

UNIVERSITÉ DE BOURGOGNE

UFR 910 : Science – Vie – Terre – Environnement

THÈSE

Pour obtenir le grade de  
Doctorat de l'Université de Bourgogne  
Discipline : Sciences – Vie

par

Olivier TROST

**Repérage des nerfs des régions profondes de la face :  
applications en chirurgie, en imagerie et en  
électrophysiologie.**

**Directeur de Thèse**

Pr. Pierre TROUILLOUD

**Co-directeur de Thèse**

Pr. Nicolas CHEYNEL

**Jury**

**Président :** Pr. Christian VACHER (PU-PH, Université de Paris VII)

**Rapporteurs :**

Pr. Christophe MEYER (PU-PH, Université de Franche-Comté)

Pr. Etienne SIMON (PU-PH, Université de Nancy – 1 Raymond Poincaré)

**Membre du Jury :**

Pr. Nicolas CHEYNEL (PU-PH, Université de Bourgogne)

Pr. Pierre TROUILLOUD (PU-PH, Université de Bourgogne)

Pr. Frédéric RICOLFI (PU-PH, Université de Bourgogne)



# SOMMAIRE

## **Introduction**

### **Partie I : Les nerfs des régions profondes de la tête**

I Le nerf trijumeau

II Le nerf facial

### **Partie II : Apports personnels à la thématique des nerfs des régions profondes de la tête**

A Repérage du nerf lingual par rapport à la branche de la mandibule : protocole d'étude original, applications cliniques et perspectives pédagogiques

B Marquage au fil d'acier et étude scannographique de la corde du tympan : étude anatomique et perspectives pédagogiques

C « La règle des tiers », une méthode simple pour repérer le foramen mandibulaire: étude radiologique préliminaire.

D Marquage de la partie extra-crânienne du nerf facial et de ses branches terminales: étude anatomique et applications en chirurgie maxillo-faciale.

E Voie d'abord cervicale haute trans-massétérique pré-parotidienne pour l'ostéosynthèse à ciel ouvert des fractures sous condyliennes de la mandibule.

F Contribution de l'artère auriculaire postérieure à la vascularisation du nerf facial dans l'espace préstylien : étude anatomique et conséquences cliniques.

G Re : « Paralysie faciale définitive compliquant une otoplastie par voie postérieure.

### **Partie III : Discussion**

## **Conclusion**



## **SUMMARY**

Anatomy (section 42-01 of the National University Council) is both the oldest scientific and medical discipline (from whom “nothing is yet to expect” according to some of our colleagues), and an up-to-date science directly connected to the clinical practice. The nerves of the deep regions of the head illustrate this theme very well. In the field of oral and maxillofacial surgery, of electrophysiological exploration of the sensory branches of the mandibular nerve (for example in the follow-up of lingual nerve injury during wisdom teeth extraction, the first cause of juridic litigation in France for oral surgeons and dentists), or in medical imaging, an accurate knowledge of these structures is mandatory for the developments of our clinical practices.

Some anatomical and anatomo-clinical studies have been designed in this field, demonstrating the actuality and vitality of our discipline.

## **KEYWORDS**

Anatomy – Nerve – Head – Surgery – Imaging – Neurology – Law – Education.



## LISTE DES FIGURES

- Figure 1 : Approche rétro-mandibulaire de la fosse infratemporale.
- Figure 2 : Dissection de la fosse infratemporale.
- Figure 3 : Cathétérisme du nerf lingual à l'aide d'un fil d'acier 3/0.
- Figure 4 : Vue supérieure de la base du crâne après ablation numérique de la calvaria.
- Figure 5 : Vue médiale du crâne montrant le trajet du nerf lingual.
- Figure 6 : Vue postérieure de la fosse infratemporale et du nerf lingual après ablation numérique de la colonne cervicale.
- Figure 7 : Situation du nerf lingual dans le plan horizontal de la partie la plus basse de l'incisure mandibulaire.
- Figure 8 : Situation du nerf lingual en regard de la lingula.
- Figure 9 : Situation du nerf lingual en regard de la dent de sagesse.
- Figure 10 : Abord de la corde du tympan par une ostéotomie verticale de la branche de la mandibule.
- Figure 11 : Représentation schématique du nerf lingual et de la corde du tympan.
- Figure 12 : Projection antérieure de la corde du tympan.
- Figure 13 : Projection latérale de la corde du tympan.
- Figure 14 : Scanner en coupe horizontale montrant le nerf lingual au foramen ovale.
- Figure 15 : Scanner en coupe horizontale montrant l'émergence de la corde du tympan à la suture pétro-tympanique.
- Figure 16 : Scanner en coupe horizontale montrant l'anastomose de la corde du tympan et du nerf lingual.
- Figure 17 : Coupe scannographique montrant le nerf lingual et la corde du tympan dans la fosse infratemporale.
- Figure 18 : Coupe scannographique frontale montrant l'émergence de la corde

du tympan à la fissure pétro-tympanique, en regard de la tête mandibulaire.

Figure 19 : Coupe scannographique frontale passant par le col mandibulaire, montrant le nerf lingual et la corde du tympan.

Figure 20 : Reconstructions tridimensionnelles de la corde du tympan et du nerf lingual, vue médiale.

Figure 21 : Reconstructions tridimensionnelles de la corde du tympan et du nerf lingual, vue postérieure.

Figure 22 : Mise en place du repère pour analyser la position du foramen mandibulaire.

Figure 23 : Rapport y/h, côté droit.

Figure 24 : Rapport y/h, côté gauche.

Figure 25 : Rapport x/l, côté droit.

Figure 26 : Rapport x/l, côté gauche.

Figure 27 : Zone de sécurité du ramus mandibulaire, où il est peu probable de trouver le foramen mandibulaire.

Figure 28 : Approche latérale du ramus mandibulaire par une voie cervicale haute.

Figure 29 : Vue gauche de la tête, montrant le nerf facial et les mesures réalisées.

Figure 30 : Situation du rameau mentonnier du nerf facial.

Figure 31 : Fracture sous-condylienne basse de la mandibule.

Figure 32 : Incision cutanée d'une voie cervicale haute.

Figure 33 : Dissection sous-cutanée étendue, premier temps d'une voie cervicale haute.

Figure 34 : Incision du SMAS, approche du fascia pré-massétérique.

Figure 35 : Agrandissement montrant un rameau buccal du nerf facial.

Figure 36 : Schémas montrant le principe des voies d'abord du condyle cervicales hautes.

Figure 37 : Incision du muscle masséter et abord du condyle mandibulaire.

Figure 38 : Exposition suffisante du foyer de fracture du condyle mandibulaire.

Figure 39 : Coloration du territoire cutané de l'artère auriculaire postérieure.

Figure 40 : Situation du nerf facial dans la loge parotidienne.

Figure 41 : Classification des collatérales de l'artère auriculaire postérieure destinées au nerf facial.

Figure 42 : Vascularisation de type 2.

Figure 43 : Vascularisation de type 3.



## INTRODUCTION

Le repérage des nerfs des régions profondes de la face a des applications en chirurgie, en imagerie ou encore en électrophysiologie. Il s'agit en premier lieu du nerf mandibulaire (V3) et de ses deux branches terminales principales, les nerfs lingual et alvéolaire inférieur, ainsi que du nerf facial (VII). Il s'inscrit dans des développements cliniques et paracliniques pertinents en chirurgie maxillo-faciale en odontologie, imagerie.

Le repérage des nerfs est un acte quotidien, pour le chirurgien, le radiologue ou encore le neurologue électro-neurographiste. Seulement voilà, cet acte banal ne va pas de soi. En effet, Hippocrate par exemple confondait les nerfs et les tendons ! Il est arrivé même au chirurgien le plus expérimenté de confondre et de suturer le nerf médian avec un tendon fléchisseur au poignet...

### **Données actuelles sur le sujet**

Un nerf doit être caractérisé pour être différencié de son environnement, et doit être repéré afin de faciliter son abord, ou d'éviter son trajet.

**Caractériser** un nerf est l'action de le différencier des structures qui l'entourent. C'est relativement simple lorsqu'on aborde chirurgicalement, chez le vivant, les gros nerfs des membres, en particulier le nerf sciatique qui est le plus volumineux nerf de l'organisme. Reconnaître les petits nerfs des régions profondes de la face l'est beaucoup moins, du fait de la taille des structures, et de leurs rapports complexes dans des régions d'abord malaisé. D'autre part, sur le sujet anatomique, la caractérisation du nerf dépend beaucoup de la technique de conservation utilisée (Benkhadra, 2009). Ainsi, la destruction précoce des struc-

tures qui donnent les qualités mécaniques des nerfs observée chez les cadavres frais ou dans certaines méthodes de conservation (travaux), rend la dissection des petits nerfs profonds très aléatoire (comme par exemple le nerf facial et ses branches dans la glande parotide).

Depuis une vingtaine d'années, l'imagerie des nerfs périphériques a connu des progrès considérables :

- développement de l'imagerie par résonance magnétique (IRM),
- échographie, surtout avec le développement de sondes de très haute fréquence (Fornage, 1988 ; Moser, 2008).

L'échographie tient une place toute particulière dans l'imagerie des nerfs périphériques. Entre les mains d'un opérateur chevronné, elle fournit de nombreuses informations et a l'avantage d'être facilement disponible, moins coûteuse et de donner des informations dynamiques. C'est Fornage (1988) qui en a initié la pratique.

L'examen échographique nécessite l'utilisation de sondes linéaires de haute fréquence (10-15 MHz). La technique de routine est dite « technique de l'ascenseur » (Moser, 2008 ; Martinoli, 2004 ; Bianchi, 2008 ; Chiou, 2003 ; Stuart, 2004) : à partir d'un repère anatomique connu de référence, le nerf est repéré, puis suivi dans le plan axial en montant et descendant le long de son axe. Ainsi, par exemple, le nerf médian peut-il être repéré dans la fosse cubitale en dedans de l'artère brachiale. Des repères osseux peuvent en outre être utilisés : c'est par exemple le cas du nerf ulnaire qui est repéré au coude dans sa gouttière ostéo-fibreuse épicondylo-olécrânienne médiale.

En coupe longitudinale, le nerf apparaît sous la forme d'une alternance

de plusieurs bandes hypoéchogènes et hyperéchogènes parallèles (aspect « fasciculaire »). Les nerfs apparaissent plus échogènes que les tendons. Ils sont moins soumis aux artéfacts d'anisotropie que les tendons (Silvestri, 1995 ; Chiou, 2003 ; Bianchi, 2008). En coupe axiale, les nerfs apparaissent ronds ou ovalaires, plus ou moins homogènes. Cet aspect est naturellement lié à l'anatomie microscopique du nerf, constitué de nombreux fascicules hypoéchogènes (les axones myélinisés ou non) entourés d'un tissu de soutien hyperéchogène, endonèvre et périnèvre (Stuart, 2004, Trost et Trouilloud, 2010). Une modification de cet aspect peut être en faveur d'un processus pathologique (souffrance, dégénérescence) ou être lié à la taille du nerf (d'où l'intérêt de comparer au côté sain).

Seulement voilà, tous les nerfs périphériques ne peuvent être visualisés en échographie : seuls les plus gros sont visibles : donner des ordres de grandeur : contraste. En clinique, dans ces cas, des signes indirects permettent de poser l'hypothèse de leur lésion, comme l'amyotrophie des muscles sous leur dépendance, plus ou moins marquée, et comparée au côté sain (Peetrons, 2008 ; Bargfrede, 1999).

L'IRM permet la visualisation des nerfs périphériques, si certaines conditions sont réunies :

- résolution spatiale satisfaisante,
- rapport signal/bruit suffisant,
- environnement anatomique favorable (graisse),
- utilisation de séquences adaptées (T1, T1 avec saturation des graisses, T2, injection, séquence de tenseur de diffusion.)

**Repérer** un nerf permet selon le cas d'aborder le nerf, ou de l'éviter. Plusieurs méthodes permettent le repérage des nerfs : la dissection (sur le vivant, en

chirurgie, ou sur le cadavre, en anatomie), l'imagerie ou la stimulation comme par exemple lors de la dissection du nerf facial dans la parotidectomie. L'allométrie exprime la corrélation entre la taille d'un organisme et certains de ses paramètres biologiques ou morphométriques.

Le repérage des nerfs des régions profondes de la face a des applications en chirurgie, en imagerie ou encore en électrophysiologie. Il s'agit en premier lieu du nerf mandibulaire (V3) et de ses deux branches terminales principales, les nerfs lingual et alvéolaire inférieur, ainsi que du nerf facial (VII). Il s'inscrit dans des développements cliniques et paracliniques pertinents en chirurgie maxillo-faciale et en odontologie.

En effet, le développement récent de techniques chirurgicales novatrices, en particulier dans le cadre très discuté des fractures de la région condylienne de la mandibule, a suscité un regain d'intérêt dans le repérage du nerf facial, et de son rameau mentonnier, dont les lésions se traduisent par une paralysie de la lèvre inférieure très handicapante sur le plan social.

Dans le domaine de la stomatologie, les branches sensibles du nerf mandibulaire peuvent être lésées, par exemple lors de l'extraction des dents de sagesse mandibulaires. Ainsi, l'anesthésie linguale consécutive à la lésion du nerf lingual est, en France, la première cause de contentieux dans cette discipline. Une bonne pratique des techniques opératoires de stomatologie et de chirurgie maxillo-faciale nécessite des repères fiables des nerfs en question, comme l'illustre la demande constante des praticiens dentistes ou chirurgiens, de séances de dissections dans les laboratoires d'anatomie, en particulier de nos collègues Italiens chez qui les dissections cadavériques humaines ne sont pas pratiquées.

En cas d'anesthésie linguale persistante au-delà de trois mois, il est souhaitable de disposer de mesures objectives de la conductibilité du nerf lingual afin d'instruire le dossier. Les tests indirects ne sont qu'un reflet du fonctionnement du nerf lingual et donc ont une signification contestable (tests d'inhibition du réflexe d'ouverture buccale). L'exploration directe par mise en place d'une électrode à la base du crâne, au foramen ovale, est une procédure lourde, risquée du fait des nombreux rapports vasculaires, et donc jamais utilisée en pratique courante pour surveillance d'un accident du nerf lingual. La mesure de la conductibilité du nerf lingual à l'aide d'une électrode mise en place par voie endo-buccale dans la fosse infratemporale requiert une grande précision, car l'intensité du signal enregistré décroît avec le carré de la distance qui sépare l'électrode du nerf. Le repérage du trajet infratemporal du nerf lingual s'inscrit donc dans le développement de nouvelles procédures cliniques neurophysiologiques aidant au suivi de ces nombreux patients. En effet, l'anesthésie linguale concerne entre 0,5 et 2% des extractions des dents de sagesse (Trost, 2008).

Enfin, l'imagerie des nerfs a progressé de façon extraordinaire avec le développement de l'imagerie par résonance magnétique (IRM). Les nerfs crâniens sont aujourd'hui explorés dans leurs trajets intra-osseux, au niveau des foramens de la base du crâne, dans leurs trajets subarachnoïdiens, et même dans le tronc cérébral avec le développement de la tractographie. Cependant, leur trajet infratemporal n'est pas explorable en l'état actuel de la technologie du fait de l'environnement musculaire des nerfs dans cette région. Le repérage anatomique des nerfs profonds de la face s'inscrit par conséquent dans la perspective d'une exploration future de la totalité de leur trajet par l'imagerie.

## **Notre apport dans la thématique des nerfs des régions profondes de la face**

Le but de ce travail était d'aborder la question du repérage des nerfs des régions profondes de la tête sous plusieurs aspects :

- l'imagerie, avec le développement d'une méthode originale de marquage des nerfs pour établir des repères anatomiques applicables en clinique,
- l'allométrie, en utilisant des repères osseux, transposables en chirurgie,
- l'anatomie topographique, les rapports vasculaires et la vascularisation nerveuse, apportant un éclairage à des faits cliniques rapportés dans la littérature.

Ce travail s'inscrit dans le développement ultérieur de techniques de repérage des nerfs des régions profondes de la face par tractographie, technique déjà utilisée pour la visualisation des tractus du système nerveux central, et dont les applications sur le système nerveux périphérique sont intéressantes et prometteuses.

Les études présentées dans cette thèse, toutes publiées dans les revues nationales ou internationales à comité de lecture, ont porté sur les branches du nerf mandibulaire (V3), et sur le nerf facial, dont nous ferons au préalable une brève description (Trost et Trouilloud, 2011).

## PARTIE I

### LES NERFS DES RÉGIONS PROFONDES DE LA TÊTE

#### I. Le nerf trijumeau (V)

Le nerf trijumeau (*nervus trigeminus* ; Winslow, 1732) est un nerf mixte. Son importance clinique tient à son contingent sensitif qui recueille la sensibilité de la face et des muqueuses.

##### 1. Le trijumeau sensitif

###### a. Origine

Trois nerfs rejoignent le ganglion trigéminal de Gasser :

Le nerf ophtalmique  $V_1$  (*nervus ophtalmicus* ; Willis, 1664) reçoit :

- le nerf lacrymal (*nervus lacrimalis*) ;
- le nerf frontal (*nervus frontalis*) ;
- le nerf naso-ciliaire (*nervus nasociliaris*).

Il recueille la sensibilité du front, de la paupière supérieure, du dos du nez et de la cornée par l'intermédiaire des nerfs ciliaires longs.

Le nerf maxillaire  $V_2$  (*nervus maxillaris*) reçoit :

- le nerf zygomatique (*nervus zygomaticus*) ;
- le nerf ptérygo-palatin (*nervus pterygopalatinum*) ;
- le nerf infra-orbitaire (*nervus infraorbitalis*) ;
- les nerfs alvéolaires supérieurs (*nervi alveolares superiores*).

Il recueille la sensibilité du tiers moyen de la face, des dents maxillaires.

Le nerf mandibulaire V<sub>3</sub> (*nervus mandibularis*) est le plus gros. Il reçoit :

- le nerf auriculo-temporal (*nervus auriculotemporalis*) ;
- le nerf lingual (*nervus lingualis*) ;
- le nerf alvéolaire inférieur (*nervus alveolaris inferior*) ;
- le nerf buccal (*nervus buccalis*).

Il recueille la sensibilité des dents mandibulaires, de la lèvre inférieure, du menton et des deux tiers antérieurs de la langue.

### **b. Trajet**

Les trois nerfs d'origine rejoignent le ganglion trigéminal (*ganglion trigeminale* ; Gasser, 1765), équivalent du ganglion de la racine dorsale d'un nerf spinal. La racine sensitive du nerf trijumeau (*radix sensoria*) émerge de la concavité du ganglion trigéminal, croise le bord supérieur du rocher puis traverse la citerne de l'angle ponto-cérébelleux et rejoint la partie latérale du pont. Elle est accompagnée de la racine motrice.

### **c. Terminaison**

La racine sensitive se termine dans un noyau sensitif (*nucleus sensorius principalis*) qui s'étend de la moelle spinale jusqu'au mésencéphale :

- la portion médullaire reçoit la sensibilité protopathique et thermo-algésique des sinus de la face, de la cavité orale, des dents, des méninges et de la peau de la face ;
- la portion pontique reçoit la sensibilité extéroceptive de la face ;
- la portion mésencéphalique reçoit la sensibilité proprioceptive des muscles masticateurs, de l'articulation temporo-mandibulaire et des dents.

## 2. Le trijumeau moteur

La racine motrice du nerf trijumeau accompagne sa racine sensitive, croise le ganglion trigéminal puis s'incorpore au nerf mandibulaire ( $V_3$ ). Elle innerve les muscles masticateurs élévateurs de la mandibule, le muscle mylo-hyoïdien et le ventre antérieur du muscle digastrique.

- Noyau : le noyau moteur du trijumeau (*nucleus motorius nervi trigemini*) se projette en regard de la partie pontique du plancher du quatrième ventricule ;

- Origine : la racine motrice (*radix motoria*) émerge de la partie latérale du pont, en dedans de la racine sensitive ;

- Trajet : elle traverse la citerne de l'angle ponto-cérébelleux et rejoint la face postérieure du rocher. Elle croise le bord supérieur du rocher, le ganglion trigéminal et rejoint le nerf mandibulaire ( $V_3$ ) auquel elle s'incorpore ;

- Terminaison : le nerf mandibulaire se divise peu après avoir traversé le foramen ovale en un tronc postérieur donnant le nerf du ptérygoïdien médial et du tenseur du tympan, et un tronc antérieur donnant les nerfs temporaux profonds, temporo-massétérique et temporo-buccal.

## 3. Le trijumeau et les fibres végétatives

Le nerf trijumeau transporte des fibres végétatives issues de noyaux annexés à d'autres nerfs crâniens. Il ne possède pas de noyau végétatif propre :

- le noyau lacrymo-muco-nasal (Yagita) donne des fibres qui rejoignent le ganglion ptérygo-palatin puis s'incorporent aux nerfs maxillaire ( $V_2$ ) puis lacrymal pour atteindre la glande lacrymale et la muqueuse nasale ;

- le noyau salivaire supérieur donne des fibres qui rejoignent le nerf lingual. Elles sont sécrétoires pour les glandes submandibulaire et sublinguale ;

- le noyau salivaire inférieur donne des fibres qui rejoignent le nerf auriculo-temporal après relais dans le ganglion otique. Elles sont viscéro-sécrétoires pour la glande parotide ;

- des fibres sympathiques sudo-motrices, pilo-motrices et vasomotrices issues du plexus sympathique péri-carotidien interne rejoignent la peau en s'incorporant aux branches du nerf trijumeau (G. Lazorthes).

#### **4. Imagerie du nerf trijumeau**

Le nerf trijumeau émerge de la région latérale du pont par ses deux racines sensitive et motrice qui sont visibles en IRM. Les fibres sensibles naissent du ganglion trigéminal, les autres ne font que le traverser. La racine sensitive, presque arrondie au voisinage du pont, s'aplatit progressivement en dehors et en dedans, en s'étalant et formant le ganglion trigéminal. La racine motrice est de calibre beaucoup plus petit. Elle se situe en avant et en dedans de la racine sensitive, près de son bord supérieur, passe en dessous d'elle, puis aboutit au cavum trigéminal. Ensuite, elle se dirige obliquement pour gagner la face inféro-médiale de la racine sensitive du nerf mandibulaire. Elle rejoint alors le foramen ovale.

Le ganglion trigéminal se situe dans une loge de volume très variable, le cavum trigéminal. De forme semi-lunaire, aplati, le ganglion trigéminal est une masse nerveuse qui repose sur la face antéro-supérieure du rocher, près de son sommet, dans une dépression plus ou moins marquée, l'empreinte trigéminal. Entre elle et l'éminence arquée, s'observent les foramens des nerfs pétreux. Le ganglion trigéminal reçoit trois rameaux principaux, les nerfs ophtalmique ( $V_1$ ), maxillaire ( $V_2$ ) et mandibulaire ( $V_3$ ) qui sont visibles en IRM.

L'étude radiologique du nerf trijumeau comprend donc l'exploration :

- du pont et de la citerne de l'angle ponto-cérébelleux,
- du cavum trigéminal,
- de la fissure orbitaire supérieure ( $V_1$ ),
- du foramen rond ( $V_2$ ),
- du foramen ovale ( $V_3$ ),
- de la fissure orbitaire inférieure ( $V_2$ ),
- du sillon et du foramen infraorbitaires ( $V_2$ ),
- de la fosse ptérygo-palatine ( $V_2$ ),
- du canal mandibulaire et du foramen mentonnier ( $V_3$ ).

## II. Le nerf facial (VII)

Le nerf facial (*nervus facialis*) est un nerf mixte, moteur pour les muscles de la mimique, sensitif pour l'auricule (zone de Ramsey-Hunt), gustatif pour les deux tiers antérieurs de la langue et viscéromoteur pour les glandes submandibulaire et sublinguale et la muqueuse nasale. Ses fibres gustatives et sensitives constituent le nerf VII bis ou nerf intermédiaire (*nervus intermedius* ; Wrisberg, 1780) auquel est associé le ganglion géniculé (*ganglion geniculi* ; Bischoff, 1853).

### 1. Noyaux

Le nerf facial est relié à trois noyaux :

- le noyau moteur du nerf facial (*nucleus nervus facialis*) qui donne des fibres motrices des muscles peauciers de la face ;
- le noyau salivaire supérieur (*nucleus salivatorius superior*) d'où partent les fibres pré-ganglionnaires sécrétrices destinées aux glandes submandibulaire et

sublinguale ;

- la partie supérieure du noyau solitaire (*nucleus tractus solitarius*, Nageotte) qui recueille les informations gustatives des deux tiers ventraux de la langue ; les fibres véhiculant les informations sensitives du pavillon de l'oreille (zone de Ramsay-Hunt) rejoignent le noyau solitaire.

## 2. Origine

Le nerf facial émerge de la partie latérale du sillon ponto-médullaire, dans la fossette latérale de la moelle allongée, accompagné du nerf intermédiaire (VII bis) et du nerf vestibulo-cochléaire (VIII).

## 3. Trajet

- Trajet sub-arachnoïdien : il traverse la citerne de l'angle ponto-cérébelleux, accompagné du nerf vestibulo-cochléaire (VIII) et de l'artère labyrinthique ;

- Dans le canal facial : il s'engage dans le méat acoustique interne puis dans le canal facial (*canalis facialis*, Fallope) creusé dans le rocher. Le canal facial décrit une portion labyrinthique, un genou où se trouve le ganglion géniculé du nerf facial, une portion tympanique, un coude et une portion mastoïdienne ;

- Trajet extra-crânien : le nerf facial sort du rocher par le foramen stylo-mastoïdien. Il est d'abord en arrière du rideau stylien (espace rétro-stylien). Puis il traverse le rideau stylien entre les muscles digastrique et stylo-hyoïdien et pénètre dans la parotide où il se termine.

#### 4. Terminaison

Le nerf facial se termine dans la glande parotide en deux branches : temporo-faciale et cervico-faciale ou en un plexus d'où émergent les branches terminales innervant les muscles du SMAS (rameaux temporal, zygomatique, buccal, mentonnier, cervical).

#### 5. Branches collatérales

- Le nerf grand pétreux (*nervus petrosus major*) naît du genou du nerf facial. Il émerge du hiatus du nerf grand pétreux, reçoit une branche du nerf tympanique (issu du nerf glosso-pharyngien IX) puis chemine dans la fosse crânienne moyenne. Il traverse le canal ptérygoïdien où il prend le nom de nerf du canal ptérygoïdien. Il émerge dans la fosse ptérygo-palatine où il se termine dans le ganglion ptérygo-palatin. Il contient les fibres pré-ganglionnaires viscéro-motrices pour la glande lacrymale et vasomotrices pour les fosses nasales ;

- Le nerf petit pétreux (*nervus petrosus minor*) est parallèle au précédent. Il reçoit également une anastomose du nerf tympanique et rejoint le ganglion otique. Son rôle est sécrétoire et vasomoteur pour la glande parotide ;

- Le nerf stapédien (*nervus stapedius*) naît du trajet mastoïdien du nerf facial. Il innerve le muscle stapédien dont la contraction diminue l'acuité auditive ;

- La corde du tympan (*chorda tympani*) naît dans la partie mastoïdienne du canal facial. Elle traverse le cavum tympanique en longeant le tympan. Elle émerge en avant dans la fosse infratemporale où elle s'anastomose au nerf lingual. Elle contient les fibres gustatives et sensibles des deux tiers antérieurs de la langue, des fibres vasomotrices et sécrétrices pour les glandes submandibulaire et sublinguale ;

- Le rameau sensitif du méat acoustique externe naît au-dessus du foramen stylo-mastoïdien ;

- Le nerf auriculaire postérieur (nervus auricularis posterior) naît dans la portion rétro-stylienne du nerf facial. Il innerve le ventre postérieur du muscle digastrique, le muscle stylo-hyoïdien, les muscles auriculaires et occipital. Il s'anastomose avec le nerf grand occipital d'Arnold.

## **6. Imagerie du nerf facial**

L'exploration du nerf facial en imagerie comprend :

- l'angle ponto-cérébelleux,
- le méat acoustique interne,
- le canal facial (comprenant les orifices des nerfs pétreux, la loge du ganglion géniculé, l'orifice du nerf stapédien, l'orifice de la corde du tympan, le foramen stylo-mastoïdien).

Les structures osseuses sont parfaitement explorées en tomodensitométrie avec des reconstructions multiplanaires déroulant les différentes portions du canal facial.

## **PARTIE II**

### **APPORTS PERSONNELS À LA PROBLÉMATIQUE DES NERFS DES RÉGIONS PROFONDES DE LA TÊTE**

Nous avons abordé les nerfs des régions profondes de la tête sous plusieurs aspects :

- Mise au point d'une technique originale d'étude anatomique des nerfs, appliquée à l'étude topographique du nerf lingual avec des perspectives électrophysiologiques, et à la corde du tympan avec un réel intérêt pédagogique,

- Définition de repères topographiques originaux pour le repérage des nerfs, appliqués au développement de techniques opératoires,

- Considérations topographiques de la vascularisation des nerfs, comme le nerf facial, avec des applications chirurgicales.

Tous les travaux développés dans le présent ouvrage ont été publiés dans des revues d'anatomie ou de chirurgie francophones ou anglophones.



## **A. Repérage du nerf lingual par rapport à la branche mandibulaire (*ramus mandibulae*) : protocole d'étude original, applications cliniques et perspectives pédagogiques.**

Trost O, Kazemi A, Cheynel N, Benkhadra M, Soichot P, Malka G, Trouilloud P. Spatial relationship between lingual nerve and mandibular ramus: original study method, clinical and educational applications. *Surg Radiol Anat.* 2009;31:447-52.

### **Introduction**

Le nerf lingual est une branche volumineuse du tronc postérieur du nerf mandibulaire (V3), naissant en moyenne un centimètre en dessous du foramen ovale. Le nerf lingual chemine dans la fosse infratemporale, en dehors du muscle ptérygoïdien médial, en dedans et en avant du nerf alvéolaire inférieur, l'autre branche terminale importante du nerf mandibulaire. Les nerfs lingual et alvéolaire inférieur ont un trajet grossièrement parallèle sous la base du crâne jusqu'à ce que le nerf alvéolaire inférieur s'engage dans le canal mandibulaire, à la face médiale de la branche mandibulaire. Le foramen mandibulaire, point d'entrée du canal mandibulaire, et objet de l'étude suivante, est repéré par la lingula ; ce repère osseux est utilisé en routine pour la réalisation d'anesthésies tronculaires du nerf alvéolaire inférieur en stomatologie (« bloc de Spix », Waikakul, 1991).

