans deux cas un volumineux muscle sous-clavier. Un patient fumeur a développé une atelectasie.

Dans 30 % des cas un drain thoracique a été mis en place pour, à la fois, traiter la brèche pleurale et assurer un excellent drainage de l'espace sus-claviculaire. Un drainage pleural met l'opéré à l'abri d'un hématome sus-claviculaire et évite une réaction fibreuse péri-neurale. La brèche pleurale n'est pas une complication de cette chirurgie.

### Voie d'abord sus-claviculaire et delto-pectorale sans ablation de la première côte

Sur les 20 cas opérés, nous n'avons observé aucune complication sur le nerf phrénique, car le scalène antérieur est préservé. La résection du scalène moyen n'a créé aucune parésie du grand dentelé. Cet abord chirurgical est peu agressif tout en permettant de contrôler toutes les structures anatomiques interscaléniques. Il n'y a pas eu d'effraction pleurale. L'abord delto-pectoral n'a été la source d'aucune complication, en particulier pour ce qui concerne le nerf musculo-cutané.

### Reprises chirurgicales

Elles concernaient 28 patients qui ont subi 34 interventions en moyenne 6 mois après leur première intervention.

Dans cette série de 34 réinterventions nous sommes à l'origine de 14 réinterventions.

Treize cas opérés en première intention pour des syndromes interscaléniques avaient subi une résection du scalène antérieur et des structures ligamentaires interscaléniques et, pour deux d'entre eux, une résection de côte cervicale. Un cas avait été opéré par voie axillaire de Roos.

Les 20 autres cas avaient été opérés par d'autres collègues dont 13 cas par voie axillaire de Roos, 3 par voie sus-claviculaire avec tentative de résection de la première côte et 4 cas par voie sus-claviculaire sans résection de la première côte.

Au total dans 17 cas il y avait eu résection de la première côte et dans 17 cas absence de résection. Il est intéressant d'observer que 30 sur 34 des réinterventions avaient permis aux patients, après leur première intervention, d'être améliorés sur le plan neurologiques. Quatre interventions primaires avaient été sans effet.



La symptomatologie apparue secondairement était dans 16 cas purement neurologique et dans 18 cas neurovasculaire. Les patients ont été réopérés en moyenne 7,1 années après la première intervention avec des extrêmes de 6 mois à 24 ans. Les causes de ces échecs étaient une compression des structures vasculonerveuses dans le dièdre costo-claviculaire. La scalénectomie antérieure entraîne une médialisation de ces structures ; l'insuffisance de résection de l'arc antérieur de la première côte par voie de Roos est une des difficultés de cette voie d'abord et lorsque la première côte n'a pas été enlevée la migration médiale des structures vasculonerveuses se font piégées dans le dièdre costo-claviculaire. L'insuffisance de résection des structures ligamentaires vertébro-costales, costo-septo-costales, vertébro-pleurales ainsi que du muscle petit scalène contribue à la souffrance du plexus brachial. Mais la voie axillaire de Roos est à l'origine des cas les plus sévères par insuffisance de résection de l'arc antérieur et postérieur de la première côte ainsi que de la création d'un effet de « hamac » par absence de séparation des structures fibreuses tendineuses qui unissent les attaches du scalène antérieur et moyen. Le tonus musculaire de ces deux muscles va tracter vers le haut l'artère sous-clavière et le plexus brachial. Le patient est généralement aggravé après cette intervention, du fait de cette insuffisance technique. La dissection secondaire de ce monobloc musculaire est difficile et, lorsque les deux muscles scalène sont séparés, on observe une artère sous-clavière ascensionnée en « crosse d'évêque » et une réaction épineurale très dense du plexus brachial. Le résultat avec un recul moyen de 4,2 ans de ces reprises chirurgicales est encourageant, car après 29 interventions sur 34 les résultats ont été jugés excellents ou bon pour ce qui concerne la douleur et la récupération de la force. Il n'y avait pas de différence entre les deux groupes des opérés (résection première ou non de la première côte). Cinq cas ont eu un mauvais résultat (2/17 pas de résection primaire de la première côte, 3/17 avec résection primaire de la première côte). Ces réinterventions sont techniquement difficiles, et la redissection du nerf phrénique a été à l'origine d'une paralysie définitive non par section mais par ischémie provoquée par sa neurolyse extensive. Une rupture sous-adventielle a nécessité la pose d'un stent. Enfin, nous avons dû réintervenir de manière bilatérale chez un même patient pour la constitution d'un défilé petit pectoral. Cette chirurgie modifie indiscutablement l'orientation du plexus brachial, d'une part la scalénectomie antérieure favorise la médialisation des structures vasculonerveuses et, d'autre part, la scalénectomie moyenne contribue à horizontaliser le plexus brachial et les troncs secondaires viennent plus au contact de la coracoïde et du complexe ligamentaire coraco-claviculaire.