Le nerf lingual suit la face médiale de l'angle mandibulaire, juste en dessous du périoste, en particulier dans la région de la troisième molaire (dent 8 ou « dent de sagesse »). Il s'engage alors dans le plancher oral, surcroise la glande submandibulaire qu'il innerve au passage, puis se distribue à la muqueuse des deux tiers ventraux de la langue, en avant du sillon terminal (« V lingual ») dont il véhicule les fibres nerveuses gustatives.

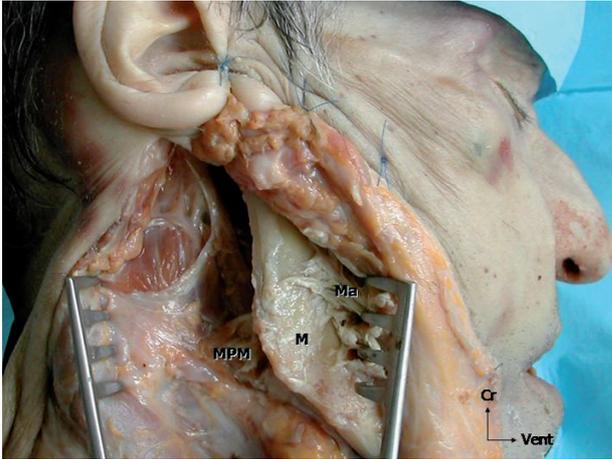
Les lésions du nerf lingual sont des complications classiques de l'extraction des dents de sagesse mandibulaires, survenant dans 0,4 à 1% des cas (Haug, 2005). Cette complication représente la nature la plus fréquente des contentieux en odontologie et en stomatologie, en tout cas en France (Trost, 2008). Habituellement, l'anesthésie linguale régresse spontanément en quelques semaines. Toutefois, les troubles peuvent se prolonger. Dans ces cas, il est utile d'avoir une mesure objective de la conductibilité du nerf lingual. Des tests indirects ont été décrits, tels que la recherche de l'inhibition du réflexe d'ouverture buccale (inhibition des fibres motrices des muscles élévateurs de la mandibule induite par la stimulation de la muqueuse de la langue, Renton, 2005). La réponse recherchée est une diminution brève de l'activité électromyographique des muscles masticateurs. Cependant, ces tests restent indirects, et les mesures, imprécises. Il est en outre possible de mesurer directement la conductibilité dans le nerf lingual en introduisant une électrode au foramen ovale : cette technique est risquée du fait de la présence de l'artère maxillaire et surtout des plexus veineux ptérygoïdiens denses expliquant un risque hémorragique élevé. C'est pourquoi ces techniques restent peu utilisées en routine, et en tout cas pas au cabinet du neurologue (Kaplan, 2007).

La proximité des nerfs alvéolaire inférieur et l'anesthésie linguale presque toujours observée lors des anesthésies tronculaires du nerf alvéolaire inférieur, ont suggéré la faisabilité d'une mesure directe de la conductibilité dans le nerf lingual par l'introduction d'une électrode intra-orale dans la région de la commissure intermaxillaire. Pour cela, nous avons réalisé une étude anatomo-radio-logique dans le but de déterminer des points de repère fiables du nerf lingual dans son trajet infratemporal.

## Matériel et méthode

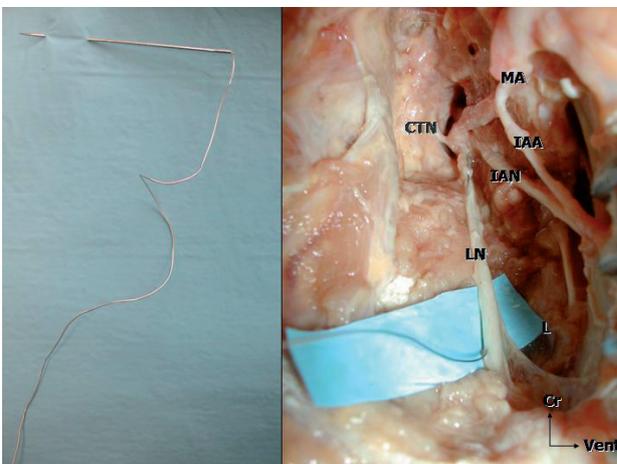
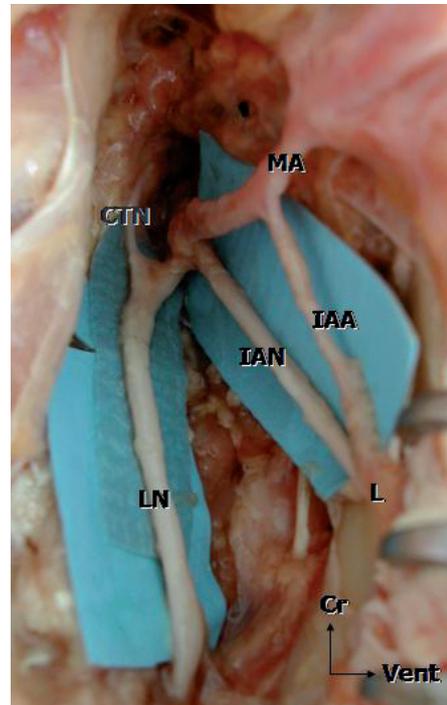
Une étude radio-anatomique a été réalisée sur cinq sujets frais. Seuls des sujets non édentés ont été inclus pour pouvoir bénéficier de repères dentaires (molaires surtout). La première étape de l'étude consistait en une dissection fine de la fosse infratemporale par une voie d'abord rétro-mandibulaire. Une incision cutanée était faite deux centimètres en dessous du bord inférieur palpé de la mandibule, de l'oreille en arrière à la ligne médiane en avant. Les parties molles étaient écartées vers l'avant. Après incision de la sangle ptérygo-massétérique, le muscle ptérygoïdien médial était désinséré, ce qui permettait d'ouvrir la fosse infratemporale (Figure 1). Une dissection fine mettait ensuite en évidence les nerfs lingual et alvéolaire inférieur, ainsi que l'artère maxillaire dont les branches collatérales ont été sacrifiées à l'exclusion de l'artère alvéolaire inférieure (Figure 2). Un cathétérisme rétrograde du nerf lingual était alors réalisé à l'aide d'un fil d'acier souple 3/0 serti sur tout son trajet du plancher oral au foramen ovale (Figure 3). L'aiguille était introduite dans le foramen ovale de façon à ce qu'aucun matériel rigide ne modifie la souplesse et l'élasticité normale du nerf. Des photographies numériques étaient réalisées étape par étape (Nikon Coolpix® 775). Une fois les temps de dissection et de marquage terminés, le muscle ptérygoïdien médial était repositionné et la sangle ptérygo-massétérique, suturée, de façon à rétablir l'environnement anatomique normal des nerfs de la fosse infra-temporale.

La deuxième étape de l'étude consistait en une étude tomodensitométrique tridimensionnelle des pièces anatomiques (Philips®, 16 barrettes). Les scanners étaient réalisés en maintenant la bouche ouverte au maximum à l'aide d'un paquet de compresses afin de simuler la position qu'un patient devrait maintenir pour la mise en place de l'électrode dans la commissure intermaxillaire. Nous



**Figure 1 :** Approche rétro-mandibulaire de la fosse infratemporale, vue postéro-latérale.  
M : mandibule ; Ma : muscle masséter ; MPM : muscle ptérygoïdien médial.

**Figure 2 :** Dissection de la fosse infratemporale, vue postéro-latérale.  
MA : artère maxillaire ; IAA : artère alvéolaire inférieure ; LN : nerf lingual ; IAN : nerf alvéolaire inférieur ; CTN : corde du tympan.



**Figure 3 :** Cathétérisme du nerf lingual avec un fil d'acier 3/10.  
MA : artère maxillaire ; IAA : artère alvéolaire inférieure ; LN : nerf lingual ; IAN : nerf alvéolaire inférieur ; CTN : corde du tympan ; L : lingula.

avons analysé les coupes natives horizontales (épaisseur trois millimètres), les reconstructions dans les plans frontaux et sagittaux, ainsi que des reconstructions tridimensionnelles par rendu surfacique. Le nerf lingual était mis en évidence sur tout son trajet du foramen ovale à la langue. L'anatomie topographique de ce nerf pouvait être observée sur les reconstructions tridimensionnelles avec d'intéressantes applications didactiques (Figures 4 à 6). Des mesures ont été réalisées dans les trois plans fondamentaux ; trois positions de référence ont été retenues :

- le plan horizontal tangent à la partie la plus déclive de l'incisure mandibulaire,
- le plan horizontal passant par la lingula,
- le plan horizontal passant par la partie moyenne du collet de la dent de sagesse, ou par la face distale du collet de la deuxième molaire (dent 7).

Au niveau de la partie la plus déclive de l'incisure mandibulaire, on déterminait la distance S-LN entre le nerf lingual et l'incisure mandibulaire. La position du nerf lingual par rapport à la mandibule était déterminée par l'angle alpha entre la branche mandibulaire et l'axe S-LN (Figure 7).

Au niveau de la lingula, on mesurait les distances M-LN entre le bord antérieur de la branche mandibulaire et le nerf lingual et M-L entre le bord antérieur de la branche mandibulaire et la lingula (Figure 8). L'angle bêta formé par la face médiale de la branche de la mandibule et l'axe nerf lingual-bord antérieur de la branche mandibulaire permettait de déterminer la position du nerf par rapport à la branche de la mandibule, et par là de simuler le trajet de l'électrode introduite par voie intra-orale.

Au niveau de la dent de sagesse, la plus courte distance entre le nerf lingual et l'angle mandibulaire était mesurée par simple projection orthogonale du

nerf lingual sur le plan frontal de la branche mandibulaire (Figure 9).

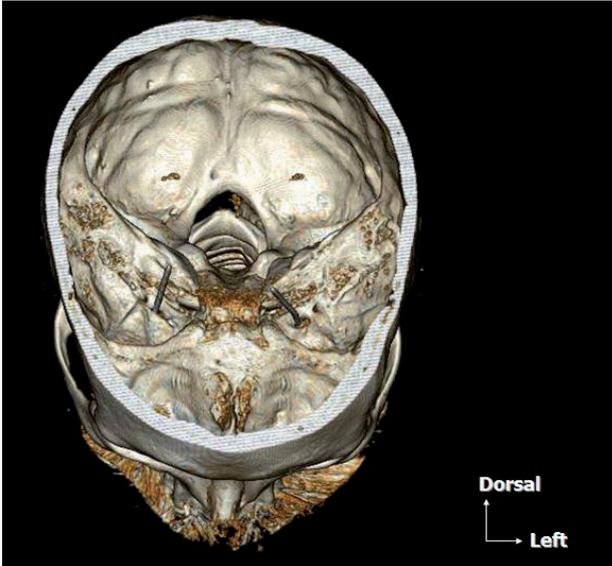
## Résultats

Nous avons appliqué ce protocole chez cinq sujets frais décongelés, trois hommes et deux femmes d'âge moyen 58 ans. Au total, dix nerfs linguaux ont été étudiés. Tous les sujets avaient été sélectionnés selon la présence des deuxièmes molaires. Seuls deux sujets avaient encore leurs dents de sagesse.

Les scanners ont permis d'observer les nerfs linguaux dans tous les cas sans artéfact. Les seuls artéfacts observés étaient causés par les amalgames dentaires. Les fils d'acier souples fins (décimale 3/0) étaient de bons marqueurs permettant un repérage précis du nerf lingual dans tous les cas. Dans trois cas malgré tout, des artéfacts importants dus aux amalgames et prothèses dentaires n'ont pas permis de mesurer avec précision la position du nerf lingual au niveau de l'angle mandibulaire.

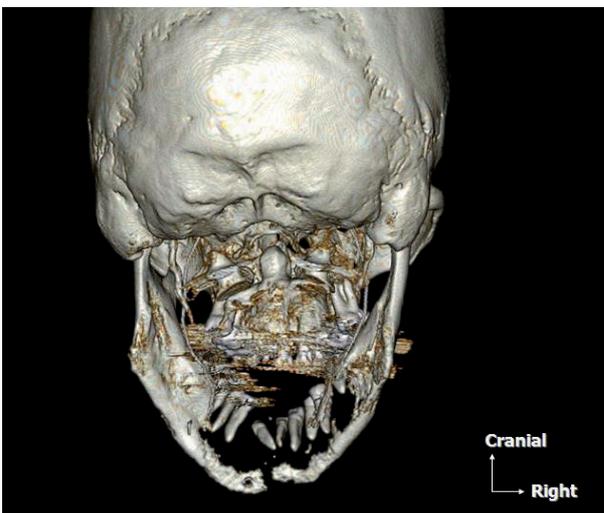
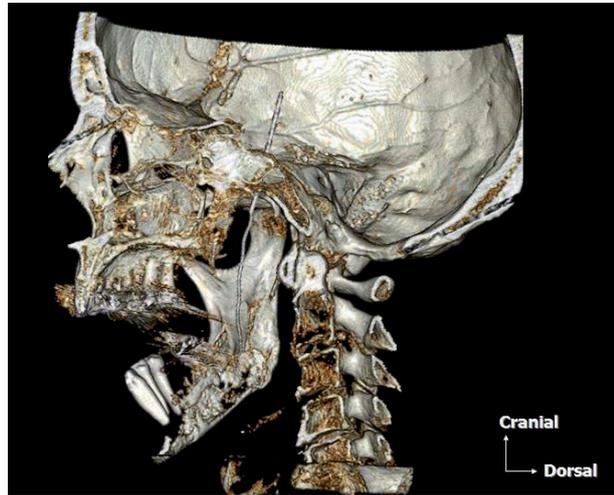
Les images natives, ainsi que les reconstructions tridimensionnelles, ont fourni des représentations intéressantes du nerf lingual, faciles à manipuler. Les crânes pouvaient être virtuellement manipulés, tournés dans tous les sens avec le nerf lingual qui conservait ses rapports osseux.

Au niveau de l'incisure mandibulaire, les dissections ont montré la grande proximité du nerf lingual et de l'artère maxillaire. Elle croisait les nerfs lingual et alvéolaire inférieur latéralement et restait au contact de ces nerfs malgré la rétraction du muscle ptérygoïdien médial (Figure 2). La distance S-LN variait de 13,9 à 15,6 millimètres du côté droit (moyenne 15 millimètres), et de 12,8 à 15,1 millimètres du côté gauche (moyenne 13,3 millimètres). La valeur S-LN moyenne



**Figure 4 :** Vue supérieur de la base du crâne après suppression de la calvaria. On note la présence des aiguilles dans les foramens ovales.

**Figure 5 :** Vue médiale du crâne, le nerf lingual chemine en regard de la face médiale de la branche mandibulaire.



**Figure 6 :** Vue postérieure du nerf lingual et de la fosse infratemporelle après ablation numérique de la colonne cervicale.

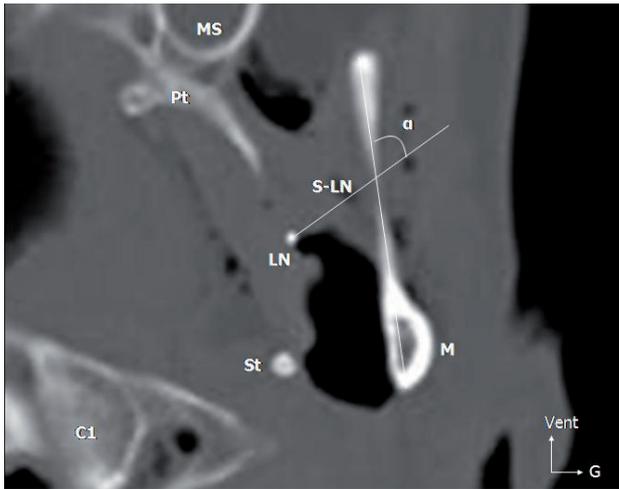
des deux côtés était de 14,2 millimètres. La valeur moyenne de l'angle alpha était de 57 degrés, à droite, de 56 degrés (55-60), à gauche, de 59 degrés (56-62).

Au niveau de la lingula, le nerf lingual était à distance des vaisseaux maxillaires. En effet, le trajet de l'artère maxillaire était plutôt horizontal dans le plan de l'incisure mandibulaire, si bien que, bouche ouverte, la distance moyenne entre l'artère maxillaire et le nerf lingual était de 15 millimètres (Figure X). La distance M-L moyenne était de 23,7 millimètres, 25,8 millimètres à droite (22,9-26,5), et 21,7 millimètres à gauche (20-22,8). La distance M-LN moyenne était de 19,6 millimètres, 19,2 millimètres à droite (18,9-19,9), et 20 millimètres à gauche (18,9-20,8). L'angle bêta était mesuré à 17 degrés en moyenne, 17 degrés à droite (16-17), 16 degrés à gauche (16-17).

En regard de la dent de sagesse, le nerf lingual était très proche du périoste de l'angle mandibulaire. La distance M3-LN n'était en moyenne que de 1,9 millimètre ; 2,2 millimètres du côté droit (2,0-2,3), 1,8 millimètre du côté gauche (1,7-2,0).

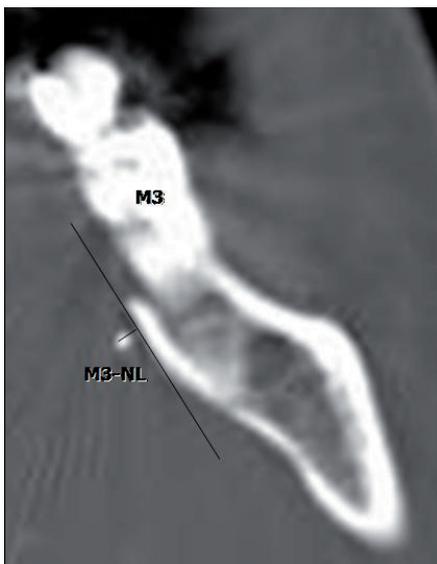
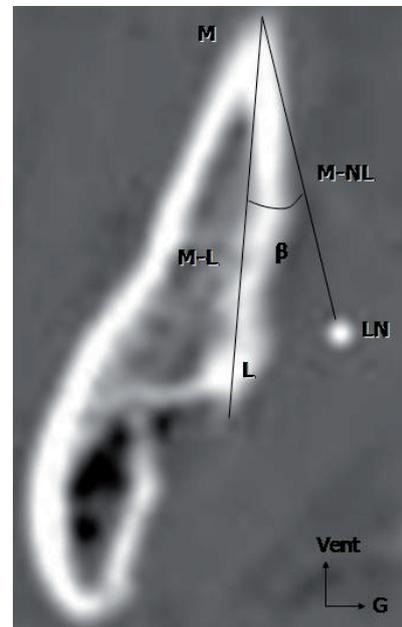
## **Discussion**

Le nerf lingual est primordial pour la fonction oro-faciale : il est responsable de la sensibilité générale et gustative des deux tiers ventraux de la langue, en avant du sillon terminal. Il apporte en outre les fibres parasympathiques sécrétoires issues du noyau salivaire supérieur pour les glandes submandibulaire et sublinguale (Trost et Trouilloud, 2011). Des fibres motrices destinées à la langue ont par ailleurs été mises en évidence (Saigusa, 2006). Les lésions du nerf lingual peuvent survenir lors d'interventions chirurgicales sur la glande submandibulaire ou les dents de sagesse. Les anesthésies linguales compliquant



**Figure 7 :** Situation du nerf lingual en regard de la partie la plus basse de l'incisure mandibulaire. S-LN : distance incisure mandibulaire - nerf lingual ;  $\alpha$  : angle entre la branche mandibulaire et l'axe nerf lingual-incisure mandibulaire ; MS : sinus maxillaire ; M : mandibule ; LN : nerf lingual ; C1 : atlas ; Pt : processus ptérygoïde ; St : processus styloïde.

**Figure 8 :** Situation du nerf lingual en regard de la lingula. M-NL : distance entre le nerf lingual et le bord antérieur de la branche de la mandibule ; M-L : distance entre la lingula et le bord antérieur de la branche de la mandibule ;  $\beta$  : angle formé par la face médiale de la branche mandibulaire, et l'axe nerf lingual-bord antérieur de la branche mandibulaire. M : mandibule ; LN : nerf lingual ; L : lingula.



**Figure 9 :** Situation du nerf lingual en regard de la dent de sagesse. M3 : troisième molaire (dent de sagesse) ; NL : nerf lingual.

l'extraction des dents de sagesse représentent d'ailleurs la nature la plus fréquente du contentieux en stomatologie et odontologie en France. Dans ce contexte, il est utile de disposer de mesures peu invasives de conductibilité du nerf lingual.

La position et les rapports du nerf lingual dans la région de la troisième molaire ont été abondamment publiés (Holzle, 2001). Par ailleurs, les variations de position du nerf lingual par rapport à la mandibule, en particulier la crête alvéolaire postérieure (sujets édentés) ont été revisités avec le développement récent de l'implantologie orale. Au contraire, le trajet infratemporal du nerf lingual n'est pas documenté dans la littérature. Le but de ce travail était donc de proposer des repères fiables pour le repérage de ce nerf dans le but de simplifier son exploration.

Pour cela, nous avons imaginé un protocole d'étude original combinant l'anatomie et la radiologie. En effet, la mise en évidence des petits nerfs de la face n'est pas possible en l'état actuel de l'art. La dissection anatomique de la fosse infratemporale nécessite une ouverture large de la région, ce qui modifie les rapports d'éléments qui se répondent dans les trois dimensions ; ainsi les mesures réalisées lors de ces dissections ne reflèteraient pas la réalité, ou en tout cas ne seraient pas applicables dans des protocoles cliniques (cf. infra). Le repérage échographique du nerf lingual est possible (Olsen, 2007), mais imprécis. L'IRM autorise le repérage du nerf lingual en regard de l'angle mandibulaire (Milorio, 1997) du fait de sa position sous périostée. Toutefois, son repérage plus haut n'est pas décrit. Des artifices sont donc nécessaires pour repérer le nerf lingual. L'utilisation de fil d'acier, combiné à un examen radiographique standard, l'orthopantomogramme (Uzel, 2007), a été proposée récemment. Notre protocole reprend cette idée, en l'associant aux scanners de dernière génération. Le marquage des nerfs au fil d'acier fin nous a paru approprié car cela ne modifie pas la souplesse

et l'élasticité du nerf qui peut par conséquent retrouver sans contrainte significative sa position normale après la remise en place des structures environnantes. De plus, les dernières générations de scanners permettent d'obtenir des images de grande qualité, non artéfactées si toutefois le calibre du fil d'acier reste suffisamment fin. Le traitement numérique des images a permis la réalisation de mesures précises dans les trois plans fondamentaux (horizontal, frontal et sagittal), après réaxation des pièces (en effet, le positionnement des pièces dans la tête du scanner n'était pas toujours parfait). Les reconstructions tridimensionnelles avec rendu surfacique, virtuellement manipulables à la console, ont fourni un matériel pédagogique intéressant, complément à l'enseignement de l'anatomie topographique des nerfs de la base du crâne qui a été introduit dans nos enseignements théoriques et pratiques (Silén, 2008). Il est en effet donné aux étudiants de manipuler virtuellement les crânes auxquels sont appendus les nerfs linguaux et de pouvoir en apprécier les rapports selon tous les points de vue. Le retour des étudiants, qu'ils soient en premier, second ou troisième cycle des études médicales ou d'odontologie, a fait état d'informations jugées pertinentes, et nous a encouragé à appliquer ce protocole pour d'autres nerfs de la région infratemporale.

Alors que les rapports du nerf lingual avec la mandibule dans la région de la dent de sagesse aient été abondamment étudiés, et publiés (du fait notamment des conséquences médico-légales relatives aux interventions chirurgicales sur la dent de sagesse), la littérature contient peu de données sur le trajet infratemporal du nerf lingual. Lorsqu'il naît du nerf mandibulaire, juste en dessous du foramen ovale, il est très proche des vaisseaux maxillaires, et des plexus veineux ptérygoïdiens. Pour de nombreux auteurs, le foramen ovale est un repère fiable qui peut être utilisé en clinique pour aborder les branches du nerf mandibulaire par ponction transcutanée (Stajcic, 2002). Il est assez facilement concevable, au vu des

éléments décrits ci-dessus, que la ponction au foramen ovale est une technique trop invasive et trop dangereuse pour être proposée en routine dans l'évaluation d'un déficit sensitif lingual après gembectomie. Le rapport bénéfice / risque est dans ce cas défavorable pour le patient (Kaplan, 2007).

La lingula est un repère couramment utilisé en clinique pour les anesthésies tronculaires du nerf alvéolaire inférieur en stomatologie et en odontologie. Nous suggérons l'utilisation de ce repère pour l'exploration du nerf lingual. L'abord se concevrait par voie intra-orale, au niveau de la commissure intermaxillaire, dans un triangle délimité par le bord antérieur de la branche de la mandibule, le relief du muscle ptérygoïdien médial, et l'os maxillaire (Charrier, 1998). Bouche ouverte au maximum, l'aiguille-électrode est introduite de 15 millimètres dans un plan horizontal, respectant un angle de 20 degrés avec la face médiale de la branche de la mandibule.

Cette technique permet une exploration fonctionnelle simple, sûre et reproductible, bien plus à même d'être adoptée en pratique routinière au cabinet, que la ponction au foramen ovale. Cependant, l'enregistrement direct de la conductibilité d'un nerf nécessite absolument le placement précis de l'électrode, dans la mesure où l'amplitude des potentiels enregistrés diminue avec le carré de la distance qui le sépare du nerf. Des applications cliniques ont d'ors et déjà été réalisées au sein du CHU de Dijon, en collaboration avec le service d'explorations fonctionnelles du système nerveux, avec des résultats prometteurs. Des publications de cette expérience seront proposées dès que le recul sera suffisant.

## Conclusion

Le marquage du nerf lingual au fil d'acier 3/0 et son exploration tomodesitométrique est une étude originale d'un nerf des régions profondes de la tête dont la mise en évidence en imagerie n'est pas encore possible dans tout son trajet. Cette étude a fourni un matériel pédagogique original intégré à nos enseignements pratiques et théoriques à tous les stades des études médicales et odontologiques. Le nerf lingual peut en outre être exploré cliniquement par une ponction intra-orale comparable à la technique des blocs tronculaires du nerf alvéolaire inférieur (qui est une technique de routine très largement diffusée et utilisée). Nous proposons un protocole similaire au bloc alvéolaire inférieur : ponction de la commissure intermaxillaire, introduction de l'aiguille sur une longueur de 15 millimètres, en formant un angle de 20 degrés avec la branche de la mandibule. A ce niveau, les risques vasculaires sont en effet bien moindres qu'au sommet de la fosse infratemporale, sous le foramen ovale. Cette procédure simple pourra être proposée en pratique de routine, un essai clinique dans ce sens est actuellement en cours.



## **B. Marquage au fil d'acier et étude scannographique de la corde du tympan : étude anatomique et perspectives pédagogiques.**

Trost O, Rouchy RC, Teyssier C, Kazemi A, Zwetyenga N, Malka G, Cheynel N, Trouilloud P.

CT-scan imaging of iron marked chorda tympani nerve: anatomical study and educational perspectives. *Surg Radiol Anat.* 2011; in press.

### **Introduction**

L'apprentissage de l'anatomie descriptive et topographique des nerfs de la tête, en particulier des régions profondes de la face, est un exercice difficile pour les étudiants des professions de santé. Les dessins traditionnellement réalisés à la craie sur tableau noir, représentent la meilleure introduction à cette anatomie (Trost, 2009), mais ne sauraient suffire à intégrer ces données complexes en ne donnant qu'un point de vue théorique. Il est difficile, voire impossible, de proposer à tous les étudiants de disséquer des sujets anatomiques humains du fait de l'explosion ces dix dernières années du *numerus clausus* en France. Toutefois, les dissections restent un pilier essentiel de l'apprentissage de l'anatomie, et de la représentation réaliste de ce qu'est le corps et ses variations (Vacher, 2009). Les enseignements théoriques au tableau et pratiques en salle de dissection sont avantageusement complétés par l'utilisation des nouvelles technologies, comme l'illustre la multiplication des logiciels numériques d'anatomie.

Une bonne connaissance de l'anatomie des gros nerfs issus du nerf mandibulaire (V3) dans la région infratemporale est importante dans certaines interventions chirurgicales courantes en stomatologie et chirurgie maxillo-faciale (ostéotomies des mâchoires, chirurgie des dents de sagesse...). Au contraire, la

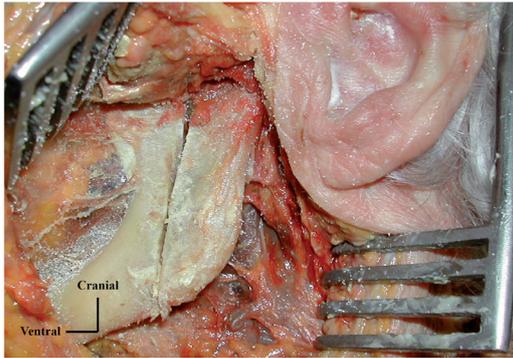


Figure 1a

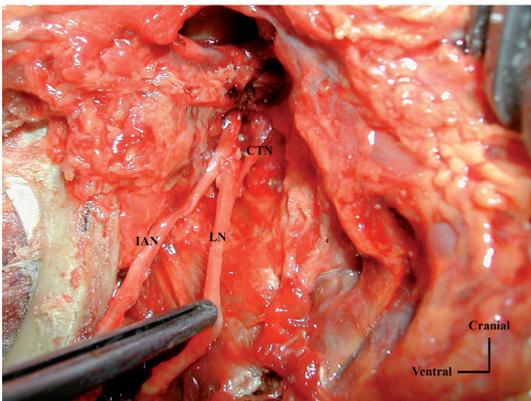
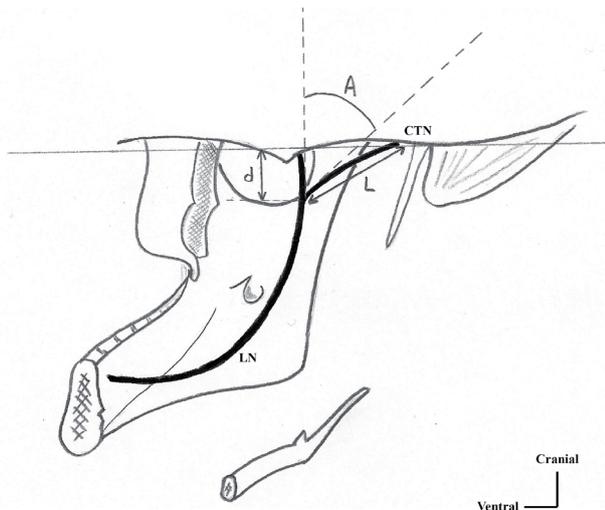


Figure 1b

**Figure 10 :** a. Abord de la corde du tympan par une ostéotomie verticale de la branche mandibulaire.  
b. Dissection des nerfs lingual, alvéolaire inférieur et de la corde du tympan.  
LN : nerf lingual ; CTN : corde du tympan ; IAN : nerf alvéolaire inférieur.

**Figure 11 :** Représentation schématique du nerf lingual et de la corde du tympan, et des mesures réalisées dans cette étude.  
CTN : corde du tympan ; LN : nerf lingual ; L : longueur de la corde du tympan ; d : distance entre l'anastomose du nerf lingual et de la corde du tympan, et la base du crâne ; A : angle ouvert en haut et en arrière de cette anastomose.



corde du tympan, petit nerf qui chemine au sommet de la fosse infratemporale, n'est pas l'objet de considérations particulières en chirurgie maxillo-faciale ; elle est plus vulnérable lorsqu'elle traverse le cavum tympanique contre le tympan lors d'interventions sur l'oreille moyenne (tympanoplasties, tympanotomies...), occasionnant des troubles inconstants du goût (Goyal, 2009).

La corde du tympan est une branche collatérale de calibre fin, naissant de la troisième portion intra-osseuse du nerf facial, deux à trois millimètres avant son émergence au foramen stylo-mastoïdien. Après un court trajet récurrent dans la paroi postérieure du cavum tympanique (canal cordal postérieur), la corde du tympan s'engage dans le cavum tympanique. Elle y longe le tympan, croise le manche du malleus, le repli tympano-malléaire en avant et le col du malleus. Elle sort du cavum tympanique à travers la suture pétro-tympanique et arrive au sommet de la fosse infratemporale, en dedans du fascia inter-ptérygoïdien et du nerf alvéolaire inférieur. La corde du tympan se termine en s'anastomosant avec le nerf lingual sous la base du crâne (Rouvière, 1973). La corde du tympan véhicule les fibres sensorielles gustatives issues de la muqueuse des deux tiers ventraux de la langue, en avant du sillon terminal (ou « V lingual »), ainsi que les fibres parasympathiques sécrétoires issues du noyau salivaire supérieur, et destinées aux glandes submandibulaire et sublinguale.

Les auteurs ont publié un protocole original de repérage des nerfs de la tête sur cadavre (Trost, 2009). Le but de cette étude était de définir des éléments de repère de la corde du tympan dans son trajet infratemporal, et de constituer des représentations virtuelles réalistes de ce nerf et de ses rapports dans un but didactique.

## Matériel et méthode

Nous avons réalisé une étude anatomique sur cinq sujets frais, tous de sexe féminin, d'âge moyen 74 ans. Au total, dix cordes du tympan ont été étudiées. Aucun sujet ne portait de trace de chirurgie de la tête ou de la face, ou de pathologie de la région, susceptible d'en modifier l'anatomie. L'abord de la fosse infratemporale était réalisé par une voie péri-mandibulaire modifiée (Meyer, 2006). L'incision cutanée était faite deux centimètres en dessous du bord inférieur palpé de la mandibule, de l'auricule en arrière à la ligne médiane en avant. Nous écartions les tissus mous vers l'avant, puis incisions la sangle ptérygo-massétérique. Le muscle ptérygoïdien médial était alors libéré de ses insertions terminales à la face médiale de la branche de la mandibule, ce qui facilitait l'ouverture de la fosse infratemporale par une ostéotomie verticale de la branche de la mandibule. Une dissection prudente et économe permettait ensuite d'isoler les branches du tronc postérieur du nerf mandibulaire (nerfs alvéolaire inférieur et lingual). La corde du tympan pouvait alors être suivie depuis son anastomose avec le nerf lingual jusqu'à la suture pétro-tympanique (Figure 10).

Le nerf lingual et la corde du tympan étaient alors marqués par un fil d'acier fin (décimale 3/0) serti tout au long de leurs trajets dans la fosse infratemporale. L'aiguille était introduite dans le foramen ovale de façon à ce qu'aucun matériel rigide ne modifie la souplesse et l'élasticité normale du nerf. Des photographies numériques étaient réalisées étape par étape (Nikon Coolpix® 775). Une fois les temps de dissection et de marquage terminés, le muscle ptérygoïdien médial était repositionné et la sangle ptérygo-massétérique, suturée, de façon à rétablir l'environnement anatomique normal des nerfs de la fosse infra-temporale. La branche de la mandibule était réparée à l'aide de deux ligatures au Vicryl® 2/0.



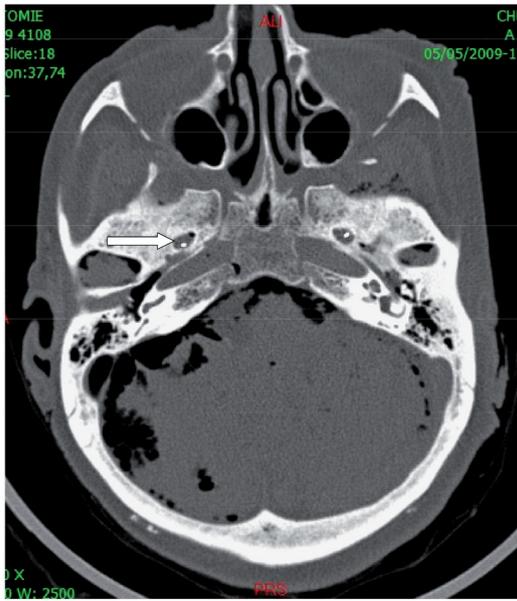
**Figure 12** : Projection antérieure de la corde du tympan, radiographie du crâne de face (flèche blanche).

Cranial  
Right

**Figure 13** : Projection latérale de la corde du tympan dans la région du condyle mandibulaire. CTN : corde du tympan ; LN : nerf lingual.

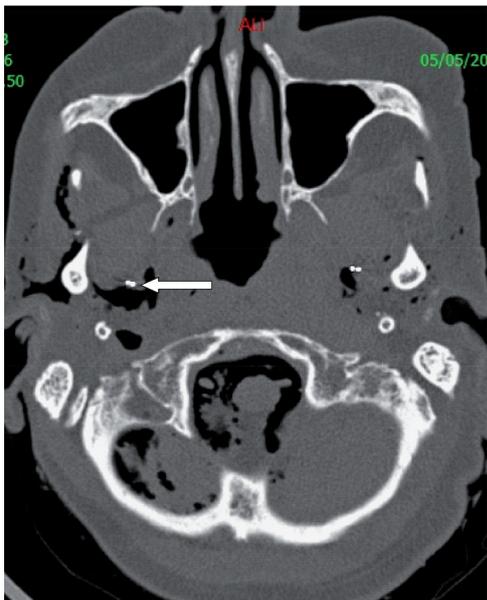
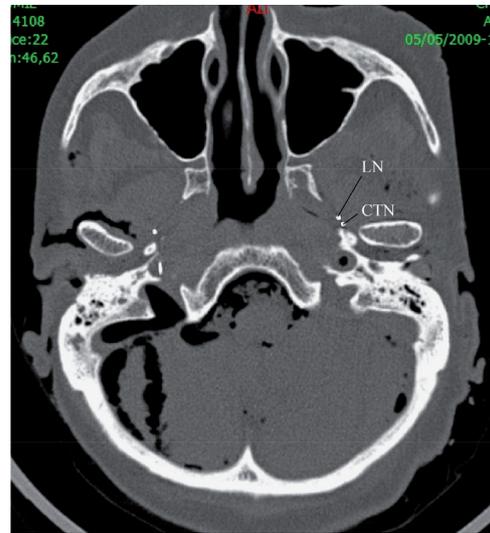


Cranial  
Dorsal



**Figure 14** : Scanner en coupe horizontale, repérant le nerf lingual au foramen ovale (flèche blanche).

**Figure 15** : Scanner en coupe horizontale, montrant l'émergence de la corde du tympan dans la fosse infratemporale au niveau de la suture pétro-tympanique, en regard de la tête de la mandibule. CTN : corde du tympan ; LN : nerf lingual.



**Figure 16** : Scanner en coupe horizontale, montrant l'anastomose de la corde du tympan et du nerf lingual au niveau horizontal de la partie déclive de l'incisure mandibulaire (flèche blanche).

Des clichés radiographiques standards de la tête de face et de profil ont été réalisés à chaque fois dans le but de définir des repères de projection de la corde du tympan. L'étape suivante de l'étude consistait en la réalisation de scanners (Philips®, 16 barrettes, HT = 120 kV, charge = 80 mA, Pitch = 1,0 , épaisseur des coupes = 5 millimètres, scanning = 30 centimètres, CTDIVOL = 8 mGy, PDL = 240 mGy.cm) avec reconstructions dans les trois plans fondamentaux et en rendu surfacique. Les deux nerfs ont été visualisés par le fil d'acier sur tout leur trajet sans artéfact. L'anatomie topographique de la corde du tympan pouvait être explorée sur les représentations tridimensionnelles avec des applications pédagogiques prometteuses.

Le trajet de la corde du tympan dans la fosse infratemporale a été caractérisé à l'aide de différentes mesures (Figure 11) :

- la longueur (L) de la portion infratemporale de la corde du tympan,
- la distance (d) de la projection orthogonale de l'anastomose de la corde du tympan et du nerf lingual sur la base du crâne,
- l'angle (A) ouvert en haut et en arrière formé par cette anastomose.

## Résultats

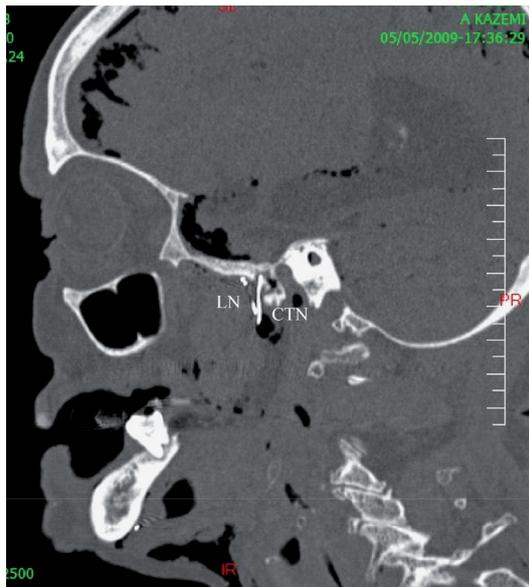
La corde du tympan était présente, et unique, dans tous les cas. Son trajet décrivait une courbe au sommet de la fosse infratemporale, reliant la base du crâne au nerf lingual. Les clichés radiographiques standards du crâne de face et de profil ont permis de déterminer des points de projection de la corde du tympan :

- en avant, l'anastomose entre la corde du tympan et le nerf lingual se projetait en regard de la partie moyenne du sinus maxillaire (Figure 12),
- latéralement, la corde se projetait en regard du processus condylien de

mandibule ; l'anastomose du nerf lingual et de la corde du tympan se situait dans le plan horizontal de la partie la plus déclive de l'incisure mandibulaire (bouche fermée, Figure 13).

Les examens tomодensitométriques ont permis de mettre en évidence le trajet infratemporal de la corde du tympan sans artéfact, si bien que cette dernière a pu être repérée avec précision par rapport à la base du crâne. Les reconstructions dans les trois plans fondamentaux sont exposées figures 14 à 19. L'arrivée de la corde du tympan dans la fosse infratemporale au niveau de la suture pétro-tympanique a plus particulièrement été étudiée sur les coupes horizontales et sagittales. Elle se situait en dedans de l'articulation temporo-mandibulaire, en arrière du nerf lingual qui descendait du foramen ovale au sommet de la fosse infratemporale. L'anastomose entre la corde du tympan et le nerf lingual se plaçait dans le même plan horizontal que la partie la plus déclive de l'incisure mandibulaire. Des reconstructions tridimensionnelles avec rendu surfacique ont de plus été réalisées, permettant d'obtenir des modèles virtuels montrant la corde du tympan sous tout point de vue (Figures 20 et 21).

Les mesures réalisées pour caractériser la situation de la corde du tympan par rapport à la base du crâne sont résumées dans le tableau X. La longueur moyenne du trajet infratemporal de la corde du tympan était de 31,8 millimètres (29-34, dérivation standard : 1,62). L'anastomose du nerf lingual et de la corde du tympan était située en moyenne 24,9 millimètres sous la base du crâne (24-27, dérivation standard : 0,99), approximativement au même niveau horizontal que la partie la plus déclive de l'incisure mandibulaire. L'angle aigu ouvert en haut et en arrière, formé par le nerf lingual et la corde du tympan, était en moyenne de 63,2 degrés (60-65, dérivation standard : 1,67).



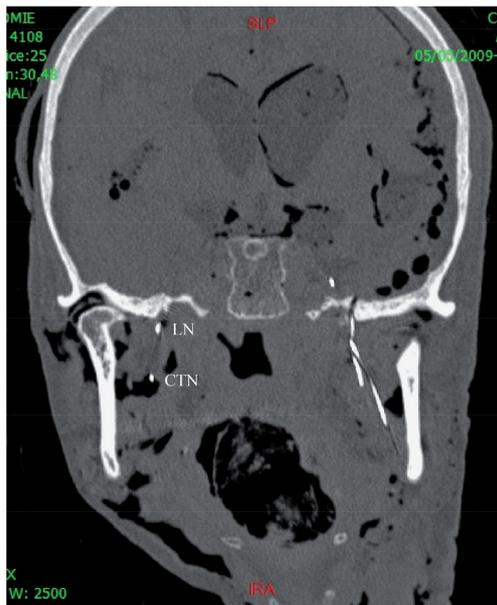
**Figure 17 :** Coupe scannographique parasagittale montrant la corde du tympan et le nerf lingual de la base du crâne jusqu'à leur anastomose. CTN : corde du tympan ; LN : nerf lingual.

Cranial  
Ventral

**Figure 18 :** Coupe scannographique frontale, passant par la tête mandibulaire et la fissure pétro-tympanique, montrant l'émergence de la corde du tympan dans la fosse infratemporelle (CTN).

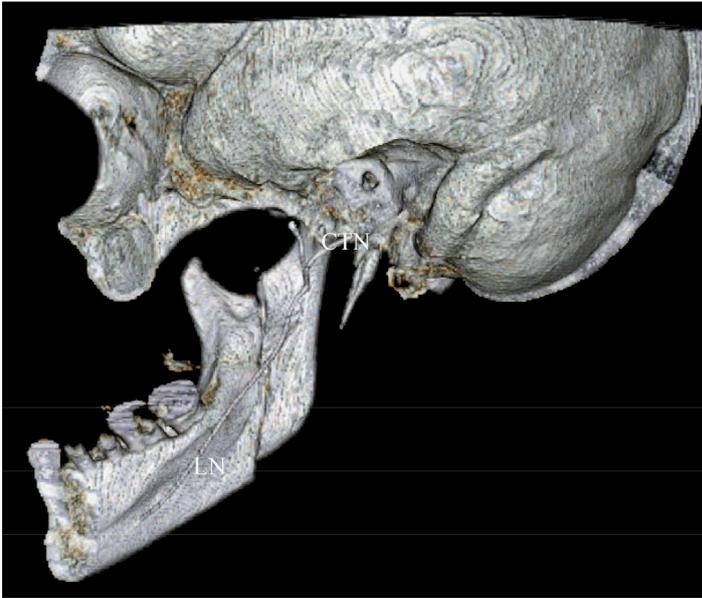


Cranial  
Right

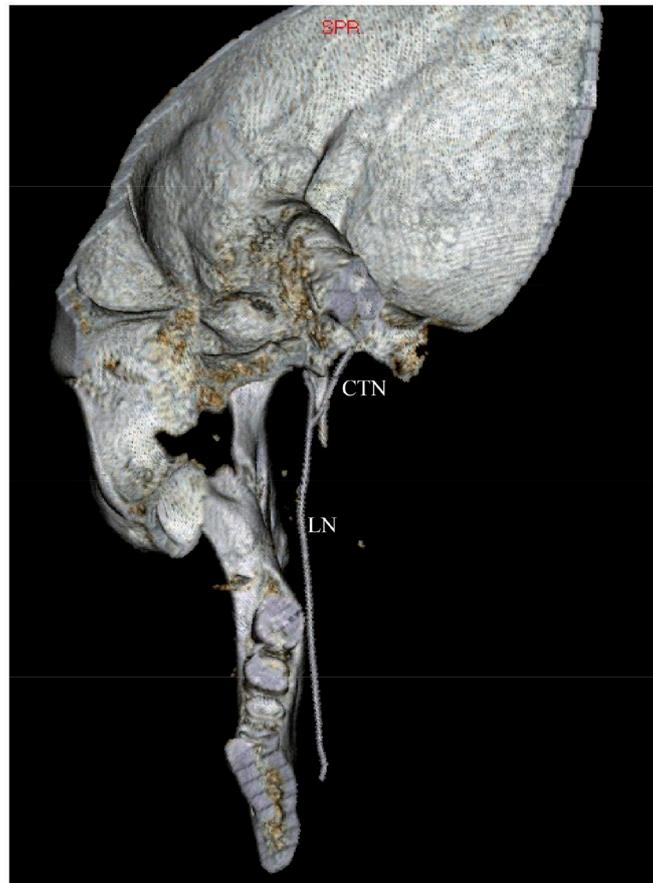
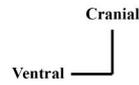


Cranial  
Right

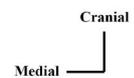
**Figure 19 :** Coupe scannographique frontale plus antérieure, passant par le col de la mandibule, mettant en évidence le nerf lingual (LN) et la corde du tympan (CTN).



**Figure 20** : Reconstructions tridimensionnelles du nerf lingual et de la corde du tympan, vue médiale. CTN : corde du tympan ; LN : nerf lingual.



**Figure 21** : Reconstructions tridimensionnelles du nerf lingual et de la corde du tympan, vue postérieure. CTN : corde du tympan ; LN : nerf lingual.



## Discussion

La partie infratemporale de la corde du tympan a fait l'objet de peu de références dans la littérature. Au contraire, les rapports de ce nerf dans l'oreille moyenne ont été largement publiés du fait des implications chirurgicales. La base de données mondiale Pubmed® contient ainsi 1490 références aux mots-clés «corde» et «tympan». Les mêmes mots-clés correspondent à 2740 références sur la base de données Sciencedirect® (Elsevier). Les articles en question concernent la chirurgie de l'oreille moyenne, ou l'anatomie fonctionnelle de la corde du tympan, en particulier chez le rat. Par contre, ces moteurs de recherches ne recensent aucune étude morphologique de la partie infratemporale de la corde du tympan. Cette portion de ce nerf se trouve en quelque sorte dans un «no men's land», ce qui corrobore d'ailleurs les protocoles d'exploration en IRM (Hermier, 2009).

Dans l'édition du Gray's Anatomy de 1901 («Anatomy: descriptive and surgical»), la portion tympanique de la corde du tympan est bien décrite jusqu'à son émergence du canal cordal antérieur qui est un espace inclus dans la suture pétro-tympanique (Hovelacque, 1934). Puis la portion infratemporale de la corde du tympan est citée sans détail, comme d'ailleurs dans le traité de référence sur la question de Rouvière (Rouvière, 1973). Mertz, dans son traité d'anatomie topographique et descriptive, est plus prolix sur la portion infratemporale de la corde du tympan, sans toutefois donner d'informations chiffrées quant à sa situation par rapport au crâne (Mertz, 1950). Enfin, Sick et Veillon ont publié un atlas radio-anatomique consacré à l'anatomie et à l'imagerie en coupes de l'os temporal. La corde du tympan est citée dans 37 coupes histologiques concernant l'os temporal, mais aussi les parties molles autour de cet os. Aucune référence n'est faite à la partie infratemporale de la corde du tympan (Sick et Veillon, 1988).

Les applications cliniques de la corde du tympan concernent en tout premier lieu les otologistes. En effet, elle peut être lésée lors d'interventions chirurgicales sur l'oreille moyenne (comme les tympanoplasties). Ce nerf est moins exposé dans son trajet infratemporal de par sa situation profonde, juste sous la base du crâne. Une étude incluant 140 patients ayant été opérés de l'oreille moyenne (tympanoplasties tympanotomies, mastoïdectomies) a ainsi relevé un taux de 15% de dysgueusies, dont 45% dans le groupe des tympanotomies (Michael, 2007). Parmi ces patients, 76% ont totalement récupéré au bout d'un an. Cette étude montrait surtout qu'il n'y avait pas de corrélation entre une lésion de la corde du tympan (section, étirement, dilacération), et une dysgueusie. Toutefois, le taux de dysgueusies postopératoires demeurait élevé, ce qui illustre l'importance clinique de la portion tympanique de la corde du tympan. Au contraire, des lésions iatrogènes de la corde du tympan dans la région infratemporale n'ont jamais été décrites, en tout cas, elles n'ont jamais été recherchées.

La connaissance et la compréhension de l'anatomie et du rôle de la corde du tympan sont difficiles à acquérir pour les étudiants en médecine et en odontologie, en raison de la complexité des structures en trois dimensions du crâne et des régions profondes de la face. Ainsi, leur proposer des outils numériques modernes en complément des cours traditionnels trouve tout son intérêt. Nous y avons déjà insisté à propos du nerf lingual. Bien sûr, des représentations aussi réalistes que possibles sont préférables pour dispenser une anatomie réelle, non disproportionnée. La dissection de la corde du tympan dans la fosse infratemporale nécessite de telles manipulations et artifices de préparation que les rapports de ce nerf sont totalement bouleversés. C'est ainsi que les modèles de Tramond au XIX<sup>ème</sup> (Drifi, 2009), malgré leurs grandes qualités esthétiques, ne peuvent être pris pour référence, par exemple pour entraîner l'étudiant, futur médecin ou dentiste, aux anesthésies tronculaires de la face.

Nous avons mis au point un protocole original d'exploration des nerfs crâniens sur le cadavre, dans la mesure où leur exploration est à l'heure actuelle impossible par les méthodes d'imagerie conventionnelles (Trost, 2009). L'exploration des nerfs de la tête peut être réalisée par échographie ou par imagerie par résonance magnétique nucléaire (IRM). L'échographie permet de repérer le nerf lingual en regard de l'angle de la mandibule, dans le secteur de la dent de sagesse (Olsen, 2007). Toutefois, cette technique est opérateur-dépendante et n'est pas intéressante dans notre optique. Le nerf lingual n'était pas identifié au-dessus, dans la fosse infratemporale. Une structure beaucoup plus petite comme la corde du tympan ne pouvait donc pas être explorée par cette technique. L'IRM est un moyen efficace d'explorer le nerf lingual dans la région de la troisième molaire du fait de sa localisation sous périostée (Miloro, 1997). Toutefois, l'environnement du nerf lingual dans la fosse infratemporale est défavorable à son repérage dans la fosse infratemporale. De ce fait, la corde du tympan est inexplorable par ce biais, alors que c'est l'examen de choix pour l'étudier dans sa portion tympanique. Benkhadra et al. ont proposé une méthode originale d'exploration des nerfs périphériques chez le cadavre, associant dissection anatomique et imagerie. Ils appliquaient une mixture de baryte, d'eau et d'un colorant à l'aide d'un pinceau sur les troncs, les faisceaux et les branches terminales du plexus brachial, ainsi que sur les vaisseaux. Une analyse tomographique, des reconstructions tridimensionnelles, ainsi que des modèles stéréolithographiques, permettaient d'obtenir une représentation très exacte de l'anatomie nerveuse de la région cervico-axillaire, utile entre autre à la simulation de blocs nerveux en anesthésie (Benkhadra, 2009). Nous n'avons pas retenu cette méthode à cause de la petite taille des nerfs étudiés d'une part, et de la complexité des rapports anatomiques qui rendaient la faisabilité de cette méthode très aléatoire d'autre part.

Notre protocole est inspiré de la méthode proposée par Karakas. En effet, ils ont repéré le nerf lingual dans la région de la troisième molaire à l'aide d'un fil d'acier, puis réalisé des orthopantomogrammes des pièces anatomiques. La première étape de leur étude était la dissection du nerf lingual dans la région de la dent de sagesse (sur dix têtes entières et une hémis-tête). Après marquage au fil d'acier, les pièces anatomiques étaient amenées en radiologie pour l'orthopantomogramme. Nous avons utilisé le scanner pour pouvoir accéder à des mesures plus précises, et à des reconstructions dans l'espace qui sont plus performantes sur le plan pédagogique. Le marquage des nerfs au fil d'acier fin nous a paru approprié car cela ne modifie pas la souplesse et l'élasticité du nerf qui peut par conséquent retrouver sans contrainte significative sa position normale après la remise en place des structures environnantes. De plus, les dernières générations de scanners permettent d'obtenir des images de grande qualité, non artéfactées si toutefois le calibre du fil d'acier reste suffisamment fin. Le traitement numérique des images a permis la réalisation de mesures précises dans les trois plans fondamentaux (horizontal, frontal et sagittal), après réaxation des pièces (en effet, le positionnement des pièces dans la tête du scanner n'était pas toujours parfait). Les reconstructions tridimensionnelles avec rendu surfacique, virtuellement manipulables à la console, ont fourni un matériel pédagogique intéressant, complément à l'enseignement de l'anatomie topographique des nerfs de la base du crâne qui a été introduit dans nos enseignements théoriques et pratiques.

Les reconstructions tridimensionnelles de la corde du tympan et du nerf lingual obtenues dans ce travail sont d'un grand intérêt pédagogique. En effet, il est possible de manipuler virtuellement le crâne auquel sont appendus le nerf lingual et la corde du tympan. Nous travaillons au développement d'un modèle rotatif du crâne et des nerfs crâniens, inspiré du visible ear project (Kockro, 2009). Au laboratoire d'anatomie, sont dispensés des enseignements utilisant la techno-

logie numérique en complément des cours théoriques traditionnels au tableau dans la tradition de Farabeuf (Trost, 2009). Cette méthode est d'ors et déjà en cours d'application à d'autres nerfs crâniens, dans le but de constituer une base de données exhaustive. Cette étude, malgré sa portée clinique modeste, contribue à apporter un support pédagogique moderne, efficace et réaliste à nos étudiants.

## **Conclusion**

Le repérage de la corde du tympan par un fil d'acier combiné à la tomodensitométrie est une technique originale permettant d'obtenir des mesures précises et reproductibles, et un matériel pédagogique très réaliste pour compléter les cours théoriques traditionnels. Les reconstructions tridimensionnelles, voire des modèles stéréolithographiques, sauront aider l'étudiant à intégrer l'anatomie topographique complexe des nerfs des régions profondes de la tête.



## **C. « La règle des tiers », une méthode simple pour repérer le foramen mandibulaire : étude radiologique préliminaire.**

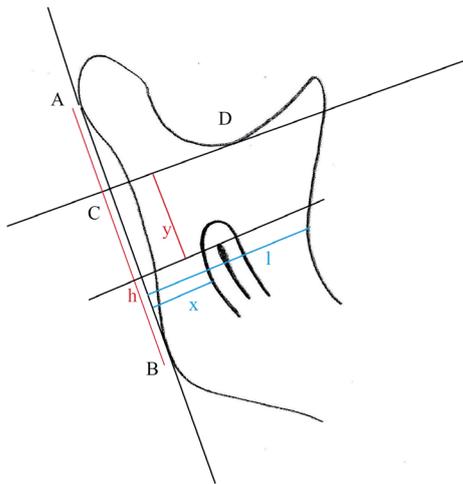
Trost O, Salignon V, Cheynel N, Malka G, Trouilloud P.

A simple method to locate mandibular foramen: preliminary radiological study.

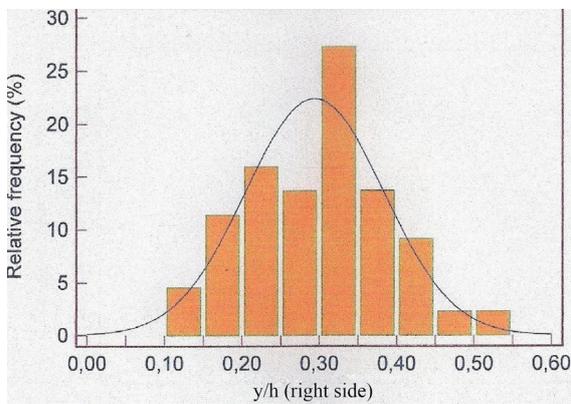
*Surg Radiol Anat.* 2010;32:927-31.