## Indications

Notre pratique chirurgicale a considérablement évoluée depuis les années 1975 où la voie axillaire de Roos était considérée comme le *Gold standard* pour les chirurgiens vasculaires. Notre activité en chirurgie du plexus brachial nous a orientés vers les formes neurogéniques pures, ce qui a motivé notre approche cervicale pure (années 1990). Le taux de reprises chirurgicales (13 %) nous a conduits à être plus systématique dans l'ablation de la première côte, en particulier à partir des années 2000. Nous étions notamment frappés par la migration des structures neurovasculaires dans le dièdre costo-claviculaire après scalénectomie antérieure et résection des structures ligamentaires interscaléniques. Lorsque l'espace costo-claviculaire est suffisamment ouvert, ce que l'on peut percevoir par un examen clinique dynamique, et lorsque le patient endormi est installé en position de *Beach chair* sur la table d'opération, nous préconisons l'abord premier sus-claviculaire avec résection du scalène moyen et des structures ligamentaires interscaléniques et section du

ligament coraco-claviculaire et, à la demande, ténotomie du petit pectoral et section ou résection du muscle sous-clavier.

## Conclusions

Notre expérience nous a montré que le diagnostic est trop tardif. Les patients souffrent depuis de nombreuses années et ont effectué un parcours médical épuisant, conduisant - à tort - certains d'entre eux vers une prise en charge psychiatrique. Le diagnostic non posé a nécessairement conduit le patient chez les kinésithérapeutes qui ne pouvaient effectuer qu'une rééducation symptomatique faute de diagnostic précis. Le déficit dans ce domaine de la rééducation devra s'effacer au prix d'une formation des kinésithérapeutes. Nous pourrions alors connaître quelle est la vraie place des protocoles de rééducation dans le traitement des syndromes des défilés cervico-thoraco-axillaires avérés. N'oublions pas que dans cette pathologie il existe six niveaux de compression des structures vasculonerveuses et que le protocole de rééducation ne peut être le même selon le niveau lésionnel. Par ailleurs, il ne faut pas négliger l'examen clinique qui doit être précis, dynamique, répétitif et s'associer à nos collègues neurologues qui pratiquent l'électromyographie à un haut niveau. Le diagnostic doit éliminer de nombreuses étiologies sources de cervico-brachialgies ; il faut admettre que l'imagerie moderne est ici peu contributive dans le diagnostic. Au total, tout doit être mis en œuvre pour poser un diagnostic avant l'apparition de l'atrophie des interosseux qui est irréversible malgré la libération du plexus brachial. Pour les formes neurogéniques, le consensus est établi pour opérer par voie sus-claviculaire et de décider ou non de l'ablation de la première côte. Cette intervention chirurgicale doit être unique.

## QUESTIONS

### Question Y. Chapuis

Sans atteindre le niveau d'expérience qui vient d'être présenté où je relève en particulier la parfaite analyse des différents niveaux de compression affectant le défilé cervico-brachial, je souhaite faire mention des 68 patients que j'ai eu l'occasion d'opérer de 1974 à 1994.

Première particularité, la fréquence des compressions veineuses : 10 cas, soit 15 %, dont trois thromboses de la veine sous-clavière ont fait l'objet d'un article paru dans le *Journal de Chirurgie* en 1978. Les autres concernaient des formes neurogéniques pures ou associées à des signes de compression artérielle. À cet égard, parmi les anomalies rencontrées, figure une duplication d'insertion du scalène antérieur enserrant l'artère sous-clavière.

S'agissant de la voie d'abord, à coté de son caractère esthétique, la voie axillaire de Ross en dépit de la profondeur du champ opératoire a été préférée. Il est vrai que la résection complète de la première côte, surtout de sa partie postérieure, est délicate, impose une vue parfaite et un temps un peu aveugle au moment de la section costale.

Ma question est la suivante : un nombre croissant de patients a été pris en charge par le service de rééducation de Cochin, par une kinésithérapeute qui s'intéressait au *thoracic outlet syndrom* avec de bons résultats. Quelle est votre opinion à ce sujet ?

### Réponse

- Dans notre série, nous avons aussi été attentifs aux signes de stase veineuse que présentaient nos opérés. Nous avons relevé des signes évidents de stase veineuse dans 4 % de notre série qui était très ciblée sur les formes neurogéniques.
- Notre renoncement à utiliser la voie axillaire de Roos a deux raisons principales. D'une part, nous souhaitons contrôler

toutes les structures ligamentaires et musculaires interscaléniques, ce que nous permet la voie d'abord sus-claviculaire. D'autre part, nous avons eu à reprendre une série de patients opérés par nos collègues qui n'avaient pas réussi à réséquer la totalité de la première côte, générant compression des troncs primaires par le résidu de l'arc postérieur et compression vasculaire par médialisation des structures dans le dièdre costo-claviculaire résiduel, enfin l'absence de séparation des attaches communes du scalène antérieur et moyen a provoqué plusieurs syndrome du « hamac » comme nous l'avons rapporté ci-dessus.

- Il y a indiscutablement une place pour la rééducation chez les sujets jeunes qui répondent bien à ces protocoles. Lorsque la symptomatologie clinique concerne des personnes de plus de 40 ans et qui ont développé une activité physique importante, la rééducation est décevante. Rappelons que ces patients ont généralement mis plus de 4 ans avant que le diagnostic soit posé. Ils ont eu de la rééducation souvent inadaptée au contexte. Par ailleurs, il faudrait s'assurer que les patients bénéficiaires de cette rééducation ont été réduits pour un vrai syndrome des défilés cervico-thoraco-axillaire qui ne représentent que 5 % des cervico-brachialgies. J'ai toujours du mal à comprendre comment avec un protocole de rééducation on peut traiter 6 niveaux de compression possible du plexus brachial. L'enseignement de cette rééducation devrait être mieux développé, car peu de kinésithérapeutes ont été initiés.

#### Question M. Schoofs

Excellent résumé de l'évolution commune sur la prise en charge de défilés. Concernant la résection de la première côte, la réponse ne serait-elle pas chez les radiologues avec des angioscanners très précis permettant de localiser la compression interscalénique, costo-claviculaire ou sous pectorale ?

#### Réponse

Sur le plan vasculaire, nos collègues radiologues sont de plus en plus précis pour nous montrer les niveaux lésionnels potentiels mais cette imagerie de qualité ne permet pas de prédéterminer le protocole opératoire. L'association d'une souffrance interscalénique du plexus brachial avec une souffrance dans le défilé petit pectoral impose l'exploration la plus complète possible du plexus brachial. Enlever la première côte reste une décision per-opératoire.