### **Introduction**

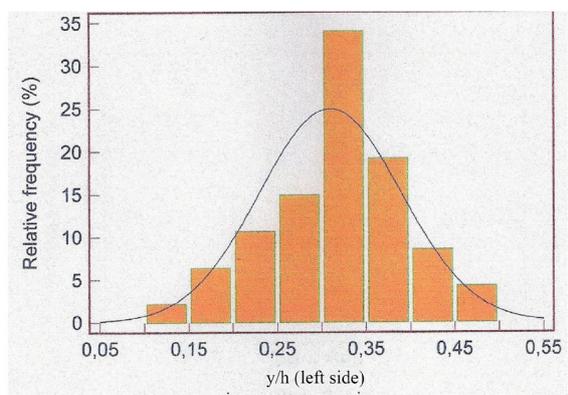
La chirurgie orthognatique est la chirurgie de correction des dysmorphies crânio-maxillo-faciales. La modification de la position de la mandibule nécessite une ostéotomie bifocale de la mandibule. La technique actuellement la plus utilisée est l'ostéotomie sagittale faite par voie endo-buccale, introduite en 1957 par Obwegeser et modifiée par Dal Pont en 1959 (Trauner, 1957 ; Dal Pont, 1959). Parfois, dans certains cas d'hypoplasies mandibulaires sévères, une ostéotomie verticale de la mandibule est indiquée (vertical ramus osteotomy, Robinson, 1957) : le trait d'ostéotomie verticale passe alors en arrière du foramen mandibulaire. Selon cette technique, la mandibule est le plus souvent abordée par une voie cutanée, soit la voie classique dite « de Risdon », ou par voie transmassétérique antéro-parotidienne (Trost, 2008), ou encore par voie endo-buccale. Le chirurgien ne contrôle donc pas la position du foramen mandibulaire lorsqu'il réalise son trait de coupe. Le risque est de léser le nerf alvéolaire inférieur dans son trajet intra-mandibulaire. L'examen préopératoire des clichés standards panoramiques dentaires, ou scannographiques, est une aide indispensable pour guider le geste du chirurgien, mais l'expérience montre que souvent, l'ostéotomie est réalisée trop en arrière par crainte de léser le nerf alvéolaire inférieur. Ceci augmente le risque de complications (fractures atypiques, difficultés à réaliser une ostéosynthèse stable).



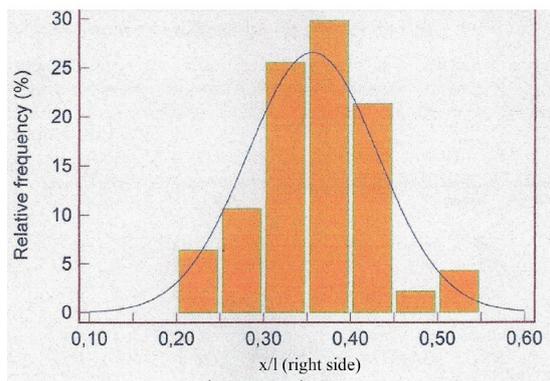
**Figure 22 :** Mise en place du repère et des mesures réalisées pour repérer le foramen mandibulaire.



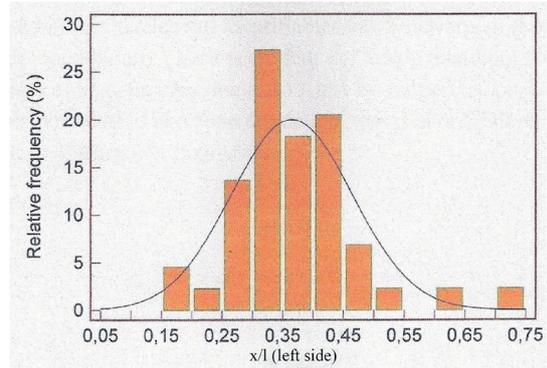
**Figure 23 :** Rapport  $y/h$  (côté droit).



**Figure 24 :** Rapport  $y/h$  (côté gauche).



**Figure 25 :** Rapport  $x/l$  (côté droit).



**Figure 26 :** Rapport  $x/l$  (côté gauche).

Le but de notre étude était d'analyser la position du foramen mandibulaire à la face médiale de la branche de la mandibule, afin de définir une « zone de sécurité » fiable, simple à repérer, où il est improbable de trouver le foramen mandibulaire.

## **Matériel et méthode**

Nous avons réalisé une étude radio-anatomique à partir de clichés panoramiques dentaires normaux de patients adressés dans le service de Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale pour extraction des dents de sagesse entre le premier janvier et le 31 mars 2008. Tous les sujets qui présentaient une anomalie de la branche de la mandibule (traumatique, dysplasique, tumorale, ...) étaient exclus de l'étude.

Chaque cliché radiographique était soigneusement décalqué sur papier calque. Nous mettions en place un repère orthonormal défini (Figure 22) :

- par la ligne verticale (AB), tangente au bord postérieur de la tête et de l'angle de la mandibule pour l'axe des ordonnées,
- par la ligne horizontale (CD), perpendiculaire à (AB) et tangente à l'incisure mandibulaire pour l'axe des abscisses.

Ce repère orthonormal a été pensé pour pouvoir être utilisé pendant la chirurgie ; en effet, tous les points qui le définissent sont visibles à la face latérale de la branche de la mandibule par les voies d'abord habituelles sus citées.

L'image du foramen mandibulaire était alors projetée sur le repère :

- projection orthogonale du bord postérieur du foramen mandibulaire sur l'axe des abscisses (CD),

- projection orthogonale du bord supérieur du foramen mandibulaire sur l'axe des ordonnées (AB).

Des mesures ont alors été réalisées indépendamment par le premier et le second auteur de l'étude, à l'aide d'un double décimètre. Nous retenons la valeur moyenne pour chaque sujet, de nouvelles mesures étaient réalisées en cas de divergence de plus de 5% :

- la distance  $h$  entre les points A et B (qui correspond à la hauteur de la partie visible de la branche mandibulaire lors de la chirurgie),

- la plus courte distance  $y$  entre le bord supérieur du foramen mandibulaire et l'axe des abscisses (CD),

- la largeur  $l$  de la branche de la mandibule dans le plan horizontal du centre du foramen mandibulaire,

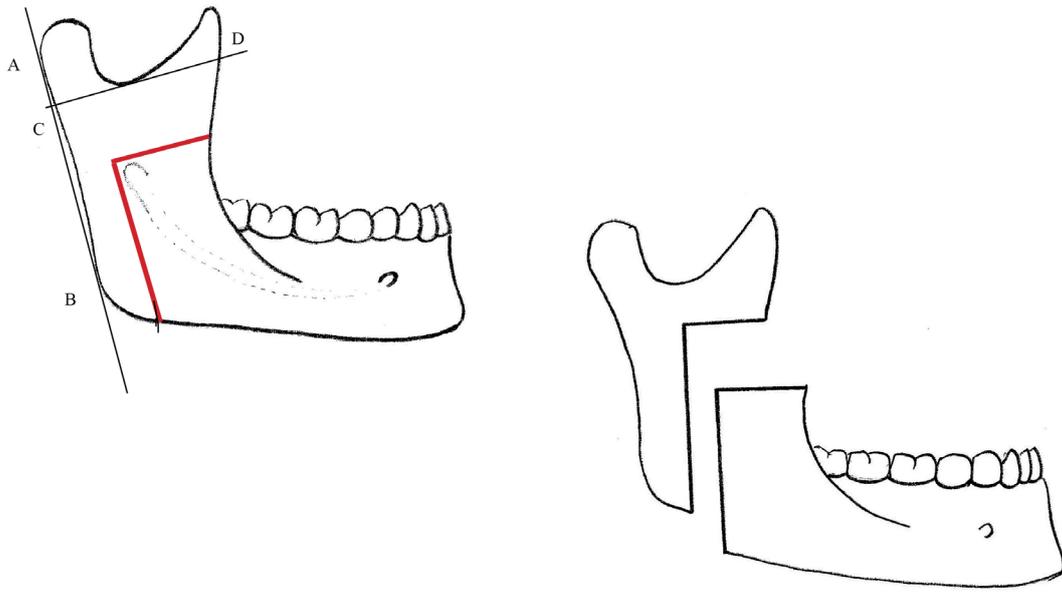
- la distance  $x$  entre le bord postérieur de la branche de la mandibule et l'axe des ordonnées (AB).

Les biais induits par les phénomènes d'amplification et de distorsion des images ont été minimisés en utilisant des ratios plus que les valeurs absolues. Ainsi, nous avons dans chaque cas calculé :

- le rapport  $x/l$  caractérisant la position du foramen mandibulaire dans le plan horizontal,

- le rapport  $y/h$  caractérisant la position du foramen mandibulaire dans le sens vertical.

L'influence du côté, de l'âge et du sexe a été analysée par le test de Fisher.



**Figure 27** : Zone de sécurité de la branche de la mandibule, où il est peu probable de trouver le foramen mandibulaire.



**Figure 28** : Approche latérale de la branche de la mandibule par une voie cervicale haute trans-massétérique pré-parotidienne.

## Résultats

Quarante six sujets ont été inclus dans cette étude : 24 hommes et 22 femmes (sex ratio 1,1/1), d'âge moyen 21 ans (12-72 ans).

Deux groupes de sujets ont été constitués (12-25 ans, et 26-72 ans) pour créer deux cohortes comparables. La limite de 25 ans correspondait à l'âge admis de la fin de la croissance mandibulaire (Walker, 1964) :

- verticalement ( $y/h$ ), les valeurs des rapports  $y/h$  se distribuaient selon une courbe de Gauss avec un pic à 0,30-0,35, sans différence statistiquement significative selon l'âge, le sexe ou le côté (Figures 23 et 24). Le foramen mandibulaire se projetait à la jonction des deux tiers inférieur et du tiers supérieur de la branche de la mandibule, plutôt en dessous de ce point.

- Horizontalement ( $x/l$ ), les valeurs des rapports  $x/l$  se distribuaient selon une courbe de Gauss avec un pic à 0,35, sans différence statistiquement significative selon l'âge, le sexe ou le côté (Figures 25 et 26). le foramen mandibulaire se projetait à la jonction entre les deux tiers antérieurs et le tiers postérieur de la branche de la mandibule, plutôt en avant de ce point.

Ces résultats suggèrent que la probabilité que le foramen mandibulaire se projette au niveau du tiers postérieur, ou du tiers supérieur de la branche de la mandibule, est faible. Nous définissons donc une « zone de sécurité » où le chirurgien maxillo-facial peut mener son trait d'ostéotomie verticale avec un risque très faible de morbidité pour le nerf alvéolaire inférieur (Figure 27).

## Discussion

La position du foramen mandibulaire est variable ; toutefois, le foramen mandibulaire a très peu de risque de se situer au tiers postérieur et au tiers supérieur de la branche de la mandibule. Nous proposons de qualifier cette zone « zone de sécurité » pour les ostéotomies verticales de la branche de la mandibule (vertical ramus osteotomy).

La localisation du foramen mandibulaire à la face médiale de la branche de la mandibule a été l'objet de nombreuses publications anatomiques ou radiologiques. Ainsi, Jerolimov évaluait le foramen mandibulaire à 15 millimètres en avant du bord postérieur de la branche mandibulaire, et 17 millimètres en arrière du bord antérieur de la branche mandibulaire (Jerolimov, 1998). Verticalement, le foramen mandibulaire se projetait selon cet auteur 21 millimètres au dessus de l'angle mandibulaire. Dans cette étude sur os embaumés, le foramen mandibulaire se trouvait à l'intersection du tiers postérieur et des deux tiers antérieurs de la branche mandibulaire dans le plan horizontal. Dans le sens vertical, le foramen mandibulaire était selon Jerolimov plus proche de l'angle que de l'incisure mandibulaire. Pour Osaka, le centre du foramen mandibulaire correspond au centre géométrique de la branche de la mandibule (Osaka, 1989). Nicholson propose un repérage précis, mais assez complexe, du foramen mandibulaire, tout comme Hayward ; des méthodes trop compliquées ne sont pas pertinentes pour une application de routine en chirurgie orthognatique (Nicholson, 1985 ; Hayward, 1977).

La méthode géométrique que nous proposons a l'avantage de sa simplicité. Elle peut donc être mise en pratique très aisément par le chirurgien maxillo-facial. L'abord externe de la branche de la mandibule, par voie classique « de Ris-

don » ou par voie péri-mandibulaire (Meyer, Trost), met à jour la face latérale de la branche mandibulaire, ses bords antérieur et postérieur, l'incisure mandibulaire en haut et l'angle en bas. Il est donc possible de tracer le repère orthonormal décrit dans la présente étude, et de définir confortablement la zone de sécurité où l'ostéotomie sera réalisée dans des conditions de sécurité optimales vis-à-vis du nerf alvéolaire inférieur (Figure 28).

La radiographie panoramique dentaire est un examen de routine relativement bon marché, peu irradiant, et très fréquemment réalisé au sein de notre établissement, ce qui a permis d'inclure un nombre important de sujets sur une courte période dans cette étude. Tsai a publié en 2004 une étude radiologique sur orthopantomogrammes à propos de l'évolution de la position du foramen mandibulaire au cours de la croissance (Tsai, 2004). Les résultats de cette étude concordent avec les nôtres. De plus, ces auteurs ont montré que les éruptions dentaires ne modifiaient pas de manière significative la position du foramen mandibulaire au cours de la croissance. Kositbowornchai a comparé deux techniques de repérage de la lingula sur mandibules sèches, couplées à l'orthopantomogramme (Kositbowornchai, 2007). Selon cet auteur, le choix de la technique de l'orthopantomogramme est valable, malgré des différences significatives entre les mesures anatomiques et sur les clichés radiologiques, du fait des phénomènes de distorsion de l'image, et d'amplification. L'utilisation de ratios permet de minimiser ces phénomènes.

## **Conclusion**

Dans le sens de la hauteur, le foramen mandibulaire se projette à la jonction entre le tiers supérieur et les deux tiers inférieurs de la branche de la mandibule, plutôt en dessous de ce point. Dans le sens de la largeur, le foramen mandi-

bulaire se projette à la jonction du tiers postérieur et des deux tiers de la branche de la mandibule, plutôt en avant de ce point.

Notre étude suggère donc que le foramen mandibulaire se projette le plus souvent dans les deux tiers antérieurs et inférieurs de la branche mandibulaire. Ceci permet de déterminer une « zone de sécurité » où la réalisation d'un trait d'ostéotomie verticale de la mandibule présente un risque minimal pour le nerf alvéolaire inférieur. Bien sûr, la lecture préopératoire du cliché panoramique dentaire, ou de scanners, reste obligatoire. Le protocole que nous proposons a pour objectif d'aider le chirurgien maxillo-facial à optimiser le dessin de son trait d'ostéotomie pour moins de fractures atypiques, une ostéosynthèse plus confortable, et un risque moindre pour le nerf alvéolaire inférieur.



## **D. Repérage de la partie extra-crânienne du nerf facial et de ses branches terminales : étude anatomique et applications en chirurgie maxillo-faciale.**

Une technique fiable et reproductible de dissection du tronc du nerf facial : étude anatomique.

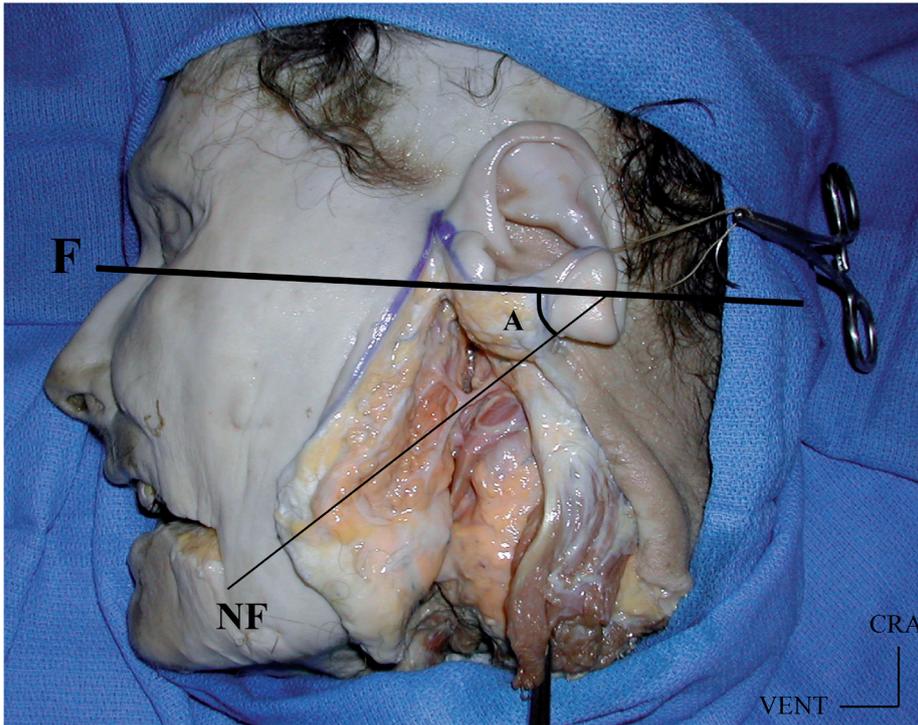
Trost O, Danino A, Barrière P, Malka G, Wilk A, Trouilloud P, Kahn JL.

Travail présenté au 41e Congrès national de stomatologie et de chirurgie maxillo-faciale, 21-23 septembre 2005, Marseille, France.

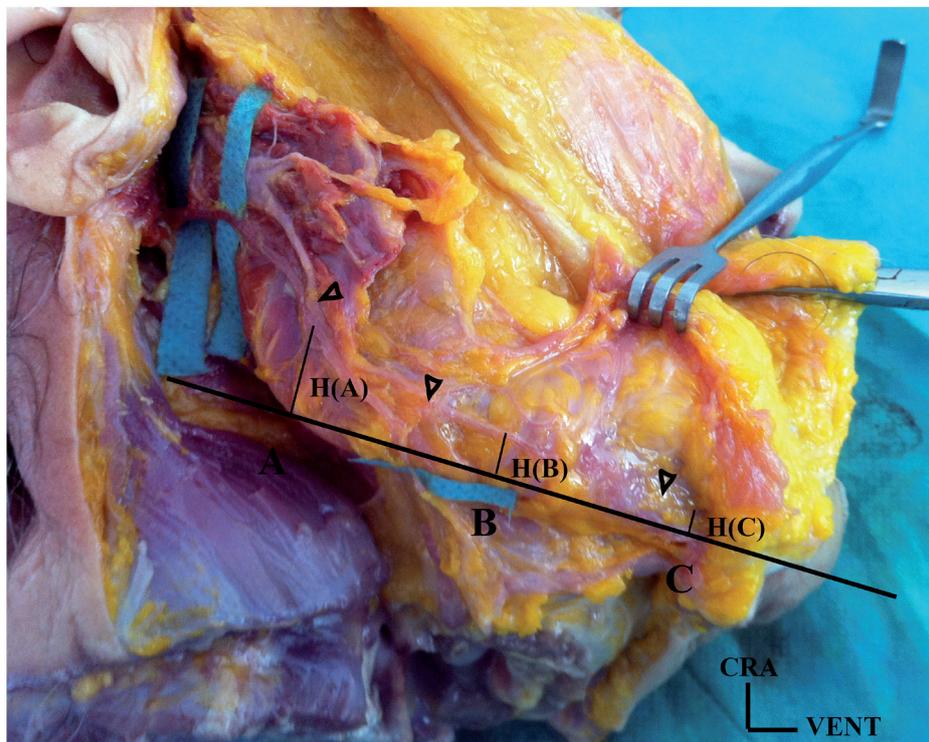
### **Introduction**

Le nerf facial et ses branches qui traversent la glande parotide et émergent du bord antérieur de la parotide pour se distribuer aux muscles peauciers de la face en cheminant sous le système musculo-aponévrotique superficiel (Mitz, 1976) doivent être préservés dans la chirurgie de la glande parotide, ou dans les abords du condyle mandibulaire. Le nerf facial, que les chirurgiens désignent par « tronc du nerf facial », terme qui n'existe pas dans la nomenclature anatomique moderne (INA, Sobotta, 1977), est repéré à la peau par la bissectrice de l'angle formé par le plan préauriculaire et le bord antérieur du muscle sterno-cléido-mastoïdien (Stricker, 1970). La dissection du nerf facial peut se faire de deux façons : « en aveugle », par approche latérale directe, à l'aide d'un neurostimulateur, ou en suivant le ventre postérieur du muscle digastrique par une approche inférieure (Portmann et Guerrier, 1988). La dissection est difficile dans les cas où de volumineuses tumeurs parotidiennes modifient les rapports anatomiques normaux.

Le nerf facial se termine dans la glande parotide en branches temporo-



**Figure 29** : Vue latérale gauche de la tête montrant le plan orbito-méatal (F), l'axe du nerf facial (NF) et l'angle A entre les deux droites précédentes.



**Figure 30** : Vue latérale droite montrant le rameau mentonnier (flèches), le plan mandibulaire et les distances du rameau mentonnier au point gonion (A), intermédiaire (B) et de la commissure orale (C).

faciale et cervico-faciale qui se ramifient ensuite de façon extrêmement variable en un plexus nerveux facial intra-parotidien d'où partent les branches terminales qui émergent du bord antérieur de la glande. Selon la nomenclature, on distingue : le rameau temporal, le rameau zygomatique, le rameau buccal, le rameau mentonnier et le rameau cervical (Trost et Trouilloud, 2011). Le rameau mentonnier croise le champ de dissection des voies d'abord basses du condyle mandibulaire (Trost, 2008), et est susceptible d'être lésé, entraînant une paralysie faciale postopératoire périphérique partielle à prédominance inférieure.

Le but de cette étude était de repérer le nerf facial et le rameau mentonnier, avec une application aux voies d'abord basses du condyle mandibulaire.

## **Matériel et méthode**

Une étude anatomique a été réalisée sur dix têtes fraîches décongelées, soit 20 nerfs faciaux. Un abord préauriculaire contournait le lobule de l'oreille pour se prolonger vers le bas en regard du bord antérieur du muscle sterno-cléido-mastoïdien. Son bord antérieur était libéré sur le quart supérieur de son trajet pour plonger en profondeur où l'on exposait la portion proximale du ventre postérieur du muscle digastrique. L'étape suivante consistait à libérer la face ventrale du ventre postérieur du muscle digastrique pour rejoindre son insertion basi-crânienne à proximité du foramen stylo-mastoïdien d'où émerge le nerf facial.

Le nerf facial était alors disséqué prudemment sous loupes chirurgicales (grossissement x 2,4). On isolait ses deux branches terminales (cervico-faciale et temporo-faciale), et leurs ramifications dans la glande parotide dont on retirait le « lobe superficiel », c'est-à-dire le parenchyme situé en dehors du nerf facial. Le rameau mentonnier était disséqué jusqu'au niveau de la ligne verticale passant

par la commissure orale. Il n'était pas séparé du plan profond afin de ne pas modifier sa projection.

Nous avons pour chaque sujet, et de chaque côté, mesuré à l'aide d'une règle millimétrée la longueur du nerf facial dans la loge parotidienne et l'angle que son axe formait avec le plan orbito-méatal (ou plan de Francfort) à l'aide d'un goniomètre d'orthopédie (Figure 29).

Par ailleurs, nous avons mesuré la position du rameau mentonnier par rapport au rebord mandibulaire. Pour cela, nous déterminions la ligne droite reliant le point gonion défini comme le milieu de la courbure ou le sommet de l'angle mandibulaire, et le point gnathion, défini comme le point le plus distal de la région mentonnière. Cette ligne droite de référence matérialisait le plan mandibulaire. Nous mesurions la projection orthogonale du rameau mentonnier à trois niveaux reproductibles (Figure 30) :

- le point A, le point gonion,
- le point C, le niveau de la commissure orale,
- le point B, le milieu du segment défini par ces deux points.

## Résultats

Les mesures sont exposées tableau 1. Le nerf facial a été identifié dans toutes les dissections, il était unique dans tous les cas, et apparaissait en dedans du ventre postérieur du muscle digastrique. Ce dernier constituait un « hamac musculaire » amenant le nerf facial dans la loge parotidienne. Son point d'émergence dans la loge parotidienne correspondait au sommet de l'angle formé par le plan préauriculaire et le bord antérieur du muscle sterno-cléido-mastoïdien. Sa longueur moyenne était de 16,65 millimètres (12-22 mm, écart-type 46,47). L'axe

Sujet	Age	Sexe	Côté	L (mm)	A	H(A)	H(B)	H(C)
1	67	M	droit	17	49	18	5	4
			gauche	14	54	17	7	3
2	53	M	droit	18	52	14	6	4
			gauche	18	47	16	4	2
3	75	F	droit	13	38	15	5	4
			gauche	15	45	12	7	5
4	88	M	droit	19	48	13	2	1
			gauche	15	45	14	0	2
5	74	F	droit	22	62	6	3	2
			gauche	20	59	10	7	5
6	84	F	droit	15	50	14	4	1
			gauche	13	48	13	5	3
7	89	F	droit	15	45	11	4	2
			gauche	17	44	16	2	2
8	71	M	droit	18	49	12	3	2
			gauche	22	46	15	6	3
9	52	M	droit	12	39	14	5	3
			gauche	15	35	14	4	3
10	78	F	droit	19	45	10	4	3
			gauche	16	42	13	4	4
Moyenne				16,65	47,1	13,35	4,35	2,9
Ecart-type				46,47	6,56	22,63	18,19	18,79

du nerf facial faisait avec le plan de Francfort un angle moyen de 47,1 degrés (35-62, écart-type 6,56).

Le rameau mentonnier décrivait une courbe concave vers le haut, croisant l'angle mandibulaire. En regard du point gonion, le rameau mentonnier se situait en moyenne 13,35 millimètres au-dessus du plan mandibulaire (6-18 millimètres, écart-type 22,63). Au milieu du segment défini par le gonion et le niveau de la commissure orale, le rameau mentonnier se situait en moyenne 4,35 millimètres au-dessus du plan mandibulaire (0-7 millimètres, écart-type 18,19). En regard de la commissure orale, le rameau mentonnier se situait en moyenne 2,9 millimètres au-dessus du plan mandibulaire (1-5 millimètres, écart-type 18,79).

## **Discussion**

Le nerf facial émerge à la base du crâne par le foramen stylo-mastoidien. Il se situe alors en arrière et en dedans du processus styloïde de l'os temporal, en arrière du rideau stylien qu'il perfore très tôt entre le ventre postérieur du muscle digastrique et le muscle stylo-hyoïdien pour pénétrer dans la loge parotidienne (Bellocq, 1925 ; Fontaine, 1996 ; Hovelacque, 1927 ; Maillot, 2004 ; Mertz H, 1950 ; Poirier et Charpy, 1904 ; Rouvière, 1967 ; Trost et Trouilloud, 2011).

La connaissance de la situation et des rapports du nerf facial dans la loge parotidienne est importante pour le chirurgien maxillo-facial lors des parotidectomies. En effet, lors de cette intervention, le nerf facial et ses branches doivent le plus souvent être préservés. Or celui-ci est compris au sein du parenchyme parotidien, sans réel plan de clivage, ce qui rend sa dissection difficile, surtout dans les cas où la région parotidienne est fortement remaniée par une volumineuse tumeur (Emodi, 2010). L'utilisation du ventre postérieur du muscle digastrique

comme repère chirurgical du nerf facial figure dans l'ouvrage de référence de Portmann (Portmann et Guerrier, 1988). Notre étude confirme assez logiquement ce repère.

Par ailleurs, certains abordent chirurgicalement le nerf facial directement, en s'aidant éventuellement du neurostimulateur. Un repère topographique externe aide considérablement à la localisation du nerf, surtout chez les patients obèses ou si la parotide est très augmentée de volume ou remaniée. Stricker proposait la bissectrice de l'angle formé par la ligne préauriculaire et le bord antérieur du muscle sterno-cléido-mastoïdien (Stricker, 1970). Dans notre étude, l'axe du nerf facial formait avec l'horizontale (plan orbito-méatal, de Francfort) un angle moyen de 47 degrés. Si on considère comme Arnould Moreaux que le bord antérieur du muscle sterno-cléido-mastoïdien fait avec l'horizontale un angle moyen de 60 degrés (Moreaux, 1954), on peut amender l'adage de Stricker en précisant que le trajet du nerf facial est un peu plus vertical que l'axe qu'il décrit.

Le rameau mentonnier du nerf facial est fonctionnellement primordial car il innerve les « muscles inféro-oraux » (Trost et Trouilloud, 2011) responsables de l'abaissement de la commissure orale. De plus, Gosain a montré que le rameau mentonnier était peu relié aux autres branches du nerf facial, contrairement aux rameaux supérieurs (Gosain, 1995). Le rameau mentonnier est ainsi particulièrement vulnérable dans la chirurgie du condyle mandibulaire par voie basse, et les séquelles de ses lésions, visibles et avec peu de possibilités de récupération. Sa préservation est donc de toute première importance.

La voie d'abord basse « classique », cervicale, du condyle mandibulaire est la voie « de Risdon » (Risdon, 1929). L'incision cutanée se fait dans le pli cervical supérieur. La dissection est immédiatement sous platysmale, puis sous-périostée

jusqu'au niveau du trait de fracture. Cette voie basse évite le rameau mentonnier qui peut selon certains auteurs cheminer en dessous du rebord mandibulaire comme le souligne Touré (Touré, 2004) ; cependant, le lambeau tissulaire supérieur doit être rétracté de façon appuyée pour obtenir une exposition correcte du foyer de fracture, ce qui induit une morbidité pour le rameau mentonnier (Trost, 2008).

Une voie d'abord très populaire du condyle mandibulaire est la voie rétro-mandibulaire (Chossegras, 1996). Or les auteurs qui ont publié sur de larges séries de patients opérés selon cette technique ont rapporté des taux de parésies faciales de l'ordre de 10%, ce qui est élevé, surtout si l'on considère que le traitement chirurgical des fractures condyliennes n'est pas admis par tous. Ceci est très probablement lié au fait que la dissection croise obligatoirement la branche cervico-faciale et/ou le rameau mentonnier dans cette technique (Trost, 2010).

La voie péri-mandibulaire développée par l'école strasbourgeoise (Wilk, 2002 ; Meyer, 2006) est très pertinente compte tenu de la situation du rameau mentonnier. Ces auteurs recommandent une dissection sous cutanée, superficielle par rapport au platysma, menée jusqu'à 15 mm au-dessus du rebord mandibulaire, pour éviter le trajet du rameau mentonnier dont nous avons mesuré la position moyenne à 13 millimètres du point gonion. Nous avons publié une variante de la technique strasbourgeoise, étendant la dissection sous-cutanée vers le haut (Trost, 2008). L'intérêt selon nous est double : s'affranchir d'un lambeau supérieur trop épais, pour faciliter l'accès au condyle, et éviter les variantes hautes du rameau mentonnier (sa position pouvant à l'extrême dans notre étude se situer à 18 millimètres du point gonion). La traversée du fascia pré-massétérique se fait alors à un niveau fortement anastomosé, ce qui explique l'innocuité de la section des branches buccales rapportée par les auteurs strasbourgeois (Lutz, 2010).