#### Question L. Sedel

Félicitations pour cette belle communication et merci de proposer une petite voie d'abord sous-claviculaire que nous proposons depuis 25 ans. Deux remarques :

- il est possible de retirer une fraction de la première côte par cette voie ;
- il est possible aussi de sectionner la partie postérieure du scalène antérieur qui est souvent fibreuse et source de compression artérielle.

#### Réponse

- Concernant la première remarque : Oui, dans les dispositions hautes et horizontales de la première côte, il est possible de la réséquer de manière sub-totale, mais ce n'est pas la règle. Si après la scalénectomie antérieure subsiste un arc antérieur trop long l'opéré est alors en situation de récurrence par migration des structures vasculonerveuses dans le dièdre costo-claviculaire résiduel. En revanche, la voie d'abord cervicale permet une résection de l'arc postérieur à proximité de la jonction vertébro-costale.
- Concernant la deuxième remarque : je confirme, comme Laurent Sedel, qu'en l'absence de compression des éléments vasculonerveux dans l'espace costo-claviculaire, il convient de préserver un minimum d'insertion du scalène antérieur sur la première côte et de se séparer du scalène moyen. Les modifications d'orientation du plexus brachial doivent imposer également l'exploration du défilé pectoral.

## Références

- Poitevin LA. Compressions à la confluence cervico-brachiale. In : Tubiana R, editor. *Traité de Chirurgie de la Main*. Vol. 4. Paris : Masson ; 1991 ; pp 362-378
- Poitevin LA. Etude des défilés thoraco-cervico-brachiaux : étude anatomique, dynamique et radiologique. Thèse de Médecine, Paris, 1980.
- Poitevin LA. Les défilés thoraco-cervico-brachiaux. *Mem Lab Anat (Paris)* 1980 ; 42 : 1-207.
- Fugate MW, Rotellini-Coltvet L, Freischlag JA. Current management of thoracic outlet syndrome. *Curr Treat Options Cardiovasc Med* 2009 ; 11 : 176-83.
- Kieffer E. Les syndromes de la traversée thoraco-brachiale. AERC-V-Paris, 1989.
- Mercier CL, Huguet JF. Les syndromes vasculaires de la traversée thoraco-brachiale. Paris : Masson ; 1976.
- Roos DB. New concepts of thoracic outlet syndrome which explain etiology, symptoms, diagnosis and treatment. *Vasc Surg* 1979 ; 13 : 313-21.
- Roos DB. The place for scalenectomy and first-rib resection in thoracic outlet syndrome. *Surgery* 1982 ; 92 : 1077-85.
- Roos DB, Edgar J. Poth Lecture. Thoracic outlet syndromes: update 1987. *Am J Surg* 1987 ; 154 : 568-73.
- Roos DB. Transaxillary approach for first rib resection to relieve thoracic outlet syndrome. *Ann Surg* 1966 ; 163 : 354-8.
- Borrelly J, Merle M, Hubert J, Grosdidier G, Wack B. [Compression of the brachial plexus by a pseudarthrosis of the 1st rib]. *Ann Chir Main* 1984 ; 3 : 266-8.
- Merle M, Borrelly J. [Treatment of the neurologic forms of the thoracic outlet syndrome using the Ross approach]. *Chirurgie* 1987 ; 113 : 188-94.
- Merle M. Les syndromes de la traversée cervico-thoraco-brachiale. In : *Cahier d'enseignement de la Société Française de Chirurgie de la Main*. Paris : Expansion Scientifique Française ; 1995. p. 29-47.
- Merle M, Borrelly J. Complications de la chirurgie du défilé cervico-thoraco-axillaire. *Chirurgie* 2002 ; 3 : 23-8.