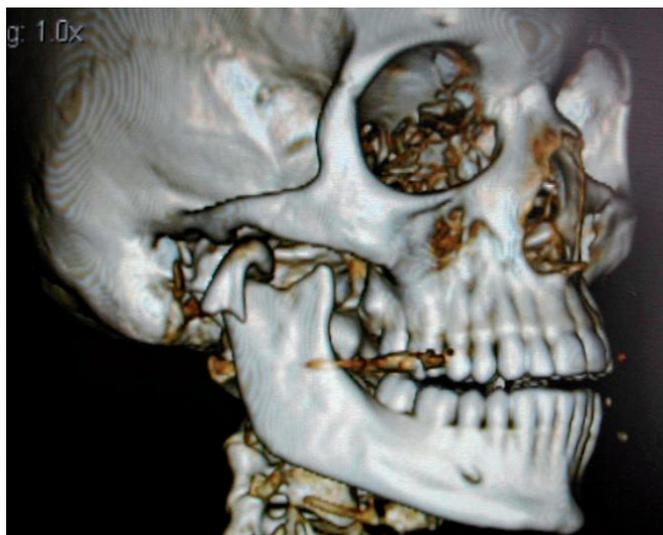
## Conclusion

Deux points clés ressortent de cette étude :

- le nerf facial se projette dans la région parotidienne selon un axe oblique en bas, en avant et en dehors, un peu plus vertical que la bissectrice de l'angle que forment le plan préauriculaire et le bord antérieur du muscle sterno-cléido-mastoïdien,

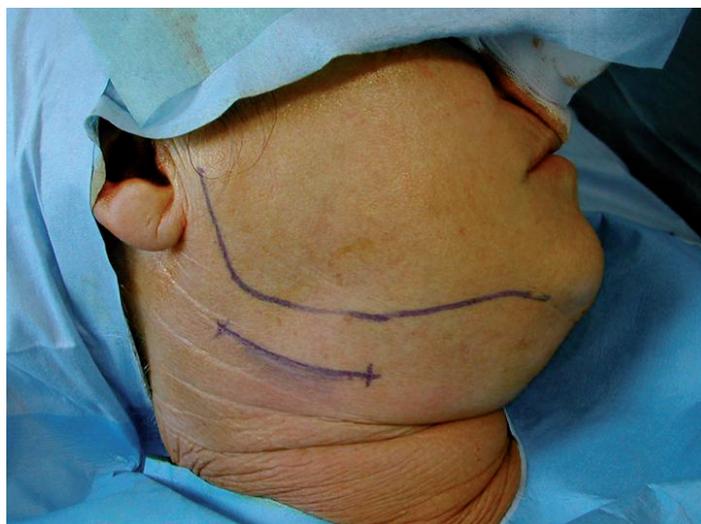
- le rameau mentonnier du nerf facial, véritable obstacle à l'abord du condyle mandibulaire par voie basse, chemine en moyenne 13 millimètres au-dessus du point gonion.

Ces deux points ont une utilité en chirurgie maxillo-faciale, en particulier lorsqu'il s'agit d'aborder une fracture sous condylienne de la mandibule par les voies cervicales trans-massétériques recommandées par les strasbourgeois, ainsi que par nous-mêmes.



**Figure 31** : Fracture sous condylienne basse droite de la mandibule.

**Figure 32** : Incision cutanée menée un centimètre sous le rebord mandibulaire.



**Figure 33** : Dissection sous cutanée, réalisée superficiellement par rapport au système musculo-aponévrotique superficiel.

## **E. Voie d'abord cervicale haute trans-massétérique pré-parotidienne pour l'ostéosynthèse à ciel ouvert des fractures sous condyliennes de la mandibule.**

Trost O, Abu El-Naaj I, Trouilloud P, Danino A, Malka G. High cervical trans-masseteric anteroparotid approach for open reduction and internal fixation of condylar fractures. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008;66:201-4.

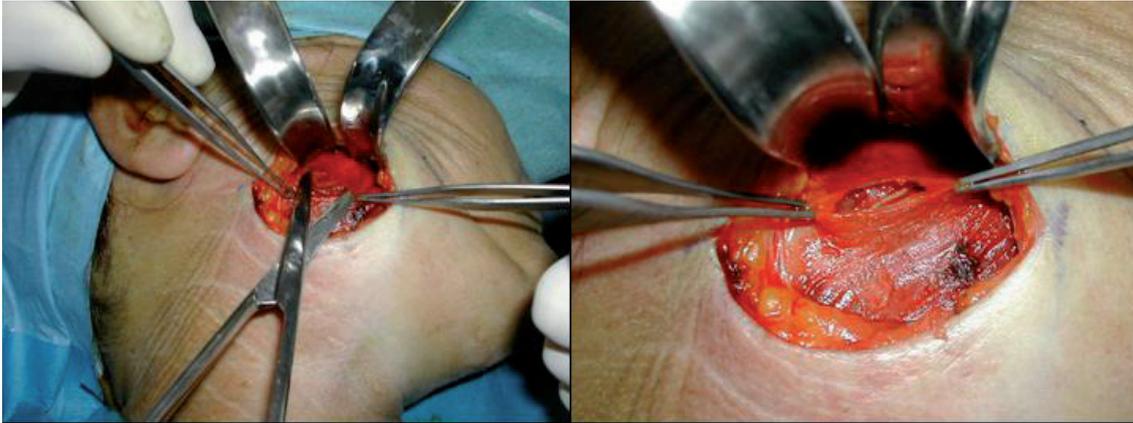
### **Introduction**

Le traitement des fractures de la région condylienne de la mandibule est sujet à controverse, malgré une tendance actuelle à l'ostéosynthèse à ciel ouvert.

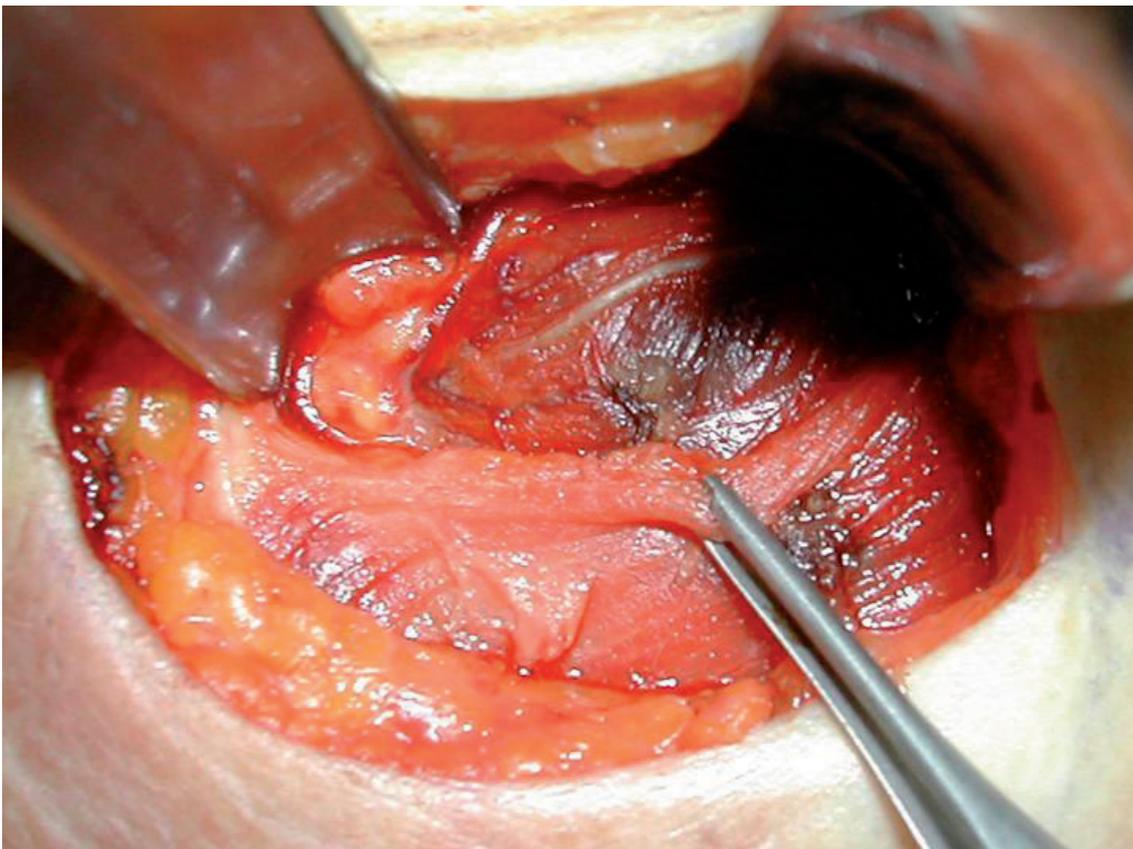
De nombreuses techniques ont été proposées pour aborder la région condylienne de la mandibule. L'exposition du condyle mandibulaire est plus ou moins bonne, selon la hauteur du trait de fracture. De plus, le problème majeur que pose l'abord chirurgical du condyle mandibulaire est la proximité du nerf facial et de ses branches terminales, entraînant un risque de paralysie faciale périphérique postopératoire. Dans cette note technique, nous présentons une variante de la voie d'abord péri-mandibulaire décrite par Meyer et Wilk (Meyer, 2006).

### **Technique chirurgicale**

Cette technique est indiquée dans les fractures extra-articulaires du condyle mandibulaire (Figure 31). Une incision cutanée de cinq centimètres de long est faite un centimètre sous le rebord mandibulaire après infiltration d'une solution de lidocaïne adrénalinée (Figure 32).



**Figure 34** : Incision du muscle platysma et abord du fascia pré-massétérique qui forme un feutrage où l'on peut de façon aléatoire croiser un rameau du nerf facial.



**Figure 35** : Vue agrandie d'un rameau buccal du nerf facial qui croise la face latérale du muscle masséter.

Une dissection sous cutanée est alors menée au-dessus du plan du muscle platysma sur une distance de quatre à cinq centimètres, soit approximativement en regard du trait de fracture (Figure 33). Le plan musculo-aponévrotique superficiel (Mitz, 1976) est alors incisé et traversé, mettant en évidence le muscle masséter recouvert d'un feutrage conjonctif (Figure 34), dans lequel il est possible de croiser une branche terminale du nerf facial. Il s'agit en général à ce niveau d'un rameau buccal (Figure 35). Dans ce cas, le nerf est disséqué prudemment et récliné. La dissection reste en avant du bord antérieur de la glande parotide (Figure 36). Le muscle masséter est alors incisé et traversé jusqu'au contact osseux (Figure 37). Le décollement sous périoste du muscle masséter permet d'exposer confortablement de foyer de fracture, de réduire la fracture, et de réaliser l'ostéosynthèse (Figure 38).

## **Discussion**

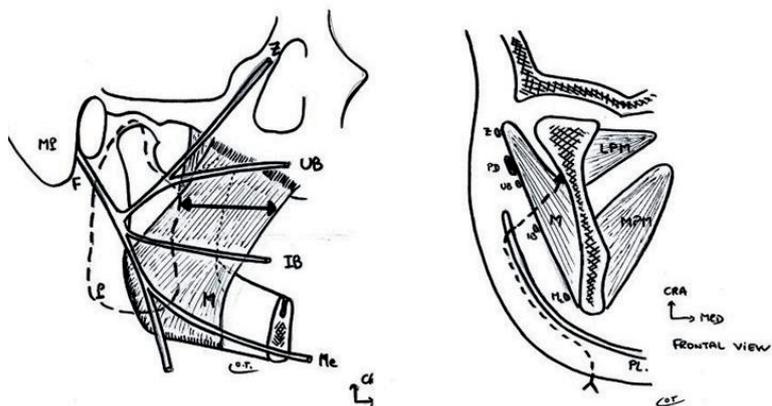
Le traitement chirurgical des fractures de la région condylienne de la mandibule tend à devenir le traitement de référence. L'exposition de la fracture est le premier problème qui se pose lorsque le chirurgien décide d'aborder. Les voies d'abord les plus utilisées actuellement (voie de Risdon, voie rétro-mandibulaire) ne donnent pas toujours un accès satisfaisant, surtout si la fracture est haute, car l'incision cutanée est éloignée de la région d'intérêt, et que le lambeau supérieur qui doit être récliné vers le haut est épais. Ainsi, le forage et la mise en place des vis se fait selon un axe oblique, ce qui rend l'ostéosynthèse parfois plus difficile à réaliser, et le montage, défailant. De plus, l'épaisseur du lambeau supérieur, tiré fortement vers le haut, induit une morbidité plus élevée sur le nerf facial.

Car en effet, le problème majeur que pose la chirurgie du condyle mandibulaire est le nerf facial. D'après Gosain, les anastomoses entre les rameaux

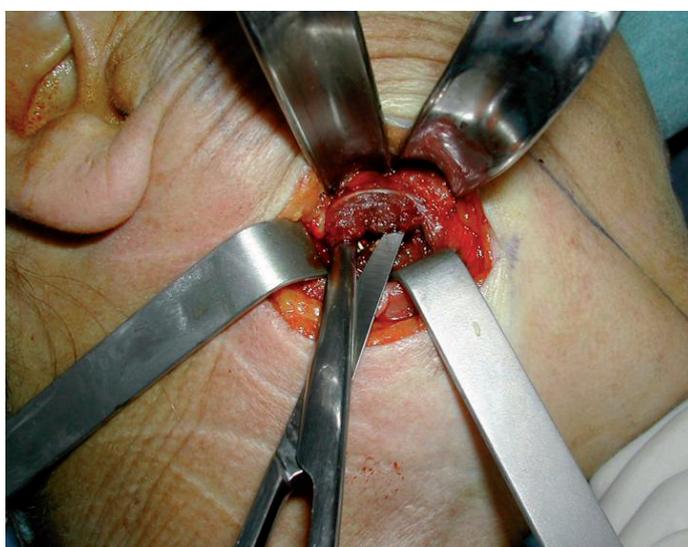
zygomatiques et buccaux sont plus nombreuses (70%) que les anastomoses du rameau mentonnier aux autres branches du nerf facial (Gosain, 1995). Ceci peut expliquer la plus grande fréquence des parésies faciales dans les dissections basses.

Le protocole opératoire que nous présentons est une modification de la voie d'abord péri-mandibulaire proposée par l'Ecole de Wilk à Strasbourg (Wilk, 2002). Nous proposons une dissection sous cutanée plus étendue, jusqu'en regard du trait de fracture (alors que Wilk ne réalise une dissection superficielle que sur 15 millimètres) pour diminuer le volume du lambeau supérieur, pour améliorer encore l'exposition du condyle et diminuer la morbidité du nerf facial. On retrouve cette dissection sous cutanée étendue dans la technique de Wilson (Wilson, 2005).

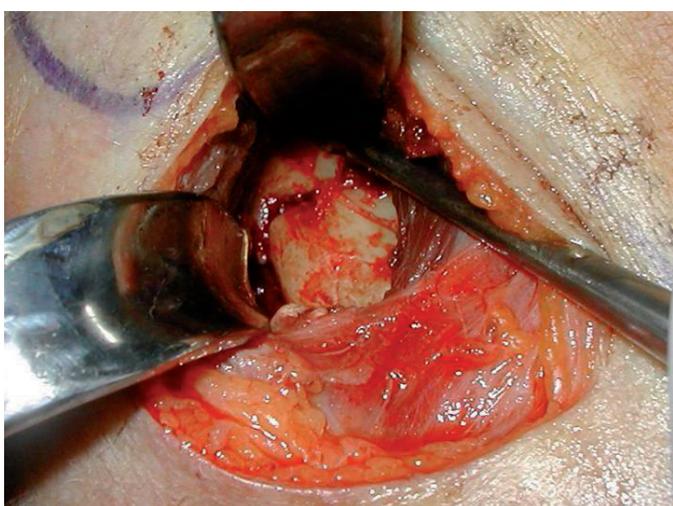
Ce protocole opératoire a depuis été réalisé chez plus de 100 patients (Trost, 2009 ; Trost, 2010) sans paralysie faciale, ne fût-ce que transitoire. Nous avons identifié une branche du nerf facial dans environ un cas sur deux. L'accès à la fracture était convenable, et les ostéosynthèses ont pu être réalisées dans des conditions tout à fait bonnes. La durée moyenne de l'intervention était de 40 minutes environ (sans compter le temps d'anesthésie, et d'installation du patient). Les résultats cosmétiques et fonctionnels étaient satisfaisants.



**Figure 36** : Schémas montrant le trajet de la dissection, en vue latérale puis en coupe frontale. On notera sur le schéma de gauche le trajet du rameau mentonnier qui est l'élément à éviter à tout prix.



**Figure 37** : Incision du muscle masséter qui sera traversé pour poursuivre la dissection (voie trans-massétérique).



**Figure 38** : Exposition de la fracture du condyle. Le foyer est correctement exposé, ce qui permet une ostéosynthèse dans de bonnes conditions.



## **F. Contribution de l'artère auriculaire postérieure à la vascularisation du nerf facial dans l'espace préstylien : étude anatomique et conséquences chirurgicales.**

Trost O, Kadlub N, Cheynel N, Benkhadra M, Malka G, Trouilloud P.

Contribution de l'artère auriculaire postérieure à la vascularisation du nerf facial dans l'espace préstylien : étude anatomique et conséquences chirurgicales. *Morphologie*. 2008;92:171-5.

### **Introduction**

Lorsqu'il émerge de la base du crâne, le nerf facial contracte des rapports étroits avec une artère « stylo-mastoïdienne » qui contribuent à sa vascularisation. Cette artère s'engage dans le canal du nerf facial et assure également la vascularisation du troisième segment intra-osseux de ce nerf. Les descriptions traditionnelles font état d'une artère unique, le plus fréquemment branche collatérale de l'artère auriculaire postérieure (Cloquet, 1825 ; Liao, 2004 ; Moreau, 2001 ; Olivier, 1969 ; Testut, 1897 ; Tilliaux, 1884).

Néanmoins, les origines de cette artère sont variables ; ainsi, selon Rouvière, l'artère stylo-mastoïdienne naît-elle soit de l'artère auriculaire postérieure, soit de l'artère occipitale (Rouvière, 1967). Des études plus récentes ont établi que l'artère stylo-mastoïdienne naît le plus souvent de l'auriculaire postérieure, parfois de l'occipitale ou rarement de l'artère carotide externe elle-même (Liao, 2004 ; Moreau, 2001). D'autre part, la vascularisation de la partie extra-crânienne du nerf facial est également assurée par des branches des artères faciale, transverse de la face et temporale superficielle, alimentant un réseau capillaire périneural richement anastomotique (Liao, 2004).

La littérature décrit donc des apports vasculaires profonds, intra-parotidiens, au tronc du nerf facial intra-osseux ou extra-crânien. Or les chirurgiens plasticiens décrivent très exceptionnellement une paralysie faciale périphérique complète compliquant la correction chirurgicale des oreilles décollées, dont le temps d'enfouissement de la conque peut nécessiter le sacrifice de l'artère auriculaire postérieure (Danino, 2009). L'étiologie vasculaire a été évoquée bien que le site opératoire soit éloigné du nerf facial et de ses vaisseaux. Une vascularisation d'origine rétro-auriculaire émanant de l'artère auriculaire postérieure a par ailleurs été suggérée.

Le but de notre étude était de mettre en évidence et de systématiser les branches issues de l'artère auriculaire postérieure à destination du nerf facial dans la région parotidienne et en arrière du pavillon de l'oreille.

## **Matériel et méthode**

Une étude cadavérique a été réalisée sur 15 pièces fraîches décongelées. Nous avons exclu tous les sujets aux antécédents de chirurgie de la région carotidienne, parotidienne ou auriculaire. Les dissections ont été menées des deux côtés, en démarrant à droite. Elles commençaient par un abord de l'artère carotide externe à la bifurcation carotidienne puis sa dissection dans la gouttière rétro-mandibulaire pour mettre en évidence l'origine de l'artère auriculaire postérieure que nous injectons sélectivement avec une solution de bleu de méthylène.

L'observation de la coloration bleue de la peau rétro-auriculaire permettait d'apprécier le territoire cutané de l'artère auriculaire postérieure (Figure 39). Celle-ci était alors disséquée dans la loge parotidienne, puis en avant du processus mastoïde et dans le sillon rétro-auriculaire en prenant soin de conserver

toutes ses collatérales. Enfin, le dernier temps de dissection était le repérage du nerf facial dans l'espace préstylien : le ventre postérieur du muscle digastrique était repéré dans la région cervicale, suivi jusqu'à son origine dans la fossette digastrique de l'os temporal. Le nerf facial était alors immédiatement repéré au-dessus du muscle, qui constitue un hamac accompagnant le nerf facial dans la loge parotidienne (Figure 40).

La coloration bleue des vasa nervorum du nerf facial était recherchée et interprétée comme considérée comme le signe de sa vascularisation par l'artère auriculaire postérieure. Nous avons relevé toutes les branches à destination du nerf facial issues de l'artère auriculaire postérieure, leur existence, nombre, mensurations, topographie. Une systématisation de la contribution de l'artère auriculaire postérieure à la vascularisation du nerf facial a été proposée.

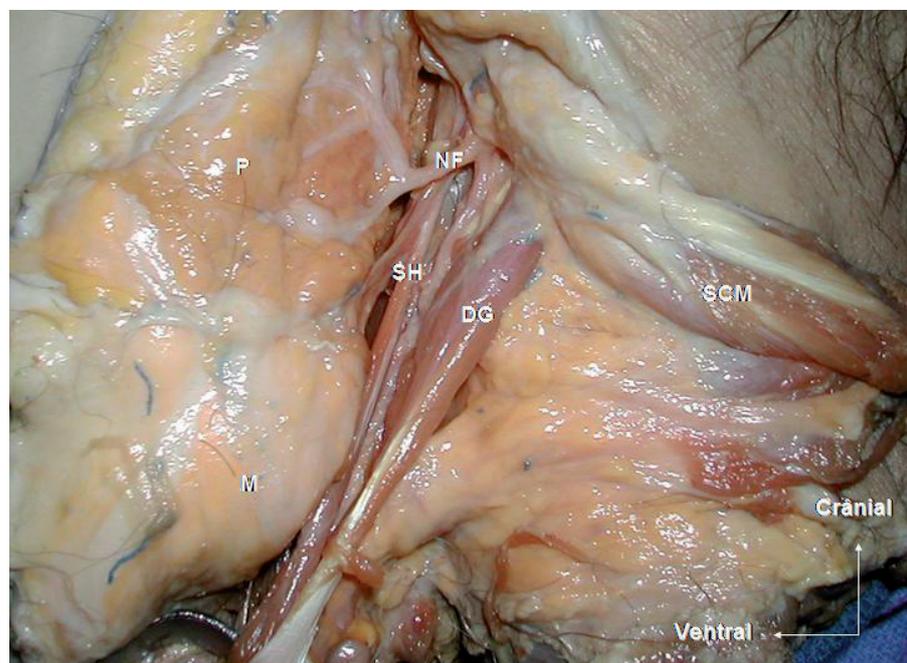
## Résultats

L'étude a porté sur 30 artères auriculaires postérieures, 15 droites et 15 gauches, observées sur 15 sujets d'âge moyen 82 ans. Il s'agissait de neuf sujets masculins et six féminins. Aucune agénésie de cette artère n'a été notée. L'injection de bleu de méthylène colorait dans tous les cas la peau de la région rétro-auriculaire ainsi que de la face postérieure du pavillon de l'oreille. La taille moyenne de la plage de peau colorée était de 10 x 6 centimètres, soit une surface moyenne estimée à 60 cm<sup>2</sup>.

La participation des artères auriculaires postérieures à la vascularisation des nerfs faciaux n'était pas nécessairement symétrique. Ainsi, dans 9 cas, les



**Figure 39** : Coloration bleue du territoire cutané de l'artère auriculaire postérieure.



**Figure 40** : Dissection du nerf facial (NF) dans la loge parotidienne. Il émerge entre le ventre postérieur du muscle digastrique (DG) et le muscle stylo-hyoïdien (SH) et contracte des rapports étroits avec l'artère auriculaire postérieure.

deux nerfs faciaux était colorés en bleu après l'injection de bleu de méthylène ; dans deux autres cas, seul un des deux nerfs était coloré. Dans quatre cas enfin, aucune coloration n'était retrouvée des deux côtés. En somme, l'artère auriculaire postérieure contribuait à la vascularisation du nerf facial dans 20 cas sur 30, soit 67% des cas.

Les dissections des artères auriculaires postérieures ont mis en évidence des branches collatérales destinées au nerf facial qui pouvaient être classées selon trois types (Figure 41) :

1. Type 1 : présence d'une branche unique issue de l'auriculaire postérieure et rejoignant le tronc du nerf facial dans l'espace préstylien (16 cas sur 30, soit 53% des cas)

2. Type 2 (Figure 42) : présence de deux branches collatérales issues de l'auriculaire postérieure dans l'espace préstylien et rejoignant le tronc du nerf facial (3 cas sur 30, soit 10% des cas)

3. Type 3 (Figure 43) : présence de deux branches collatérales de l'auriculaire postérieure à destinée faciale, l'une principale dans l'espace préstylien, l'autre plus grêle dans le trajet rétro-auriculaire bas avec un parcours récurrent vers la base du crâne (1 cas sur 30, soit 4% des cas).

L'artère auriculaire postérieure ne participait pas à la vascularisation du nerf facial dans 33% des cas.

## **Discussion**

L'artère auriculaire postérieure contribue à la vascularisation du nerf facial à sa sortie du crâne, mais également dans la partie distale de son trajet intra-osseux chez environ deux tiers des sujets.

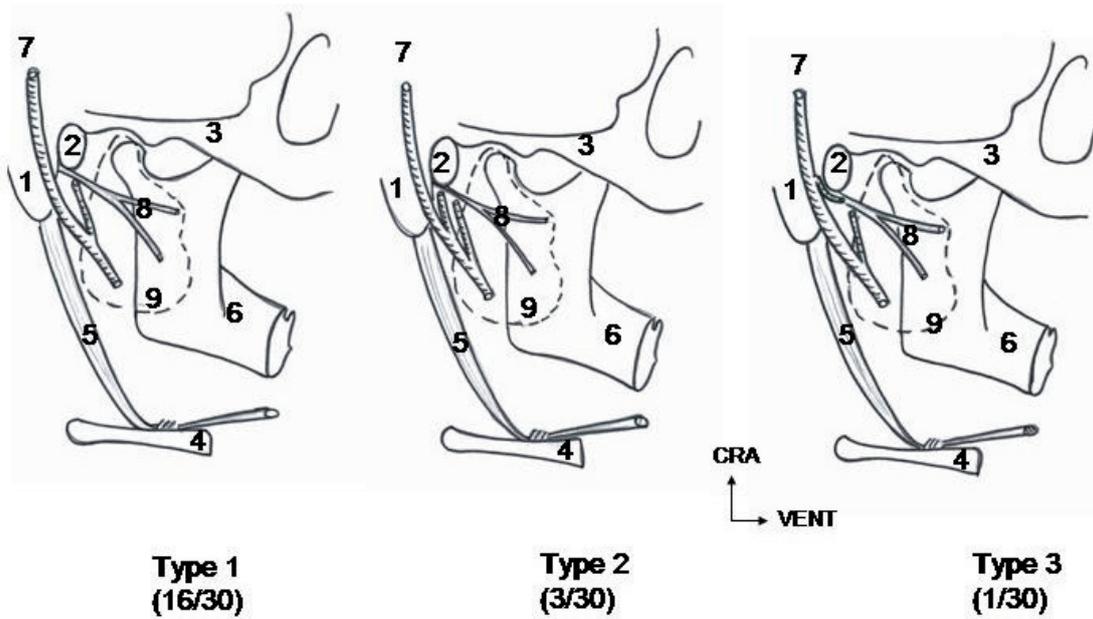


Figure 41 : Les trois types de vascularisation du nerf facial extra-crânien.

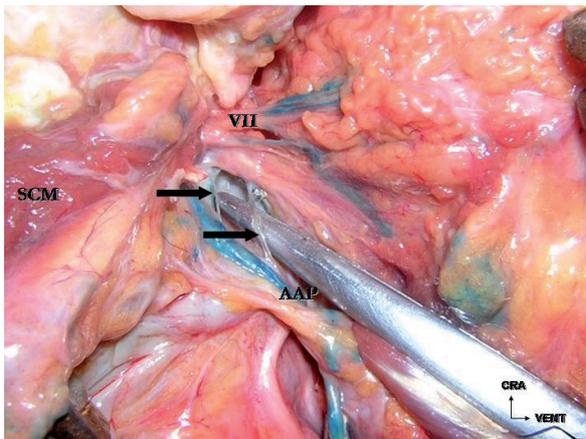
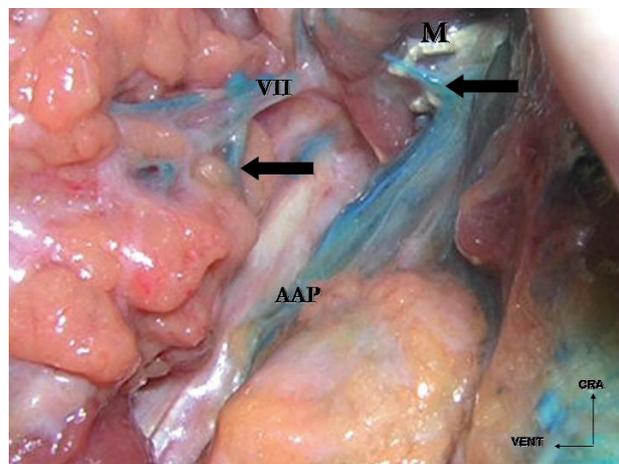


Figure 42 : Un exemple de type 2, où deux branches issues de l'artère auriculaire postérieure (AAP) irriguent le nerf facial (VII).  
SCM : muscle sterno-cléido-mastoïdien.

Figure 43 : Le cas de type 3, où une branche mastoïdienne (flèche de droite) gagne le nerf facial (VII).



Elle est une branche collatérale de l'artère carotide externe dans la région parotidienne. Elle naît au-dessus de l'artère occipitale, dont elle est distante de 2 à 20 millimètres. Cette proximité explique pourquoi l'artère occipitale est l'autre source vasculaire du nerf facial dans l'espace préstylien (Liao, 2004 ; Moreau, 2001). L'anatomie descriptive et le territoire de l'artère auriculaire postérieure ont été récemment approfondis avec le développement de lambeaux rétro-auriculaires par les chirurgiens plasticiens (Mc Kinnon, 1999 ; Washio, 1969). Son territoire comprend le pavillon de l'oreille, la peau sub et rétro-auriculaire, les muscles auriculaires postérieur et supérieur : il s'agit de l'angiosome de l'artère auriculaire postérieure établi par Mc Kinnon. Mais, par ses branches collatérales, elle alimente en plus un réseau capillaire dense constitué autour du nerf facial, dans son ambiance conjonctive, au sein du corps parotide (Salame, 2002). Le nerf facial devrait donc être inclus à l'angiosome de l'artère auriculaire postérieure. Cette donnée est également retrouvée chez l'animal. Ainsi, Nakamichi décrit-il des branches issues de l'artère auriculaire postérieure pour le nerf facial chez le chat et le chien (Nakamichi, 1989).

La nomenclature anatomique désigne par artère stylo-mastoïdienne le vaisseau qui accompagne le nerf facial (Sobotta, 1977). Cette artère est bien connue des chirurgiens car c'est ce vaisseau que l'on croise dans la glande parotide lorsque l'on approche du tronc du nerf facial ; c'est donc la « sentinelle » du nerf facial. Le plus souvent, cette artère est une branche collatérale de l'artère auriculaire postérieure (70%) dans la région parotidienne, dans ou en dehors du corps parotide (Moreau, 2001). Cette description classique est retrouvée dans la majorité de nos dissections et correspond donc au cas le plus fréquent.

Notre étude a mis en évidence quelques particularités à propos de l'artère auriculaire postérieure. En premier lieu, la vascularisation du nerf facial extra-

crânien dans l'espace préstylien émanant de ce vaisseau n'est pas toujours unique, mais peut au contraire procéder de plusieurs artères. Ce cas représentait 10% de nos dissections. D'autre part, l'origine des vaisseaux du nerf facial dans la partie profonde de la région préstylienne peut ne pas être exclusivement préstylienne, mais aussi plus superficielle, pré-mastoïdienne ou rétro-auriculaire, comme retrouvé dans un cas sur 30 artères disséquées. Enfin, la distribution des branches de l'auriculaire postérieure n'est pas nécessairement symétrique.

Les résultats de notre étude apportent un élément de réponse à une complication très exceptionnelle unilatérale de la chirurgie des oreilles décollées récemment rapportée dans la littérature (Danino, 2009). Cette intervention à visée esthétique peut comporter un abord postérieur pour enfouir la conque ; la dissection de la région rétro-auriculaire, de même que la résection d'un muscle auriculaire postérieur volumineux peut nécessiter la coagulation de l'artère auriculaire postérieure. En cas d'artère auriculaire postérieure dominante, avec une distribution de type 3 aux dépens majoritairement d'une branche haute, ce sacrifice peut entraîner une ischémie du nerf facial, avec paralysie faciale périphérique complète, ce qui correspond au cas rapporté dans la littérature. Nous recommandons par conséquent une dissection prudente de l'artère auriculaire postérieure dans les otoplasties par voie postérieure, avec une attention spéciale pour des branches collatérales basses qui peuvent exceptionnellement être destinées au nerf facial.

## **Conclusion**

L'artère auriculaire postérieure participe à la vascularisation du nerf facial à son émergence du foramen stylo-mastoïdien dans 67% des cas. Le plus souvent, elle donne une artère stylo-mastoïdienne dans l'espace préstylien (53%),

parfois deux branches dans la même région (10%). Exceptionnellement, elle peut suppléer le nerf facial par une branche née de son trajet superficiel en arrière du pavillon de l'oreille (1 cas sur 30 dissections). Lorsque ce mode de vascularisation est dominant, le sacrifice de l'artère auriculaire postérieure peut entraîner une paralysie faciale ischémique, complication dramatique en particulier en chirurgie esthétique. Le respect de cette artère et de ses collatérales basses, en regard du processus mastoïde, est souhaitable, en particulier dans la chirurgie des oreilles décollées.



## **G. Re : « Paralysie faciale définitive compliquant une otoplastie par voie postérieure »**

Trost O, Trouilloud P, Malka G. Re: « Definitive facial nerve sequela after bat ear surgery by posterior approach. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2009;62:120-2.

Monsieur,

Nous avons lu avec grand intérêt l'article de Danino, intitulé « Paralysie faciale définitive compliquant une otoplastie par voie postérieure ». Nous remercions vivement l'auteur pour son cas très instructif. Nous nous accordons sur l'origine vasculaire très probable de cette complication exceptionnelle, et nous rappelons que ce sujet avait déjà été abordé lors du 50ème Congrès de la Société Française de Chirurgie Plastique, Reconstructrice et Esthétique (SOFCPRE) en 2005 à Paris, France. Toutefois, nous discuter la participation des branches collatérales de l'artère auriculaire postérieure à la vascularisation du nerf facial dans la loge parotidienne et au niveau du foramen stylo-mastoïdien d'après une étude anatomique réalisée au Laboratoire d'Anatomie de Dijon, France.

L'artère auriculaire postérieure naît de l'artère carotide externe, dans la loge parotidienne (espace préstylien). Après un court trajet en regard du ventre postérieur du muscle digastrique, non loin du tronc du nerf facial, elle quitte la loge parotidienne, remonte à la face latérale du processus mastoïde de l'os temporal, plus ou moins en regard du sillon rétro-auriculaire. Cette artère vascularise la peau de l'auricule et de la région rétro-auriculaire, et les muscles extrinsèques de l'auricule. Ces éléments constituent l'angiosome de l'artère auriculaire postérieure (Mc Kinnon, 1999).

De plus, l'artère auriculaire postérieure participe à la vascularisation de la portion extra-crânienne du nerf facial dans 70% des cas, à son émergence au foramen stylo-mastoïdien (Moreau, 2001), dans 67% des cas selon nos travaux (Trost, 2008). Trois cas de figure ont été mis en évidence dans notre étude :

- type 1 : une seule branche collatérale naît de l'artère auriculaire postérieure pour le nerf facial (53%),
- type 2 : deux branches collatérales naissent de l'artère auriculaire postérieure pour le nerf facial (10%),
- type 3 : l'artère auriculaire postérieure donne une branche profonde prés-tylienne et une branche superficielle mastoïdienne (4%).

La distribution des branches collatérales de l'artère auriculaire postérieure n'était pas symétrique.

Ainsi, nous avons pu observer que l'artère auriculaire postérieure contribuait fréquemment, et dans une large mesure, à la vascularisation de la partie extra-crânienne du nerf facial, par des branches profondes, intra-parotidiennes, ou superficielles, mastoïdiennes. Ces dernières présentent un trajet récurrent, naissant de la portion rétro-auriculaire de l'artère auriculaire postérieure et sous croisant le processus mastoïde pour rejoindre le nerf facial. D'autres vaisseaux participent à alimenter le plexus capillaire dense péri-nerveux (artères occipitale, temporale superficielle, voire artère carotide externe elle-même, Liao, 2004).

Ainsi, notre étude apporte des éclairages au cas rapporté par Danino. En effet, la cautérisation de l'artère auriculaire postérieure dans son segment rétro-auriculaire inférieur peut être à l'origine d'une paralysie faciale ischémique si les branches mastoïdiennes de l'artère auriculaire postérieure sont dominantes.

En conclusion, nous abondons dans le sens de l'auteur que le respect de l'artère auriculaire postérieure dans la mesure du possible est une précaution utile, mais pas uniquement chez des patients « à haut risque vasculaire », mais plus généralement dans tous les cas. Nous remercions une fois encore l'auteur pour sa communication intéressante.



## PARTIE III

### DISCUSSION

Le repérage des nerfs des régions profondes de la tête s'inscrit dans le développement de trois branches très différentes de la médecine moderne : la chirurgie, l'électrophysiologie, l'imagerie.

#### **1. Perspectives chirurgicales et nerfs des régions profondes de la tête**

L'abord chirurgical du condyle mandibulaire en traumatologie est de plus en plus préconisé, surtout dans les fractures sous-condyliennes. La réserve des chirurgiens vis-à-vis du condyle est la morbidité du nerf facial. Un repère topographique externe facilite considérablement la procédure, surtout chez les patients obèses ou si la glande parotide est très augmentée de volume ou remaniée. Stricker proposait la bissectrice de l'angle formé par la ligne préauriculaire et le bord antérieur du muscle sterno-cléido-mastoïdien (Stricker, 1970). Dans nos travaux, l'axe du nerf facial formait avec l'horizontale (plan orbito-méatal, de Francfort) un angle moyen de 47 degrés. Si on considère comme Arnould Moreaux que le bord antérieur du muscle sterno-cléido-mastoïdien fait avec l'horizontale un angle moyen de 60 degrés (Moreaux, 1954), on peut amender l'adage de Stricker en précisant que le trajet du nerf facial est un peu plus vertical que l'axe qu'il décrit.

Le rameau mentonnier du nerf facial est fonctionnellement primordial car il innerve les « muscles inféro-oraux » (Trost et Trouilloud, 2011) responsables de l'abaissement de la commissure orale. De plus, Gosain a montré que le rameau mentonnier était peu relié aux autres branches du nerf facial, contrairement aux

rameaux supérieurs (Gosain, 1995). Le rameau mentonnier est ainsi particulièrement vulnérable dans la chirurgie du condyle mandibulaire par voie basse, et les séquelles de ses lésions, visibles et avec peu de possibilités de récupération. Sa préservation est donc de toute première importance.

La voie péri-mandibulaire développée par l'école strasbourgeoise (Wilk, 2002 ; Meyer, 2006) est très pertinente compte tenu de la situation du rameau mentonnier. Ces auteurs recommandent en effet une dissection sous cutanée, superficielle par rapport au muscle platysma, menée jusqu'à 15 millimètres au-dessus du rebord mandibulaire, pour éviter le trajet du rameau mentonnier dont nous avons mesuré la position moyenne à 13 millimètres du point gonion. Nous avons publié une variante de la technique strasbourgeoise, étendant la dissection sous-cutanée vers le haut (Trost, 2008). L'intérêt selon nous est double : s'affranchir d'un lambeau supérieur trop épais, pour faciliter l'accès au condyle, et éviter les variantes hautes du rameau mentonnier (sa position pouvant à l'extrême dans notre étude se situer à 18 millimètres du point gonion). La traversée du fascia pré-massétérique se fait alors à un niveau fortement anastomosé, ce qui explique l'innocuité de la section des branches buccales rapportée par les auteurs strasbourgeois (Lutz, 2010).

## **2. Perspectives électrophysiologiques et nerfs des régions profondes de la tête**

Les lésions du nerf lingual sont des complications classiques de l'extraction des dents de sagesse mandibulaires, survenant dans 0,4 à 1% des cas (Haug, 2005). Cette complication représente la nature la plus fréquente des contentieux en odontologie et en stomatologie en France (Trost, 2008), autrefois au seul titre du défaut d'information, et depuis l'arrêt n°907 de mai 2000 relatif à une lésion du nerf lingual lors de l'extraction d'une dent de sagesse mandibulaire, au titre

de l'obligation de précision du geste chirurgical ou de chirurgie dentaire (1ère chambre civile, 23 mai 2000, Bull. n°153, deux arrêts groupés, [www.courdecassation.fr](http://www.courdecassation.fr)). Habituellement, l'anesthésie linguale régresse spontanément en quelques semaines. Toutefois, les troubles peuvent se prolonger. Dans ces cas, il est utile d'avoir une mesure objective de la conductibilité du nerf lingual.

La lingula est un repère couramment utilisé en clinique pour les anesthésies tronculaires du nerf alvéolaire inférieur en stomatologie et en odontologie. Nous suggérons l'utilisation de ce repère pour l'exploration du nerf lingual. L'abord se concevrait par voie intra-orale, au niveau de la commissure intermaxillaire, dans un triangle délimité par le bord antérieur de la branche de la mandibule, le relief du muscle ptérygoïdien médial, et l'os maxillaire (Charrier, 1998). Bouche ouverte au maximum, l'aiguille-électrode est introduite de 15 millimètres dans un plan horizontal, respectant un angle de 20 degrés avec la face médiale de la branche de la mandibule.

Cette technique permet une exploration fonctionnelle simple, sûre et reproductible, bien plus à même d'être adoptée en pratique routinière au cabinet, que la ponction au foramen ovale. Cependant, l'enregistrement direct de la conductibilité d'un nerf nécessite absolument le placement précis de l'électrode, dans la mesure où l'amplitude des potentiels enregistrés diminue avec le carré de la distance qui le sépare du nerf. Des applications cliniques ont d'ors et déjà été réalisées au sein du CHU de Dijon, en collaboration avec le service d'explorations fonctionnelles du système nerveux, avec des résultats prometteurs. Des publications de cette expérience seront proposées dès que le recul sera suffisant.

### 3. Imagerie des nerfs des régions profondes de la face

Depuis une vingtaine d'années, l'imagerie des nerfs a connu des progrès considérables :

- développement de l'imagerie par résonance magnétique (IRM),
- échographie, surtout avec le développement de sondes de très haute fréquence (Fornage, 1988 ; Moser, 2008).

L'IRM est un examen très performant pour la visualisation des nerfs, si certaines conditions sont réunies :

- résolution spatiale satisfaisante : elle est favorisée par des antennes adaptées au site anatomique.

- rapport signal/bruit suffisant : il est amélioré par l'utilisation d'antennes de surface. Par contre, l'utilisation de coupes de faible épaisseur (3 millimètres), compte tenu de la taille des structures à observer, surtout pour les nerfs profonds, est défavorable au rapport bruit/signal.

- environnement anatomique favorable (graisse) : la présence de graisse autour du nerf est un élément qui facilite la mise en évidence du nerf en pondération T1. Les muscles et les tendons, qui présentent un hyposignal T1 et T2 voisin du nerf normal, rendent la mise en évidence du nerf difficile en dehors d'un contexte pathologique. Les vaisseaux sanguins génèrent des artéfacts et nécessitent des protocoles spécifiques (bande de présaturation de part et d'autre de la région d'exploration).

- utilisation de séquences adaptées (T1, T1 avec saturation des graisses, T2, injection, séquence de tenseur de diffusion.)

L'IRM constitue actuellement la méthode de choix pour l'exploration morphologique des nerfs crâniens (Doyon, 2006 ; Casselmann, 2008 ; Laine, 2004).

La petite taille des nerfs crâniens nécessite l'obtention d'images avec une haute résolution spatiale. Ainsi les séquences d'IRM sont-elles choisies pour optimiser le contraste entre les nerfs et les structures environnantes (liquide cébrospinal, vaisseaux, graisse, os).

Les techniques d'imagerie des nerfs crâniens dépendent de la partie de leur trajet que l'on souhaite explorer :

- trajet cisternal, dans les espaces subarachnoïdiens où les nerfs baignent dans le liquide cébrospinal,
- nerf dans un environnement vasculaire, en particulier lorsqu'il est entouré de structures veineuses,
- nerf dans un environnement graisseux,
- nerf dans un environnement osseux,
- trajet d'un nerf crânien dans le tronc cérébral, entre son origine réelle et son origine apparente,
- représentation corticale d'un nerf crânien.

#### **a. Exploration du trajet cisternal d'un nerf crânien**

L'exploration des nerfs crâniens fait appel à des séquences fortement pondérées T2 qui fournissent des renseignements morphologiques de bonne qualité, avec une bonne résolution spatiale et un bon contraste par rapport au liquide cébrospinal. Il est souhaitable d'obtenir des images déroulant autant que possible le trajet du nerf exploré après l'avoir repéré sur des images de débrouillage. Les acquisitions tridimensionnelles T2 haute résolution autorisent un reformatage des données obtenues dans plusieurs plans, voire l'obtention d'images curvilignes. Cependant, les images de meilleure qualité sont obtenues par une programma-

tion des coupes directement dans le plan du nerf. Ces séquences très fortement pondérées T2 peuvent être considérées comme des images anatomiques.

#### **b. Exploration d'un nerf crânien entouré de veines**

Lorsque le nerf crânien est entouré de veines, ou plutôt de plexus veineux comme dans le foramen jugulaire, il est au mieux visualisé sur des coupes pondérées T1 en haute résolution avec injection de gadolinium. Les séquences T2 haute résolution (type CISS, Drive ou Fiesta) avec injection de gadolinium donnent également des images de qualité appréciable (Davagnanam, 2008, Yagi, 2005, Yousry, 2005). Le rehaussement normal des structures veineuses fait alors apparaître en négatif les nerfs crâniens. L'injection de gadolinium est en outre très utile sur les séquences pondérées T1 pour l'analyse en situation pathologique (inflammation, tumeur).

#### **c. Exploration d'un nerf crânien entouré de graisse**

Sur les séquences T1 sans injection, lorsque les nerfs sont situés dans une ambiance graisseuse (orbite, espaces profonds de la face), les nerfs apparaissent spontanément contrastés par la graisse (Casselman, 2008). Par contre, supprimer le signal de la graisse est utile au diagnostic d'une prise de contraste pathologique d'un nerf entouré de graisse.

#### **d. Exploration d'un nerf crânien dans un environnement osseux**

La tomodensitométrie ne permet pas de visualiser les nerfs crâniens directement. L'IRM est l'examen de référence. La tomodensitométrie permet en revanche l'exploration de l'environnement osseux d'un nerf crânien, comme par

exemple le canal du nerf hypoglosse qui traverse le condyle occipital, et où le nerf hypoglosse (XII) peut être lésé en cas de fracture du condyle occipital (Trost et Trouilloud, 2011).

#### **e. Exploration d'un nerf crânien dans le tronc cérébral**

Les noyaux des nerfs crâniens sont peu contrastés en IRM et sont repérés sur leur localisation anatomique théorique (Flannigan, 1985). Contrairement aux noyaux subthalamiques, à la substance noire ou au noyau rouge, ils ne sont pas suffisamment chargés en fer pour être aisément visualisés sur les séquences de susceptibilité magnétique. L'IRM fonctionnelle a été proposée pour étudier les noyaux des nerfs crâniens (Komisaruk, 2002).

Les séquences de diffusion multidirectionnelles autorisent en principe l'analyse des segments fasciculaire et cisternal des nerfs et dans certains cas des noyaux du tronc cérébral (Mori, 2005 ; Nagae-Poetscher, 2004). L'exploration en tractographie des nerfs crâniens se heurte encore actuellement à des limites techniques : les nerfs crâniens sont des structures de très petite taille dont le trajet répond à des structures sources d'artéfacts de susceptibilité magnétique (les os essentiellement), à l'origine de déformations des images. Il est néanmoins possible de mettre en évidence assez facilement les nerfs les plus volumineux (en particulier les nerfs oculomoteur, III, et trijumeau, V) et de quantifier dans une certaine mesure les anomalies de diffusion dans le tronc cérébral, par exemple en rapport avec une dégénérescence wallérienne d'un nerf soumis à une irritation chronique (Adachi, 2008 ; Herveh, 2007 ; Kabasawa, 2007).

## **f. Représentation corticale des nerfs crâniens**

L'imagerie fonctionnelle permet de mettre en évidence la localisation corticale des aires motrices et sensibles des nerfs crâniens. L'IRM fonctionnelle et la tomographie par émission de positrons (TEP) ont contribué à la compréhension de la physiopathologie des douleurs neuropathiques. Les résultats sont susceptibles de guider le traitement par stimulation magnétique transcorticale (Maarawi, 2007 ; Peyron, 2004).

## CONCLUSION

Le présent travail illustre bien l'actualité de la discipline Anatomie (42-01) en matière de Recherche fondamentale et clinique, qui répond aux exigences des disciplines cliniques dans un contexte de recherche de l'Excellence, et d'une pression juridique croissante.

Les travaux anatomiques vasculaires ont par ailleurs été poursuivis dans le cadre d'un Master 2 Recherche avec la mise au point d'un protocole original d'injections intra-artérielles dans le cadre d'une étude radio-anatomique novatrice de la microcirculation cutanée de la tête, et du développement de techniques en chirurgie réparatrice.



## BIBLIOGRAPHIE

1. Adachi M, Kabasawa H, Kawagushi E. Depiction of the cranial nerves within the brain stem with the use of Propeller multishot diffusion-weighted imaging. *Am J Neuroradiol.* 2008;29:911-12.
2. Bargfrede M, Schwennicke A, Tunami H, Reimers CD. Quantitative ultrasonography in focal neuropathies as compared to clinical and EMG findings. *Eur J Ultrasound.* 1999;10:21-9.
3. Bellocq P. Région profonde de la face. In : Anatomie médico-chirurgicale. Masson Ed, Paris, 1925, pp 171-99.
4. Benkhadra M, Savoldelli G, Fournier R, et al. A new anatomical technique to investigate nerves by imagery. *Surg Radiol Anat.* 2009;31:221-4.
5. Bianchi S. Ultrasound of the peripheral nerves. *Joint Bone Spine.* 2008;75:643-9.
6. Casselman J, Mermuys K, Delanote J, Ghekiere J, Coenegrachts K. MRI of the cranial nerves – more than meets the eye: technical considerations and advanced anatomy. *Neuroimaging Clin N Am.* 2008;18:197-231.
7. Chan M, Pesquer L, Vandermarcq P. Rapport 2009 : Pathologies chirurgicales des nerfs périphériques. Apport de l'imagerie dans l'évaluation des nerfs périphériques. *Neurochirurgie.* 2009;55:442-53.
8. Charrier JL. Anatomie des sites implantaires. *Real Clin.* 1998 ;9 :7-23.
9. Chiou HJ, Chou YH, Liu JB, Chang CY. Peripheral nerve lesions: role of high resolution US. 2003, *Radiographics* 23, e15.
10. Chossegros C, Cheynet F, Blanc JL, et al. Short retromandibular approach of subcondylar fractures: clinical and radiologic long-term evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral pathol Oral Radiol Endod.* 1996;82:248-52.
11. Clocquet JG. Manuel d'anatomie descriptive du corps humain, tome III. Louis Pariente Ed, Paris, 1998, pp 347-55.

12. Dal Pont G. Retro-molar osteotomy for correction of prognathism. *Minerva Chir.* 1959;14:1138-41.
13. Danino A. Definitive facial nerve sequela after bat ear surgery by posterior approach. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2009;62:120-2.
14. Davagnanam I, Chavda SV. Identification of the normal jugular foramen and lower cranial nerve anatomy: contrast-enhanced 3D fast imaging employing steady-state acquisition MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2008;29:574-6.
15. Doyon D, Marsot-Dupuch K, Francke JP, Benoudiba F, Domengie F. Les nerfs crâniens. Elsevier-Masson Ed, Paris, 2006, pp 1-273.
16. Drifi F, Le Floch-Prigent P. „Les nerfs de la face“ par Tramond : pièce anatomique en cire des musées Delmas, Orfila et Rouvière à Paris. *Morphologie.* 2009;301:57-62.
17. Emodi O, El-Naaj IA, Gordin A, et al. Superficial parotidectomy versus retrograde partial superficial parotidectomy in treating benign salivary gland tumor (pleomorphic adenoma). *J Oral Maxillofac Surg.* 2010;68:2092-8.
18. Flannigan BD, Bradley WG, Mazziota JC, et al. Magnetic resonance imaging of the brainstem: normal structure and basic functional anatomy. *Radiology.* 1985;154:375-83.
19. Fontaine C. Le nerf facial. In : Chevrel JP. Anatomie clinique. Tome III, Tête et cou. Springer Ed, Paris, 1996, pp 65-74.
20. Fornage BD. Peripheral nerves of the extremities : imaging with US. *Radiology.* 1988;167:179-82.
21. Gosain AK. Surgical anatomy of the facial nerve. *Clin Plast Surg.* 1995;22:241.
22. Goyal A, Singh PP, Dash G, et al. Chorda tympani in chronic inflammatory middle ear disease. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2009;140:682-6.

23. Gray H. Anatomy: descriptive and surgical. Longman Ed, Philadelphia, 1901.
24. Haug RH, Perott DH, Gonzales ML, et al. The American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons age-related third molar study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005;63:1106-14.
25. Hayward J, Richardson ER, Malhotra SK. The mandibular foramen: its anteroposterior position. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1977;44:837-43.
26. Hermier M, Leal PR, Salaris SF, Froment JC, Sindou M. Rapport 2009 : Neurochirurgie fonctionnelle dans les syndromes d'hyperactivité des nerfs crâniens. III – Imagerie. Imagerie anatomique des nerfs crâniens. *Neurochirurgie.* 2009;55:162-73.
27. Herveh C, Kress B, Rasche D, et al. Loss of anisotropy in trigeminal neuralgia revealed by diffusion tensor imaging. *Neurology.* 2007;68:776-8.
28. Holzle FW, Wolff KD. Anatomic position of the lingual nerve in the mandibular third molar region with special consideration of an atrophied mandibular crest: an anatomical study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2001;30:333-8.
29. Hovelacque A. Anatomie des nerfs crâniens et rachidiens et du système grand sympathique chez l'homme. Doin Ed, Paris, 1927.
30. Hovelacque A. Ostéologie. Fascicule 2. Crâne et face. Doin Ed, Paris, 1934.
31. Jerolimov V, Kobler P, Keros J, et al. Assessment of position of foramen mandibulae in recent adult population. *Coll Anthropol.* 1998;22:169-77.
32. Kabacki N, Gurses B, Firat Z, Bayram A, Ulug AM, Kovanlikaya A. Diffusion tensor imaging and tractography of median nerve: normative diffusion values. *AJR Am J Roentgenol.* 2007;189:923-7.
33. Kabasawa H, Rasutani Y, Aoki S, et al. 3D Propeller diffusion tensor fiber tractography : a feasibility study for cranial nerve fiber tracking. *Ra-*

- diat Med.* 2007;25:462-6.
34. Kaplan M, Erol FS, Ozveren MF, et al. Review of complications due to foramen ovale puncture. *J Clin Neurosci.* 2007;14:563-8.
  35. Kockro RA, Hwring PY. Virtual temporal bone: an interactive 3-dimensional learning aid for cranial base surgery. *Neurosurgery.* 2009;64:216-29.
  36. Komisaruk BR, Mosier KM, Liu WC, et al. Functional localization of brainstem and spinal cord nuclei in humans with fMRI. *Am J Neuroradiol.* 2002;23:609-17.
  37. Kositbowornchai S, Siritapetawee M, Damrongrungruang W, et al. Shape of the lingula and its localization by panoramic radiograph versus dry mandibular measurement. *Surg Radiol Anat.* 2007;29:689-94.
  38. Laine FJ, Underhill T. Imaging of the lower cranial nerves. *Neuroimaging Clin N Am.* 2004;14:595-609.
  39. Liao JM, Wang XH, Li ZH. Applied anatomic study on blood supply for extracranial segment of facial nerve. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2004;18:131-4.
  40. Lutz JC, Clavert P, Wolfram-Gabel R, et al. Is the high submandibular transmasseteric approach to the mandibular condyle safe for the inferior buccal branch? *Surg Radiol Anat.* 2010;32:963-9.
  41. Maillot C, Kahn JL. Région superficielle de la face. In : *Tête et cou, Anatomie topographique.* Springer Ed, Paris, 2004, pp 16-17.
  42. Martinoli C, Bianchi S, Pugliese F, Bacigalupo L, Gauglio C, Valle M, Derchi LE. Sonography of entrapment neuropathies in the upper limb (wrist excluded). *J Clin Ultrasound.* 2004;32:438-50.
  43. Maarrawi J, Peyron R, Mertens P, et al. Motor cortex stimulation for pain control induces changes in the endogenous opioid system. *Neurology.* 2007;69:827-34.
  44. Mc Kinnon BJ, Wall MP, Karakla DW. The vascular anatomy and angio-

- some of the posterior auricular artery. A cadaver study. *Arch Facial Plast Surg.* 1999;1:101-4.
45. Mertz H. Schémas d'anatomie topographique. Doin Ed, Paris, 1950.
46. Meyer C, Zink S, Wilk A. La voie d'abord sous-angulo-mandibulaire haute (voie de Risdon modifiée) pour le traitement des fractures sous-condyliennes de la mandibule. *Rev Stomatol Chir Maxillofac.* 2006;107:449-54.
47. Michael P, Raut V. Chorda tympani injury: operative findings and postoperative symptoms. *Otolaryngol head Neck Surg.* 2007;136:978-81.
48. Miloro M, Halkias LE, Slone HW, et al. Assessment of the lingual nerve in the third molar region using magnetic resonance imaging. *J Oral Maxillofac Surg.* 1997;55:134-7.
49. Mitz V, Peyronie M. The superficial musculo-aponeurotic system (SMAS) in the parotid and cheek area. *Plast Reconstr Surg.* 1976;58:80-8.
50. Moreau S, Salame E, Delmas P. Arterial anatomy of the facial nerve at the stylo – mastoid foramen. *Morphologie.* 2001;85:19-22.
51. Moreaux A. Anatomie artistique de l'homme. Maloine Ed, Paris, 1954.
52. Mori S, Wakana S, Nagae-Poetscher LM, Van Zijl PC. MRI atlas of human white matter. Elsevier Ed, USA, 2005, pp 63-9.
53. Moser T, Vargas MI, Holl N, Moussaoui A, Wolfram-Gabel R, Diemann JL, Kremer S. Imagerie du nerf périphérique: de la morphologie à la fonction. In : Imagerie des nerfs, Annales du CEPUR. Sauramps Ed, Montpellier, 2008, pp 11-9.
54. Nagae-Poetscher LM, Jiang H, Wakana S, Golay X, Van Zijl PC, Mori S. High-resolution diffusion tensor diffusion tensor imaging of the brainstem at 3T. *Am J Neuroradiol.* 2004;25:1325-30.
55. Nakamichi S. The posterior auricular artery of the dog. *Shika Kiso Igakkai Zasshi.* 1989;31:125-36.