- Merle M, Borrelly J. Syndromes de la traversée cervico-thoracobrachiale. In : *Chirurgie de la main : 3 affections rhumatismales, dégénératives, syndromes canalaire*. Paris : Masson ; 2007. p. 331-70.
- Merle M, Borrelly J, Felten P. Quand et comment opérer les syndromes des défilés cervico-thoraco-brachiaux neurogéniques ? A propos de 358 interventions. In : Allieu Y, editor. *La ceinture claviculo-scapulaire*. Montpellier : Sauramps ; 2010. p. 289-310.
- Sebileau P. *Démonstrations d'Anatomie*. Paris : G. Steinheil ; 1892.
- Morley J. Brachial pressure neuritis due to a normal first thoracic rib : its diagnosis and treatment by excision of rib. *Clin J* 1913 ; 13 : 461-3.
- Adson AW, Coffey JR. Cervical Rib. A method of anterior approach for relief of symptoms by division of the scalenus anticus. *Ann Surg* 1927 ; 85 : 839-57.
- Narakas AO. Syndrome de la traversée thoraco-cervico-brachiale. In : Tubiana R, editor. *Traité de Chirurgie de la Main*. Vol. 4. Paris : Masson ; 1991. p. 378-418.
- Falconer M.A., Weddell G. Costoclavicular compression of the subclavian artery and vein. *Lancet* 1943 ; 30 : 539-43.
- Narakas AO. [Critical review of conservative and surgical treatment of the crossed thoraco-cervico-brachial syndrome]. *Rev Med Suisse Romande* 1989 ; 109 : 557-71.
- Wood VE, Biondi J. Double-crush nerve compression in thoracic-outlet syndrome. *J Bone Joint Surg Am* 1990 ; 72 : 85-7.
- Narakas AO. The role of thoracic outlet syndrome in the double crush syndrome. *Ann Chir Main Memb Super* 1990 ; 9 : 331-40.
- Brudon JR, Brudon F, Bady B, Descotes J. [Value of somatosensory evoked potentials in thoraco-brachial outlet syndrome]. *J Mal Vasc* 1989 ; 14 : 303-6.
- Peet RM, Henriksen JD, Anderson TP, Martin GM. Thoracic-outlet syndrome: evaluation of a therapeutic exercise program. *Proc Staff Meet Mayo Clin* 1956 ; 31 : 281-7.
- Smith KF. The thoracic outlet syndrome: a protocol of treatment \*. *J Orthop Sports Phys Ther* 1979 ; 1 : 89-99.
- Sällström J, Celegin Z. Physiotherapy in patients with thoracic outlet syndrome. *Vasa* 1983 ; 12 : 257-61.
- Aligne C, Barral X. Rehabilitation of patients with thoracic outlet syndrome. *Ann Vasc Surg* 1992 ; 6 : 381-9.
- Novak CB. Physical therapy management of musicians with thoracic outlet syndrome. *J Hand Ther* 1992 ; 5 : 73-9.
- Romain M, Nougaret C, Pellegrin R, Brunon A, Dupuy S. Technolo-

- gie de rééducation appliquée au syndrome de la traversée cervico-thoraco-brachiale. In : Romain M, Leblond C, Herisson CH, editors. Le syndrome de la traversée cervico-thoraco-brachiale. Montpellier : Sauramps ; 2003. p. 97-105.
32. Cormier F, Brun JP, Marzelle J, Fichele JM, Cormier JM. Syndrome du défilé thoraco-brachial. Actualités d'Angéiologie 1994 ; 19 : 62-9.
  33. Ward AS, Cormier JM. Thoracic outlet syndrome and upper limb revascularization. In : Operative techniques un arterial surgery. Lancaster (UK) : MTP Press Ltd ; 1986. p. 283-303.
  34. Allieu Y, Benichou M, Touchais S, Desbonnet P, Lussiez B. [The neurological forms of thoracic outlet syndrome: the role of the middle scalene]. Ann Chir Main Memb Super 1991 ; 10 : 308-12.
  35. Wood VE, Twito R, Verska JM. Thoracic outlet syndrome. The results of first rib resection in 100 patients. Orthop Clin North Am 1988 ; 19 : 131-46.