56. Nicholson ML. A study of the position of the mandibular foramen in the adult human mandible. *Anat Rec.* 1985;212:110-2.
57. Olsen J, Papadaki M, Troulis M, et al. Using ultrasound to visualize the lingual nerve. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65:2295-300.
58. Olivier G. Figures commentées à l'usage des étudiants de 2ème année de médecine et des écoles dentaires, fascicule 1 : tête et cou. Douin Ed, Paris, 1969, pp 86-9.
59. Osaka N. Studies on the position of the mandibular foramen. *Shoni Shikagaku.* 1989;27:9-20.
60. Peetrons P. Echographie des nerfs du bras et du coude. In : Imagerie des nerfs. Annales du CEPUR. Sauramps Ed, Montpellier, 2008, pp 49-60.
61. Peyron R, Schneider F, Faillenot I, et al. An fMRI study of cortical representation of mechanical allodynia in patients with neuropathic pain. *Neurology.* 2004;63:1838-46.
62. Poirier P, Charpy A. Traité d'anatomie humaine. Tome 3ème Système nerveux : les nerfs. Masson Ed, Paris, 1904, pp 729-37.
63. Portmann M, Guerrier Y. Traité de technique chirurgicale ORL et cervico-faciale. Cou et cavité buccale, tome 4. Masson Ed, Paris, 1988.
64. Renton T, Thexton A, Mc Gurk M. New method for the objective evaluation of injury to the lingual nerve after operation on the third molars. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2005;43:238-45.
65. Risdon F. The treatment of fractures of the jaws. *Can Med Assoc J.* 1929;20:260-2.
66. Robinson M. Micrognathism corrected by vertical osteotomy of ascending ramus and iliac bone graft: a new technique. *Oral Surg Oral Med oral Pathol.* 1957;10:1125-30.
67. Rouvière H. Anatomie humaine descriptive, topographique et fonctionnelle. Tome 1. Tête et cou. Masson Ed, Paris, 1973, pp 300.

68. Rouvière H. Anatomie humaine descriptive et topographique. Tome 1. Tête et cou. Masson Ed, Paris, 1967, pp 199-206.
69. Saigusa H, Tanuma K, Yamashita K, et al. Nerve fiber analysis for the lingual nerve of the human adult subjects. *Surg Radiol Anat.* 2006;28:59-65.
70. Salame K, Ouaknine GE, Arensburg B, et al. Microsurgical anatomy of the facial nerve trunk. *Clin Anat.* 2002;15:93-9.
71. Sick H, Veillon F. Atlas de coupes sériées de l'os temporal et de sa région. Anatomie et tomodensitométrie. Bergmann Ed, München, 1988.
72. Silén C, Wirell S, Kvist J, et al. Advanced 3D visualization in student-centred medical education. *Med Teach.* 2008;30:115-24.
73. Silvestri E, Martinolli C, Derchi LE, Bertolotto M, Chiaramondia M, Rosenberg I. Echostructure of peripheral nerves : correlation between US and histologic findings and criteria to differentiate tendons. *Radiology.* 1995;197:291-6.
74. Sobotta I. Atlas d'anatomie humaine. Tome 4. Nomenclature anatomique française. Urban Schwartzenberg Ed, version française Maloine Ed, Paris, 1977.
75. Stajcic Z, Stojeev L, Mileusnic I, et al. Mandibular nerve block at the oval foramen using reliable landmarks: refinement of a previously described procedure. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2002;31:423-6.
76. Stricker M. Topography of the extrapetrous facial nerve: surgical value. *Ann Chir Plast.* 1970;15:116-20.
77. Stuart RM, Koh ES, Breidahl WH. Sonography of peripheral nerve pathology. *AJR Am J Roentgenol.* 2004;182:123-9.
78. Testut L. Traité d'anatomie humaine, tome III. Douin Ed, Paris, 1897, pp 602-13.
79. Tillaux P. Traité d'anatomie topographique avec applications à la chirurgie. Asselin et Houzeau Ed, Paris, 1884, pp 266-81.

80. Touré S, Vacher C, Bertrand JC. Etude anatomique du rameau marginal de la mandibule du nerf facial. *Rev Stomatol Chir Maxillofac*. 2004;105:149-52.
81. Trauner R, Obwegeser H. The surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty. I. Surgical procedures to correct mandibular prognathism and reshaping of the chin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1957;10:677-89.
82. Trost O. In reply. Open reduction and internal fixation of low subcondylar fractures of mandible through high cervical transmasseteric anteroparotid approach. *J Oral Maxillofac Surg*. 2010;68:951-2.
83. Trost O, Abu El-Naaj I, Trouilloud P, et al. High cervical transmasseteric anteroparotid approach for open reduction and internal fixation of condylar fracture. *J Oral Maxillofac Surg*. 2008;66:201-4.
84. Trost O, Benkhadra M, Fontaine C. "Du pain sur les planches". *Morphologie*. 2009;93:1-5.
85. Trost O, Kadlub N, Cheynel N, et al. Contribution de l'artère auriculaire postérieure à la vascularisation du nerf facial dans l'espace préstylien : étude anatomique et conséquences chirurgicales. *Morphologie*. 2008;92:171-5.
86. Trost O, Kadlub N, Robe N, et al. Extraction des dents de sagesse sous anesthésie générale : à propos de 180 patients. *Rev Stomatol Chir Maxillofac*. 2008;109:91-5.
87. Trost O, Kazemi A, Cheynel N, et al. Spatial relationship between lingual nerve and mandibular ramus: original study method, clinical and educational applications. *Surg Radiol Anat*. 2009;31:447-52.
88. Trost O, Rouchy RC, teyssier C, et al. CT-scan imaging of iron marked chorda tympani nerve: anatomical study and educational perspectives. *Surg Radiol Anat*. 2011; in press.
89. Trost O, Salignon V, Cheynel N, Malka G, Trouilloud P. A simple method

- to locate mandibular foramen: preliminary radiological study. *Surg Radiol Anat.* 2010;32:927-31.
90. Trost O, Trouilloud P. Névrologie. In : Introduction à l'anatomie. Ellipses Ed, Paris, 2010, pp 75-83.
  91. Trost O, Trouilloud P. Appareil de la gustation. In : Anatomie. Tête, cou, nerfs crâniens et organes des sens. Ellipses Ed, Paris, 2011, pp 200-2.
  92. Trost O, Trouilloud P, Malka G. Open reduction and internal fixation of low subcondylar fractures of mandible through high cervical transmasseteric anteroparotid approach. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67:2446-51.
  93. Tsai HH. Panoramic radiographic findings of the mandibular foramen from deciduous to early permanent dentition. *J Clin Pediatr Dent.* 2004;28:215-9.
  94. Uzel M, Karakas P, Koebke J. The relationship of the lingual nerve to the third molar region using radiographic imaging. *Br Dent J.* 2007;14:29-31.
  95. Vacher C, Delmas V. Faut-il encore des dissections en faculté de médecine ? *Morphologie.* 2009;93:6-8.
  96. Waikakul A, Punwutikorn J. A comparative study of the extra-intraoral landmark technique and the direct technique for inferior alveolar nerve block. *J Oral Maxillofac Surg.* 1991;49:804-8.
  97. Walker DG. A calendar of cranial growth. *Br J Plast Surg.* 1964;17:424-9.
  98. Washio H. Retroauricular temporal flap. *Plast Reconstr Surg.* 1969;43:162-6.
  99. Wilk A. L'ostéosynthèse des fractures du condyle. Vers une rationalisation ? In: Rapport du thème principal. La chirurgie du condyle mandibulaire, 2002.
  100. Wilson AW, Ethunandan M, Brennan PA. Transmasseteric antero-parotid approach for open reduction and internal fixation of condylar fractures. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2005;43:57-60.

101. Yagi A, Sato N, Taketomi A, et al. Normal cranial nerves in the cavernous sinuses: contrast-enhanced three-dimensional reconstructive interference in the steady-state MR imaging. *Am J Neuroradiol.* 2005;26:946-50.
102. Yousry I, Moriggl B, Schmid UD, Naidich TP, Yousry TA. Trigeminal ganglion and its divisions: detailed anatomic MR imaging with contrast-enhanced 3D constructive interference in the study state sequences. *Am J Neuroradiol.* 2005;26:1128-35.

## ANNEXES

### Valorisation des travaux

#### 1. Articles publiés dans des revues internationales à comité de lecture

**Trost O**, Kazemi A, Cheynel N, Benkhadra M, Soichot P, Malka G, Trouilloud P. Spacial relationships between lingual nerve and mandibular ramus: original study method, clinical and educational applications. *Surg Radiol Anat.* 2009; 31: 447-452.

**Trost O**, Salignon V, Cheynel N, Malka G, Trouilloud P. A simple method to locate mandibular foramen : preliminary radiological study. *Surg Radiol Anat.* 2010; 32:927-931.

**Trost O**, Rouchy RC, Teyssier C, Kazémi A, Zwetyenga N, Malka G, Cheynel N, Trouilloud P. CT-scan imaging of iron-marked chorda tympani nerve : anatomical study and educational perspectives. *Surg Radiol Anat.* 2011; sous presse.

**Trost O**, Abu El-Naaj I, Trouilloud P, Danino A, Malka G. High cervical trans-masseteric anteroparotid approach for open reduction and internal fixation of condylar fractures. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008; 66: 201-204.

**Trost O**, Trouilloud P, Malka G. Re: "Definitive facial nerve sequela after bat ear surgery by posterior approach". *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2009; 62: 122-123.

## 2. Articles publiés dans des revues francophones à comité de lecture

**Trost O**, Kadlub N, Cheynel N, Benkhadra M, Malka G, Trouilloud P. Contribution de l'artère auriculaire postérieure à la vascularisation du nerf facial dans l'espace préstylien : étude anatomique et conséquences chirurgicales. *Morphologie*. 2008; 92: 171-175.

**Trost O**, Cheynel N, Malka G, Trouilloud P. Repérage de la partie extra-crânienne du nerf facial et du rameau mentonnier : étude anatomique et applications en chirurgie maxillo-faciale. *Morphologie* 2011 ; sous presse.

## 3. Communications orales dans des congrès scientifiques internationaux et nationaux

**Trost O**, Cheynel N, Benkhadra M, Malka G, Trouilloud P.

Rôle de l'artère auriculaire postérieure dans la vascularisation de la portion extra-crânienne du nerf facial. **PRIX DE LA MEILLEURE COMMUNICATION**  
88e Congrès de l'Association des Morphologistes, mai 2006, Nantes, France.

**Trost O**, Cheynel N, Benkhadra M, Soichot P, Malka G, Trouilloud P.

Repérage du nerf lingual dans la région ptérygoïdienne : applications à l'électrophysiologie.

90e Congrès de l'Association des Morphologistes, juin 2008, Bordeaux, France.

**Trost O**, Cheynel N, Benkhadra M, Soichot P, Malka G, Trouilloud P.

Une méthode originale de repérage du nerf lingual dans la fosse infra-temporale: description et perspectives.

Société Anatomique de Paris, séance du 23 janvier 2009, Paris, France.

**Trost O**, Rouchy RC, Teyssier C, Kazémi A, Malka G, Cheynel N, Trouilloud P.  
Nerf lingual et corde du tympan dans la fosse infratemporale : étude anatomique  
et tomodensitométrie, perspectives pédagogiques.  
91e Congrès de l'Association des Morphologistes, juin 2009, Bruxelles.

**Trost O**, Salignon V, Cheynel N, Malka G, Trouilloud P.  
La règle des tiers pour le repérage du foramen mandibulaire : étude radiologique  
préliminaire, application à la chirurgie orthognatique.  
92e Congrès de l'Association des Morphologistes, 2010, Montpellier, France.

**Trost O**, Salignon V, Cheynel N, Malka G, Trouilloud P.  
La règle des tiers pour le repérage du foramen mandibulaire : étude radiologique  
préliminaire, application à la chirurgie orthognatique. **PRIX D'EXCELLENCE  
DE LA SOCIÉTÉ ANATOMIQUE DE PARIS, NOVEMBRE 2010.**  
Société Anatomique de Paris, séance du 26 novembre 2010, Paris, France.



## Spatial relationships between lingual nerve and mandibular ramus: original study method, clinical and educational applications

Olivier Trost · Apolline Kazemi · Nicolas Cheynel · Mehdi Benkhadra · Pierre Soichot · Gabriel Malka · Pierre Trouilloud

Received: 29 June 2008 / Accepted: 12 January 2009 / Published online: 4 February 2009  
© Springer-Verlag 2009

**Abstract** Lingual nerve damage complicating oral surgery would sometimes require electrographic exploration. Nevertheless, direct recording of conduction in lingual nerve requires its puncture at the foramen ovale. This method is too dangerous to be practiced routinely in these diagnostic indications. The aim of our study was to assess spatial relationships between lingual nerve and mandibular ramus in the infratemporal fossa using an original technique. Therefore, ten lingual nerves were dissected on five fresh cadavers. All the nerves were catheterized with a 3/0 wire. After meticulous repositioning of the nerve and medial pterygoid muscle reinsertion, CT-scan examinations were performed with planar acquisitions and three-dimensional reconstructions. Localization of lingual nerve in the infratemporal fossa was assessed successively at the level of the sigmoid notch of the mandible, lingula and third molar. At the level of the lingula, lingual nerve was far from the maxillary vessels; mean distance between the nerve and the anterior border of the ramus was 19.6 mm. The posteriorly opened angle between the medial side of

the ramus and the line joining the lingual nerve and the anterior border of the ramus measured 17°. According to these findings, we suggest that the lingual nerve might be reached through the intra-oral puncture at the intermaxillary commissure; therefore, we modify the inferior alveolar nerve block technique to propose a safe and reproducible protocol likely to be performed routinely as electrographic exploration of the lingual nerve. What is more, this original study protocol provided interesting educational materials and could be developed for the conception of realistic 3D virtual anatomy supports.

**Keywords** Lingual · Nerve · Infratemporal · Anatomy · Education

### Introduction

Lingual nerve (LN) is a major branch of the posterior trunk of the mandibular nerve (V3) at the foramen ovale. It runs in the infratemporal fossa laterally to the medial pterygoid muscle, medially and ventrally to the inferior alveolar nerve (IAN), the other major branch of the posterior trunk of the mandibular nerve. Both nerves run coarsely parallel to each other until IAN penetrates the mandibular canal at the medial aspect of the mandibular ramus. The lingula locates the entrance of the mandibular canal and is currently used as a valuable landmark to perform mandibular nerve block [13].

LN remains medial to the mandibular angle, right under the periosteum, especially in the area of the wisdom tooth. LN enters in the oral floor, overhangs the submandibular gland and distributes in the ventral two-thirds of the tongue. This nerve essentially conveys sensory and gustatory fibres originating from the ventral two-thirds of the tongue.

O. Trost (✉) · N. Cheynel · M. Benkhadra · P. Trouilloud  
Laboratory of Anatomy, School of Medicine of Dijon,  
7 Boulevard Jeanne d'Arc, 21000 Dijon, France  
e-mail: otrost@caramail.com

O. Trost · G. Malka  
Department of Maxillofacial Surgery,  
Teaching Hospital of Dijon, Dijon, France

A. Kazemi  
Department of Neuroradiology,  
Teaching Hospital of Dijon, Dijon, France

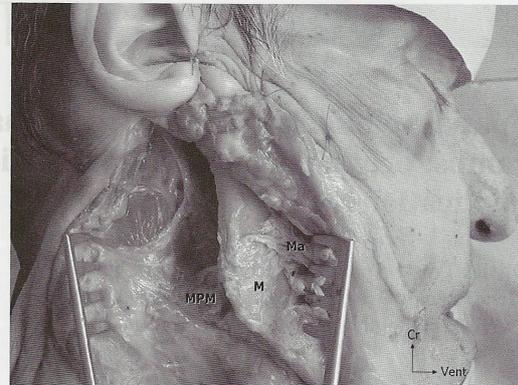
P. Soichot  
Department of Neurology,  
Teaching Hospital of Dijon, Dijon, France

The lingual nerve damage occurs in about 0.4–1% of mandibular third molar extractions [2]. This complication is the most frequent cause of litigation in maxillofacial surgery and stomatology, particularly in France [12]. Usually, lingual anaesthesia regresses spontaneously within a few weeks. However, troubles can last. In these cases, it is desirable to have an objective test or conductivity measurement. Many techniques have been published to measure the inhibition of jaw-opening reflex: inhibition of the motor fibres that cause the jaws to close [8]. This reflex can be elicited by electrical stimulation of the lingual mucosa. The response is expressed as a brief reduction in the extent of electromyographic activity of the masticator muscles. However, these techniques consist of indirect measurements and are imprecise. Direct measurements of LN conductivity are feasible, introducing an electrode at the foramen ovale, but the proximity of the maxillary artery and pterygoid venous plexus as well as the depth of the puncture make the procedure dangerous and unlikely to be performed routinely [4].

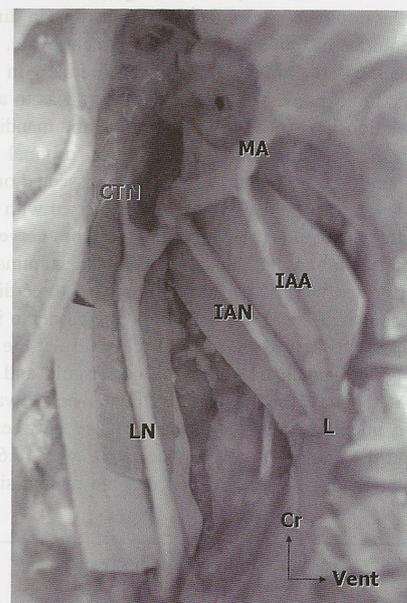
The proximity of LN and IAN, and the lingual anaesthesia observed in the inferior alveolar nerve blocks suggest that direct LN conductivity measures can be performed through an intra-oral proximal approach of LN at the intermaxillary commissure. Therefore, an anatomical study was designed to assess spatial relationships between lingual nerve and mandibular ramus in the infratemporal fossa using an original technique of nerve marking.

#### Materials and methods

An anatomical study was performed on five fresh human cadavers. No edentulous subject was enrolled and all had dental landmarks. The first step of the protocol consisted in the dissection of the infratemporal fossa through a retro-mandibular approach. The cutaneous incision line was 2 cm below the lower border of the mandible from the auricle to the median line. Soft tissues were retracted ventrally and the pterygo-masseteric strap was cut. Distal insertions of the medial pterygoid muscle were then released to open the infratemporal space (Fig. 1). Careful dissection was then conducted to isolate LN, IAN and maxillary artery whose branches were removed, except for the inferior alveolar artery (Fig. 2). Retrograde catheterism of LN was then performed with a 3/0 wire all along its course from the oral floor to the foramen ovale (Fig. 3). The needle was finally introduced in the foramen ovale to avoid the presence of any rigid material in the nerve in order to respect its normal flexibility. Numeric pictures were available step by step. At the end of dissection, repositioning of the medial pterygoid muscle was performed and the pterygo-masseteric strap was stitched, and so LN was replaced in the anatomic position.

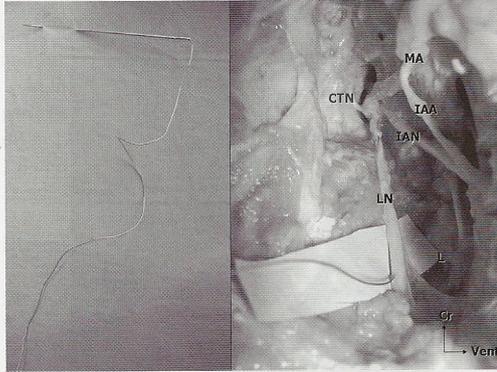


**Fig. 1** Retromandibular approach of infratemporal fossa, posterolateral view. Infratemporal fossa is opened after the section of pterygo-masseteric strap and resection of the distal insertions of the medial pterygoid muscle. *M* mandible, *Ma* masseter muscle, *MPM* medial pterygoid muscle



**Fig. 2** Dissection of the infratemporal fossa, posterolateral view. *MA* maxillary artery, *IAA* inferior alveolar artery, *LN* lingual nerve, *IAN* inferior alveolar nerve, *CTN* corda tympani nerve, *L* lingula

The second step of the study consisted of three-dimensional CT-scan examinations of the heads (Philips®, 16-slice). All CT-scans were performed with maximal mouth opening, with an oral packing, in order to simulate the position of a patient's jaw during electrographic examination. We analysed the horizontal, frontal and sagittal sections as well as three-dimensional reconstructions. The lingual



**Fig. 3** Catheterism of lingual nerve with 3/0 wire. MA maxillary artery, IAA inferior alveolar artery, LN lingual nerve, IAN inferior alveolar nerve, CTN corda tympani nerve, L lingula

nerve was materialized by the wire from the foramen ovale to the tongue. Topographic anatomy of LN could be visualized on three-dimensional views with interesting educational applications (Fig. 4). Measurements were performed on native sections. Three reference positions were chosen: the lower part of the sigmoid notch of the mandible, lingula, neck of the third molar or distal border of the second molar when wisdom tooth was not present.

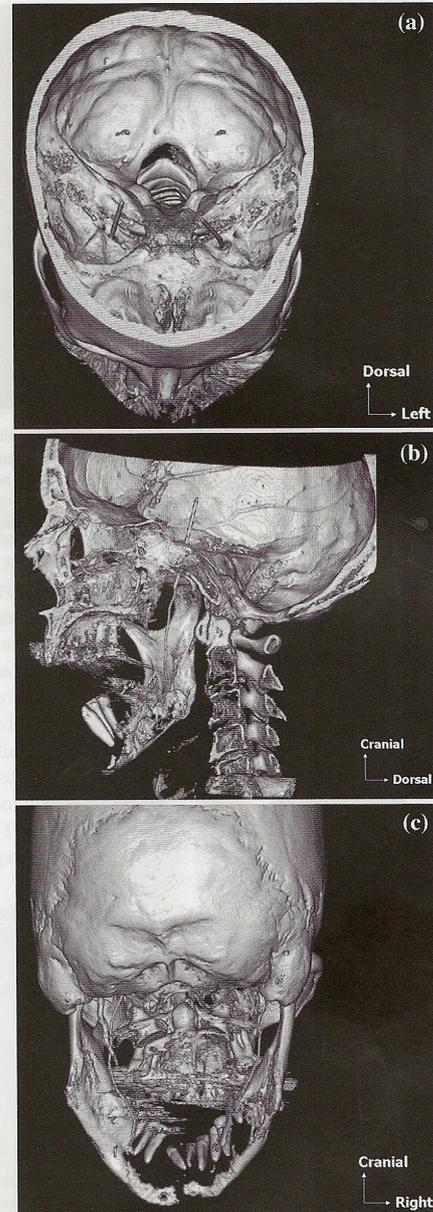
At the level of the lower part of the sigmoid notch of the mandible, we measured the distance between LN and the sigmoid notch (S–NL). The position of LN behind the sigmoid notch was assessed by the alpha angle opened between the mandibular ramus and the line LN–lower part of the sigmoid notch (Fig. 5).

At the level of the lingula, we measured the distances between the ventral border of the ramus and LN on the one hand (M–LN), and the lingula on the other hand (M–L). The position of LN according to the medial wall of the ramus was assessed by the beta angle between the medial side of the ramus and the line joining the lingual nerve and the anterior border of the ramus (Fig. 6).

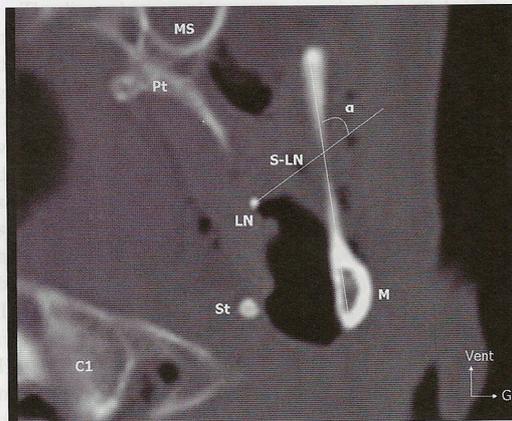
Finally, LN position in the area of the third molar neck was assessed on horizontal sections by measuring the shortest distance between the nerve and the medial side of the mandibular angle at the level of the wisdom tooth neck (Fig. 7).

## Results

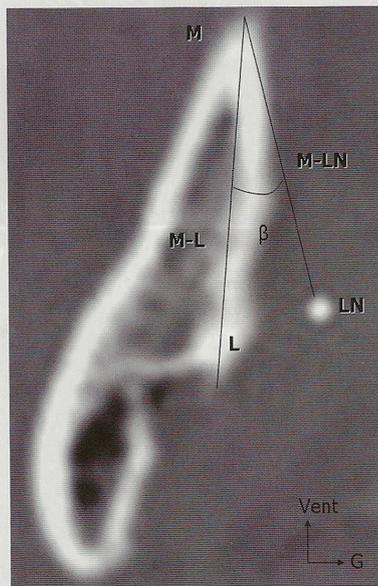
Complete dissections with catheterism of LN and three-dimensional CT-scan examination were performed in five fresh cadavers: three males and two females, mean age



**Fig. 4** Three-dimensional reconstructions: a Cranial view of the skull after numerical removal of the calvaria. Note the needles introduced into the foramen ovale through the skull base. b Medial view of a sagittal numerical section of the head; LN runs in front of the medial aspect of the ramus. c Dorsal view after numerical removal of the cervical vertebral column

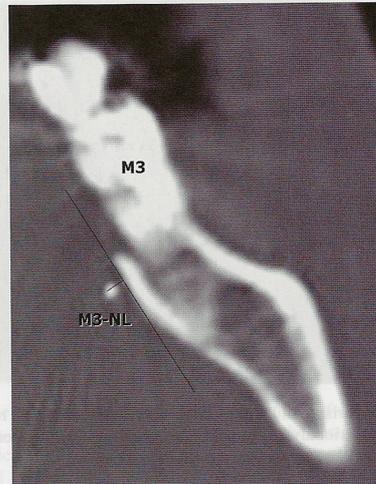


**Fig. 5** LN at the level of the lower part of the sigmoid notch of the mandible. S–NL is the distance from the lower part of the sigmoid notch and LN; the angle between the ramus and NL–sigmoid notch axis is called alpha. It simulates the orientation of a needle reaching LN over the sigmoid notch. MS maxillary sinus, M mandible, LN lingual nerve, C1 Atlas, Pt pterygoid process, St styloid process



**Fig. 6** LN at the level of the lingula. M–NL is the distance separating the ventral aspect of the ramus and LN; M–L is the distance separating the ventral aspect of the ramus and the lingula; the angle between the ramus and mandible–LN axis is called beta. It simulates the orientation of a needle reaching LN by intra-oral puncture. M mandible, LN lingual nerve, L lingula

58 years old. A total of 10 lingual nerves were studied. The second mandibular molar was present in all cases, although wisdom teeth were present on both sides in two cases.



**Fig. 7** LN at the level of the third molar. is the shortest distance separating the medial aspect of the mandibular angle and LN; M3 third molar, LN lingual nerve

CT-scan examinations highlighted clearly the LN course in the infratemporal fossa of all the cases. The 3/0 wires did not cause any artefact, and high precision assessment of LN position according to mandibular structures was easily feasible in all cases. Nevertheless, dental amalgams and coronal prosthesis were a matter of disturbing artefacts, and precise positioning of LN at the level of the dental part of the mandible was impossible in three patients.

Native images and three-dimensional reconstructions provided easy-to-handle representations of LN (Fig. 4). The skull could be examined from all points of view with anatomical positioning of the nerve in relation to the osseous structures.

At the level of the sigmoid notch of the mandible, dissections made evident close contacts of LN and maxillary vessels. The maxillary artery crossed the lingual and inferior alveolar nerves laterally and was in contact with these nerves despite the retraction of the medial pterygoid muscle (Fig. 2). S–LN distance ranged from 13.9 to 15.6 mm on the right side (mean 15 mm) and from 12.8 to 15.1 mm on the left side (mean 13.3 mm). The mean S–LN distance was 14.2 mm. Alpha angle was mean 57°; 56° on the right side (range 55–60°) and 59° (range 56–62°) on the left side.

At the level of the lingula, LN was distant from the maxillary vessels. The maxillary artery remained widely horizontal at the level of the sigmoid notch in an open-mouth specimen, and so the mean distance between MA and LN was 15 mm (Fig. 2). In our series, mean M–L distance was 23.7 mm; 25.8 mm on the right side (range 22.9–26.5) and 21.7 mm on the left side (range 20–22.8). Mean M–LN distance was 19.6 mm; 19.2 mm on the right side (range

18.9–19.9) and 20 mm on the left side (range 18.9–20.8). B angle measured 17°; 17° on the right side (range 16–17) and 16° on the left side (range 16–17).

In the field of the third molar, LN was very close to the periosteum of the mandibular angle. M3–LN measured mean 1.9 mm; 2.2 mm on the right side (range 2.0–2.3) and 1.8 mm on the left side (range 1.7–2.0).

## Discussion

Lingual nerve is of primary importance in orofacial functions: it conveys sensory and gustatory fibres originating from the ventral two-thirds of the tongue, as well as parasympathetic fibres to the submandibular and sublingual glands. Motor fibres to the tongue have been studied by Saigusa et al. [9]. What is more, LN damage is a possible complication of routine procedures such as submandibulectomy or wisdom teeth extractions [2]. It is the most frequent cause of litigation in oral surgery [12]. In this context, it is desirable to have few invasive objective explorations of LN conduction.

LN topographic anatomy has been well studied in the area of the third molar regarding surgical applications [3]. What is more, position and variations of LN according to the mandible and the posterior alveolar crest were focused on, especially in edentulous subjects, to assess valuable landmarks in oral implantology. On the contrary, the situation of LN in its higher course remains incomplete in literature. So we aimed at establishing valuable landmarks for LN in the infratemporal fossa to allow easier exploration.

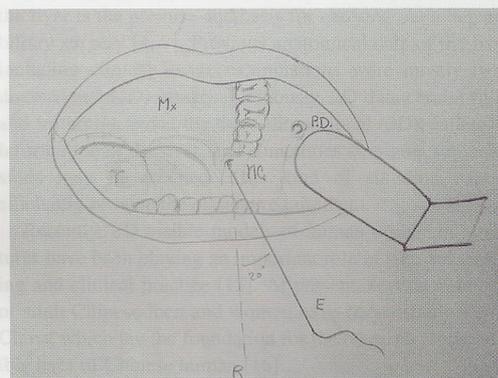
Therefore, an original technique was designed. Actually, highlighting thin structures such as tiny nerves is very demanding, especially in the head, because of the insufficient precision of medical imaging devices and the complex three-dimensional anatomy. Anatomical dissection of the infratemporal fossa and direct measures automatically provide erroneous results because of the necessary opening of the pterygoid space. Olsen et al. [7] succeeded in visualizing LN in the third molar area using ultrasound, but this technique does not provide precise measures. Identifying LN in the third molar region is feasible using MRI examination, due to subperiosteal situation of the nerve [6]. Nevertheless, the exploration of tiny nerves in the deep facial regions is not reproducible. Karakas et al. [5] used a method of nerve marking with wires and X-ray examination for NL visualization in the mandibular third molar area. Our technique is inspired by Karakas' method, using new generation CT scan. The use of thin wires seemed to us helpful in this objective because of easy handling and flexibility, compatible with correct repositioning of the nerve. What is more, new generations of CT-scans allow beautiful imaging without artefact, if the wire remains thin. The 3/0

stitch matches ideally in this indication. Numerical treatment of the images allows precise measures in fundamental plans (horizontal, sagittal and coronal), even if the position of the head on the machine had been difficult to adjust. Three-dimensional reconstructions constitute interesting educational materials to learn facial anatomy [10]; actually it is possible to manipulate virtually the skull and to see and understand the course of the nerve from all the points of view. Anyway, this original procedure seemed to be useful and interesting. Further applications will aim at highlighting other cranial nerves.

Although the relationship of LN with the mandibular third molar area has been abundantly published, data on LN topography in the infratemporal fossa remain incomplete. As it emerges from the skull base at the foramen ovale, the lingual nerve is deep and close to the maxillary vessels and pterygoid venous plexus. Topography of the foramen ovale and valuable landmarks for foramen ovale puncture feature in current literature [11]. Nevertheless, this procedure is dangerous and the risks are exaggerated, playing down the benefits for the patients [4].

The lingula is currently used as the main landmark of IAN in mandibular block anaesthesia performed routinely at the dentist or the oral surgeon practice. We suggest it can be used as a landmark for the lingual nerve. In that way, LN puncture is performed in the intermaxillary commissure, in a triangle delimited by the anterior border of the ramus, medial pterygoid muscle relief and maxilla [1]. The patient's mouth is kept open. In the horizontal plane, the needle electrode is introduced at 15 mm, diverging 20° from the ramus (Fig. 8).

This procedure allows an easy, safe and reproducible LN approach that seems more likely to be performed at the



**Fig. 8** Lingual nerve puncture at the intermaxillary commissure. The needle is introduced at 15 mm at the level of the horizontal plane of the lingula. The angle between the ramus and the needle should be around 20°. *Mx* maxilla, *PD* parotid duct, *E* electrode, *R* sagittal plane of the mandibular ramus, *MC* maxillary commissure, *T* tongue

office. However, direct recording of LN conductivity requires precise positioning of the electrode: the extent of electromyographic activity is limited in thin nerves and decreases with the square of the distance. Anyway, clinical applications are scheduled in a prospective study and will be the matter of a forthcoming publication.

### Conclusion

Lingual nerve branding with wire and CT-scan examination is an original technique providing valuable and reproducible measures, and interesting educational materials. According to this study, the lingual nerve can be approached easily near the lingula in the infratemporal region through the intra-oral puncture at the intermaxillary commissure. The technique is similar to the inferior alveolar nerve block at the lingula: the needle electrode is introduced at 15 mm, diverging 20° from the ramus. At this level, vascular risks are lesser. This protocol is safe and likely to be performed routinely at the neurologist's office. Further clinical trials will aim at validating this procedure.

### References

- Charrier JL (1998) Anatomie des sites implantaires. *Real Clin* 9:7–23
- Haug RH, Perott DH, Gonzales ML et al (2005) The American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons age-related third molar study. *J Oral Maxillofac Surg* 63:1106–1114
- Holzle FW, Wolff KD (2001) Anatomic position of the lingual nerve in the mandibular third molar region with special consideration of an atrophied mandibular crest: an anatomical study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 30:333–338
- Kaplan M, Erol FS, Ozveren MF et al (2007) Review of complications due to foramen ovale puncture. *J Clin Neurosci* 14:563–568
- Uzel M, Karakas P, Koebeke J (2007) The relationship of the lingual nerve to the third molar region using radiographic imaging. *Br Dent J* 14:29–31
- Miloro M, Halkias LE, Slone HW et al (1997) Assessment of the lingual nerve in the third molar region using magnetic resonance imaging. *J Oral Maxillofac Surg* 55:134–137
- Olsen J, Papadaki M, Troulis M et al (2007) Using ultrasound to visualize the lingual nerve. *J Oral Maxillofac Surg* 65:2295–2300
- Renton T, Thexton A, McGurk M (2005) New method for the objective evaluation of injury to the lingual nerve after operation on third molars. *Br J Oral Maxillofac Surg* 43:238–245
- Saigusa H, Tanuma K, Yamashita K et al (2006) Nerve fiber analysis for the lingual nerve of the human adult subjects. *Surg Radiol Anat* 28:59–65
- Silén C, Wirell S, Kvist J et al (2008) Advanced 3D visualization in student-centred medical education. *Med Teach* 30:115–124
- Stajcic Z, Stojeev L, Mileusnic I et al (2002) Mandibular nerve block at the oval foramen using reliable landmarks: refinement of a previously described procedure. *Int J Oral Maxillofac Surg* 31:423–426
- Trost O, Kadlub N, Robe N et al (2008) Third molar surgery under general anaesthesia: a review of 180 patients. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 109:91–95
- Waikakul A, Punwutikorn J (1991) A comparative study of the extra-intraoral landmark technique and the direct technique for inferior alveolar nerve block. *J Oral Maxillofac Surg* 49:804–808

2 **CT-scan imaging of iron marked *chorda tympani* nerve:**  
3 **anatomical study and educational perspectives**

4 **Olivier Trost · René-Charles Rouchy · Charles Teyssier ·**  
5 **Apolline Kazemi · Narcisse Zwetyenga · Gabriel Malka ·**  
6 **Nicolas Cheynel · Pierre Trouilloud**

7 Received: 20 December 2009 / Accepted: 1 March 2011  
8 © Springer-Verlag 2011

9 **Abstract** The *chorda tympani* nerve (CTN) is the last  
10 collateral branch of the facial nerve in its third intraosseous  
11 portion just over the stylomastoid foramen. After a curved  
12 course against the medial aspect of the tympanum where it  
13 is likely to be injured in middle ear surgery, CTN reaches  
14 the lingual nerve in the infratemporal fossa. Knowledge of  
15 CTN topographic anatomy is not easily achieved by the stu-  
16 dents because of the deep location of this thin structure.  
17 The aim of this study was to assess the spatial relationships  
18 of the CTN in the infratemporal fossa. Therefore, ten  
19 nerves were dissected in five fresh cadavers. All the nerves  
20 were catheterized with a 3/0 wire. After a meticulous posi-  
21 tioning of surrounding structures, standard X-ray and CT  
22 scan examinations were performed with multiplanar acqui-  
23 sitions and three-dimensional surface rendering reconstruc-  
24 tions. Ventral projection of the CTN corresponded to the  
25 middle of the maxillary sinus. Lateral landmark was the  
26 mandibular condyle. The CTN was present and unique in  
27 all the dissections. The average length of the nerve, as mea-  
28 sured on CT scans, was 31.8 mm (29–34, standard of

derivation of 1.62); the anastomosis of the CTN to the 29  
lingual nerve was located at a mean 24.9 mm below the 30  
skull base (24–27, standard of derivation of 0.99), approxi- 31  
mately in the same horizontal plane as the lower part of the 32  
mandibular notch. The acute angle opened dorsally and 33  
cranially between CTN and LN measured mean 63.2° 34  
(60–65, standard of derivation of 1.67). Three-dimensional 35  
volumetric reconstructions using surface rendering techni- 36  
que provided realistic educational support at the students' 37  
disposal. 38

**Keywords** *Chorda tympani* · Nerve · Infratemporal · 39  
Anatomy · Education 40

**Introduction** 41

Achieving a three-dimensional representation of the nerves 42  
of the deep regions of the head is demanding for our 43  
students. Anatomical drawings constitute an elementary 44  
introduction to anatomy [14], but provide only theoretical 45  
knowledge. Dissections are unlikely to be performed by all 46  
the students because of the huge increase in the *numerus* 47  
*clausus* in France since a few years, but remain necessary 48  
in the preclinical curriculum [18]. Moreover, modern 49  
educational supports are needed to complete theoretical 50  
lectures. 51

A precise knowledge of the main branches of the 52  
mandibular nerve ( $V_3$ ) in the infratemporal fossa is essential 53  
in current oral and maxillofacial surgical procedures such 54  
as mandibular osteotomies or third molar teeth extractions 55  
[15]. On the contrary, the *chorda tympani* nerve (CTN) 56  
runs very deeply in the infratemporal fossa and is unlikely 57  
to be injured in maxillofacial surgery, but its damage can 58  
occur in middle ear surgery (tympanoplasty, tympanotomy...); 59

A1 O. Trost (✉) · R.-C. Rouchy · C. Teyssier · N. Cheynel ·  
A2 P. Trouilloud  
A3 Laboratory of Anatomy, INSERM U-887 "Motricité-Plasticité",  
A4 School of Medicine of Dijon, 7 Boulevard Jeanne d'Arc,  
A5 21000 Dijon, France  
A6 e-mail: olivier.trost@chu-dijon.fr

A7 O. Trost · N. Zwetyenga · G. Malka  
A8 Federation of Oral and Maxillofacial Surgery, Plastic,  
A9 Reconstructive and Aesthetic Surgery, and Hand Surgery,  
A10 Teaching Hospital of Dijon, Dijon, France

A11 A. Kazemi  
A12 Department of Neuroradiology, Teaching Hospital of Dijon,  
A13 Dijon, France

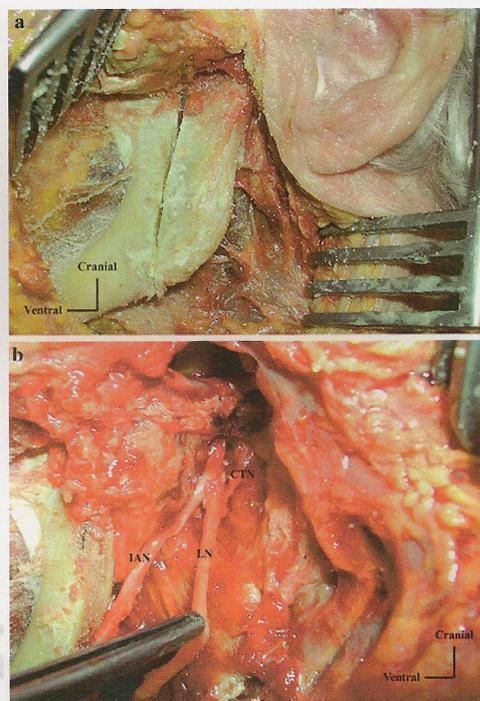
60 the clinical consequences consist of inconstant taste  
 61 troubles [3]. The CTN is a thin collateral branch of the  
 62 facial nerve (VII) emerging from the third intra-osseous  
 63 segment 2 or 3 m above the stylomastoid foramen. After a  
 64 short recurrent course in the posterior chordal canal, the  
 65 CTN penetrates into the *cavum tympani*. The CTN remains  
 66 close to the tympanum, crossing ventrally the tympano-  
 67 malleolar fold and the medial aspect of the malleolar neck. The  
 68 CTN goes out of the *cavum tympani* through the petrotym-  
 69 panic suture and runs at the top of the infratemporal fossa,  
 70 in a ventral and caudal direction, medially to the inter-  
 71 pterygoid fascia and the inferior alveolar nerve. The CTN  
 72 joins the lingual nerve (LN) under the skull base [12]. The  
 73 CTN conducts the gustatory fibers of the ventral two-thirds  
 74 of the tongue and the parasympathetic fibers to the subman-  
 75 dibular and sublingual glands.

76 The authors described in a previous publication an original  
 77 technique of marking nerves and CT-scan analysis [16].  
 78 The aim of the present study was to establish landmarks for  
 79 CTN in the infratemporal fossa and to provide realistic  
 80 imaging and three-dimensional reconstructions for educa-  
 81 tional purposes.

## 82 Materials and methods

83 An anatomical study was performed in five fresh human  
 84 cadavers, all females of mean age 74 years old. A total of  
 85 ten nerves were studied. All the cadavers were free from  
 86 any previous head surgery. Dissection of the infratemporal  
 87 fossa was managed through a perimandibular approach.  
 88 The cutaneous incision was 2 cm below the lower border  
 89 of the mandible from the auricle to the median line. Soft  
 90 tissues were retracted ventrally and the pterygomasseteric  
 91 strap was cut. Distal insertions of the medial pterygoid  
 92 muscle were then released to facilitate the exposure of the  
 93 infratemporal fossa through a vertical mandibular ramus  
 94 osteotomy. A careful dissection was then performed to  
 95 isolate the main branches of the posterior trunk of the  
 96 mandibular nerve (inferior alveolar and lingual nerves).  
 97 The CTN was followed from its anastomosis to the lin-  
 98 gual nerve to the petrotympanic suture (Fig. 1), i.e., to the  
 99 skull base.

100 The LN and the CTN were then catheterized with a soft  
 101 3/0 wire all along their courses from the *foramen ovale*  
 102 to the oral floor and from the petrotympanic suture to the lin-  
 103 gual nerve, respectively. The needle was introduced into  
 104 the *foramen ovale* to avoid the presence of any rigid mate-  
 105 rial in the nerve and to preserve its natural flexibility as  
 106 much as possible. Numeric pictures were taken step by  
 107 step. At the end of the dissection, a repositioning of the  
 108 medial pterygoid muscle was performed by stitching the  
 109 pterygomasseteric strap to replace all the infratemporal



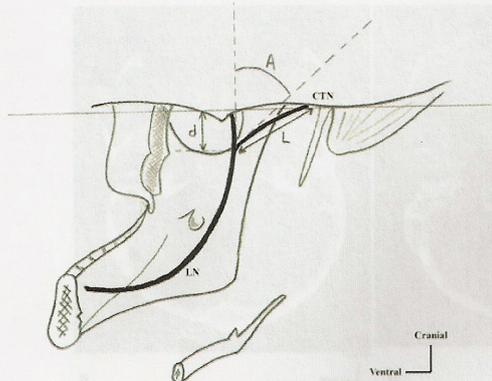
**Fig. 1** a CTN approach to the infratemporal fossa through a vertical mandibular ramus osteotomy. b Dissection of the lingual, inferior alveolar and chorda tympani nerves. LN lingual nerve, CTN chorda tympani nerve, IAN inferior alveolar nerve

110 nerves in their initial anatomical position. The mandibular  
 111 ramus was fixed with two strong stitches (Vicryl® 2/0).  
 112 Standard X-ray examinations were performed in the ventral  
 113 and lateral incidences to evaluate the superficial landmarks  
 114 of both nerves.

115 The second step of the protocol consisted in three-  
 116 dimensional CT-scan examinations of the heads (Philips®,  
 117 16 slices, HT = 120 kV, charge = 80 mA, Pitch = 1.0, slice  
 118 thickness = 5 mm, scanning = 30 cm, CTDI<sub>vol</sub> = 8 mGy,  
 119 PDL = 240 mGy.cm) including multiplanar reconstruc-  
 120 tions. Both nerves were materialized by the wire all along  
 121 their courses. Topographic anatomy of CTN could be  
 122 visualized on three-dimensional views with interesting  
 123 educational perspectives.

124 Measurements were performed on CT scans to assess the  
 125 CTN position in the infratemporal fossa (Fig. 2):

- the length ( $L$ ) of the infratemporal portion of the CTN, 126
- the distance ( $d$ ) of the orthogonal projection of the anas- 127
- tomosis of the CTN to the LN on the skull base, 128
- the angle ( $A$ ) of the anastomosis. 129



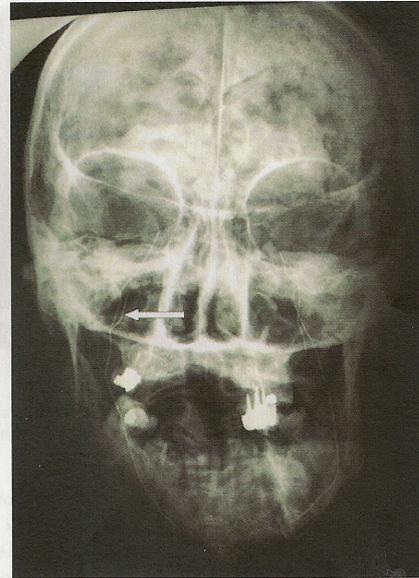
**Fig. 2** Schematic representation of the lingual nerve and the chorda tympani nerve, and of the measurements performed in this study in (medial view). CTN chorda tympani nerve, LN lingual nerve, L length of CTN, d distance between the LN-CTN anastomosis and the skull base, A angle of anastomosis

### 30 Results

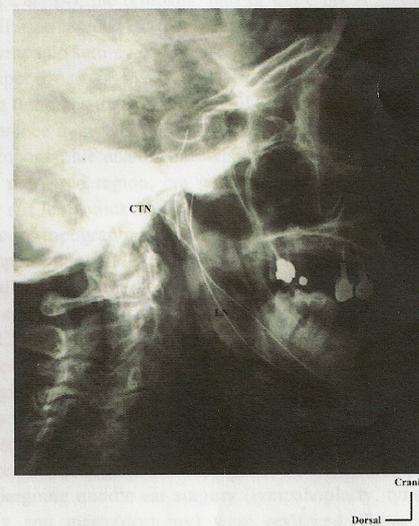
31 The CTN was present and unique in all the dissections. The  
 32 CTN described a curve at the top of the infratemporal fossa  
 33 from the skull base to the lingual nerve. Standard X-rays  
 34 provided general views of the CTN topography according  
 35 to craniofacial bony structures: the ventral projection of  
 36 the CTN anastomosis to the lingual nerve corresponded to the  
 37 middle of the maxillary sinus (Fig. 3). On lateral views, the  
 38 CTN was hidden by the mandibular condylar process in all  
 39 its course. The anastomosis of the CTN to the LN was  
 40 located in the horizontal plane of the lower part of the man-  
 41 dibular notch (Fig. 4).

42 CT-scan examination highlighted the CTN course in all  
 43 the cases without artifact, so that high precision assessment  
 44 of the CTN position according to the skull base was easily  
 45 feasible. Multiplanar reconstructions are shown on Figs. 5,  
 46 6, 7. The emergence of the CTN at the petrotympanic  
 47 suture could be particularly analyzed both in horizontal and  
 48 sagittal views. The nerve ran medially to the temporoman-  
 49 dibular joint, behind the LN falling from the *foramen ovale*  
 50 at the top of the infratemporal fossa. The anastomosis of the  
 51 CTN to the LN was in the horizontal plane of the lower part  
 52 of the mandibular notch. 3-D models were achieved for  
 53 educational purposes using surface rendering technique,  
 54 allowing the observation of the CTN from all points of  
 55 view (Fig. 8).

56 The measurements of the CTN according to the skull  
 57 base we chose as the reference are summarized in Table 1.  
 58 Average length of the nerve was 31.8 mm (29–34, standard  
 59 of derivation of 1.62); the anastomosis of the CTN to the



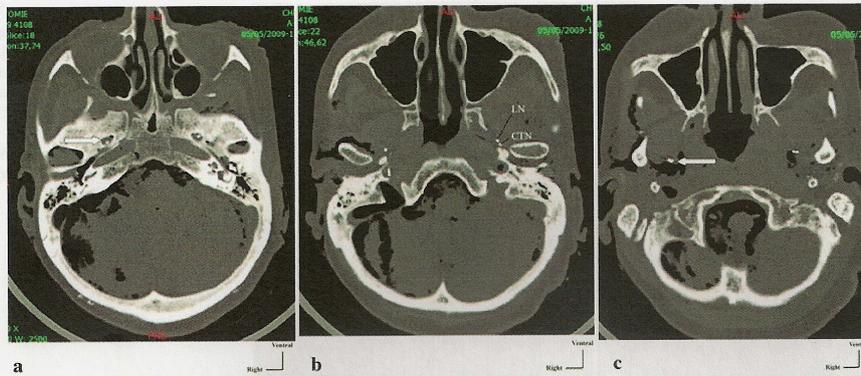
**Fig. 3** Ventral projection of the CTN (X-ray examination, anteroposterior incidence)



**Fig. 4** Lateral projection of the CTN on mandibular condyle area. CTN chorda tympani nerve, LN lingual nerve

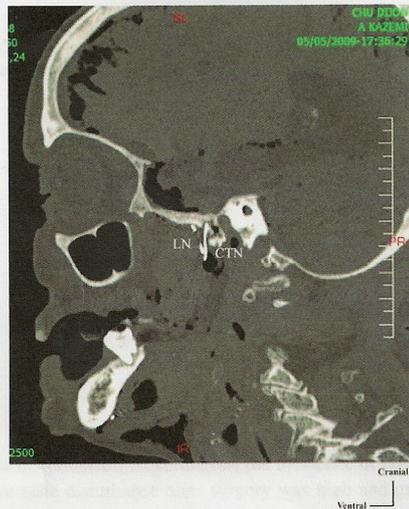
lingual nerve was located at a mean 24.9 mm below the  
 skull base (24–27, standard of derivation of 0.99), approxi-  
 mately in the same horizontal plane as the lower part of the

160  
 161  
 162



**Fig. 5** Horizontal sections: **a** lingual nerve in the foramen ovale (white arrow). **b** Emergence of the CTN from the petrotympanic suture, just at the level of the mandibular head. *CTN chorda tympani*

nerve, *LN* lingual nerve. **c** Anastomosis of lingual nerve and CTN at the horizontal level of the sigmoid notch of the mandible (white arrow)



**Fig. 6** Parasagittal view showing lingual nerve and the CTN from the skull base to their anastomosis. *LN* lingual nerve, *CTN chorda tympani* nerve

163 mandibular notch. Dorsally and cranially between the CTN  
164 and LN, the acute angle measured a mean  $63.2^\circ$  (60–65,  
165 standard of derivation of 1.67).

## 166 Discussion

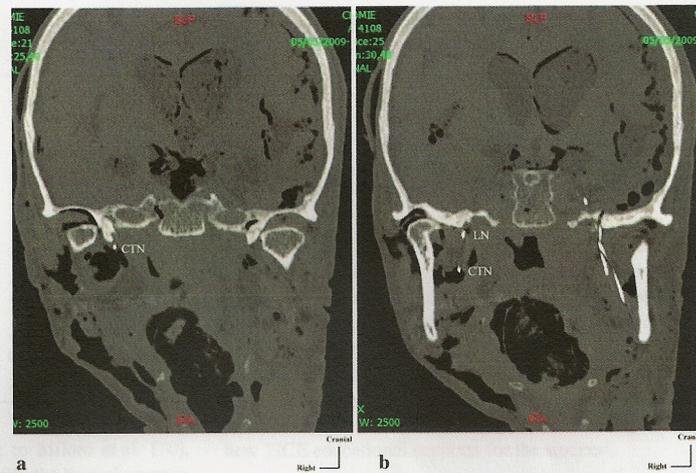
167 The infratemporal part of the CTN has been poorly focused  
168 on in literature. On the contrary, the tympanic segment of  
169 the CTN is a matter of numerous publications in the field of

middle ear surgery. Pubmed contains 1,490 references to  
171 the keywords “chorda, tympani”. The same keywords on  
172 Sciencedirect® refer to 2,740 articles. All these publications  
173 concern ear surgery or CTN physiology, particularly in rats.  
174 No morphometric study has been available as far as the  
175 infratemporal part of the CTN is concerned. So, is the infra-  
176 temporal part of the CTN in a kind of “no man’s land”?

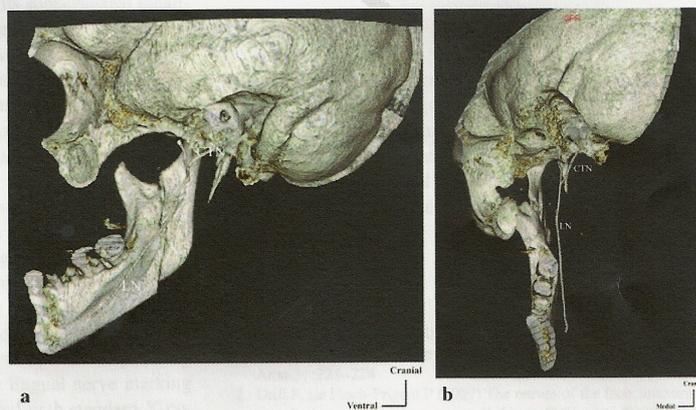
177 In the 1901 edition of Gray’s “Anatomy descriptive and  
178 surgical” [4], the tympanic part of the CTN is highlighted  
179 until its emergence at the anterior chordal canal (in the pet-  
180 rotympanic suture according to Hovelacque [5]). The infra-  
181 temporal part of the CTN is evocated without numerical  
182 data (length, situation to the skull base,...), as in Rouvière’s  
183 reference treaty [12]. Mertz published an exhaustive treaty  
184 of topographic anatomy in which the CTN is described in  
185 the pterygoid region, but without numeric data [8]. Last,  
186 but not least, Sick and Veillon [13] published a reference  
187 atlas of topographic anatomy and CT-scan imaging of the  
188 temporal bone. CTN is highlighted in 37 histological slices  
189 in all fundamental planes in the middle ear, but no detail as  
190 far as its infratemporal course has been included [13].

191 Clinical applications of CTN concern otologists first.  
192 Indeed, CTN is likely to be injured in the middle ear during  
193 surgical procedures such as tympanoplasties. This nerve is  
194 less exposed to iatrogenic injuries in the infratemporal  
195 fossa because of its depth and the rarity of surgical proce-  
196 dures in this region. In Michael and Raut [9], 140 patients  
197 undergoing middle ear surgery (tympanoplasty, tympano-  
198 tomy and mastoidectomy) were reviewed. Taste distur-  
199 bances were noticed in 15% of the cases in 45% of the  
200 tympanotomy group. The overall recovery of troubles with  
201 taste was 76% at 12 months postsurgery. In this study, the  
202 authors made evident that peroperative *chorda tympani*  
203 stretching or section was not automatically correlated to

**Fig. 7** Frontal views: **a** posterior section at the level of the mandibular head and petrotympanic suture showing posterior part of the CTN. **b** Section at the level of the condylar neck showing lingual nerve and the CTN. LN lingual nerve, CTN chorda tympani nerve



**Fig. 8** 3-D reconstructions of the lingual nerve and CTN. **a** Medial view, **b** dorsal view



204 taste disturbances. Nevertheless, the incidence of postoper-  
 205 ative taste disturbance after surgery was high and greatest  
 206 in patients undergoing noncholesteatomatous surgery.  
 207 Patients should therefore be thoroughly counseled with  
 208 respect to the possibility of this complication, and the oper-  
 209 ating surgeon should take particular caution not to trauma-  
 210 tize the *chorda tympani* nerve in these patients. Iatrogenic  
 211 injuries of the infratemporal portion of the CTN have never  
 212 been described to date in contrast to the lingual nerve dam-  
 213 age, which is the most common complication of wisdom  
 214 teeth surgery [15].

215 The knowledge of CTN topographic anatomy and  
 216 function is demanding for students because of the diffi-  
 217 culty to achieve three-dimensional vision of the middle  
 218 ear and deep regions of the head. For this purpose,  
 219 modern numerical supports are useful in providing

220 interactive educational materials. Nevertheless, realistic  
 221 representations of these anatomical structures are preferable.  
 222 Classical anatomical dissections of the infratemporal  
 223 fossa allow large exposure of the CTN, but its relation-  
 224 ships with the other infratemporal structures are modified, as  
 225 for example in Tramond's models manufactured at the  
 226 end of the nineteenth century [2].

227 We designed an original technique of iron wire nerve  
 228 marking to highlight very thin head and neck structures  
 229 because of the insufficient precision of classical medical  
 230 imaging techniques. Olsen et al. [11] visualized the lingual  
 231 nerve in the third molar tooth area using ultrasounds.  
 232 Although it was not tried in our study, this technique has  
 233 not been deemed appropriate in CTN exploration, because  
 234 of the thin diameter of this nerve. Moreover, this technique  
 235 does not provide precise data because the measurements

**Table 1** All relevant measuring data

No. of heads	Gender	Side	L	D	A
1	F	R	31	24	63
		L	32	25	64
2	F	R	29	24	65
		L	30	24	66
3	F	R	34	26	62
		L	33	25	62
4	F	R	31	25	63
		L	32	24	64
5	F	R	32	25	60
		L	34	27	63
SD			1.61932771	0.99442893	1.68654809
Average			31.8	24.9	63.2

depend on the operator. According to Miloro et al. [10], MRI examination is valuable to identify the lingual nerve in the wisdom tooth region because of its subperiosteal localization. On the contrary, lingual nerve study in the infratemporal fossa is not reproducible with this technique of imaging. Thus, MRI is not appropriate for the CTN identification in the infratemporal region; in contrast it is valuable to explore the CTN in the middle ear. Benkhadra et al. [1] described a novel postmortem technique that made it possible to visualize the nerve structure of the brachial plexus using imaging. They used a mixture of baryte powder, water and colorant, applied to all sides of the brachial plexus and blood vessels of the region under study. This interesting protocol designed for thick structures was not feasible in our study because of the insufficient size of the CTN and its depth that would cause many artifacts due to the diffusion of the mixture. Our study was inspired by Karakas' [6] technique of iron-wire lingual nerve marking in the wisdom tooth region, combined with standard X-ray examination: firstly, an anatomic dissection of the lingual nerve in the third molar region was done on ten whole heads and one sagittal hemisection head specimen of adult cadavers. After marking the nerve, X-ray films were taken. Vertical and horizontal measurements were made from the radiographs with an electronic digital caliper. We performed CT-scan examinations rather than standard radiographs to have the opportunity to provide three-dimensional volumetric reconstructions. The use of thin wires seemed helpful for this purpose because of easy handling and flexibility, compatible with correct repositioning of the nerve. Furthermore, new generations of CT scans allow beautiful imaging with acceptable artifacts if the wire is thin. The 3/0 stitch matched ideally for this purpose. Numerical treatment of the images allowed precise measurements in all fundamental planes (horizontal, sagittal and coronal).

Three-dimensional reconstructions obtained with our protocol provided interesting educational materials to learn lingual nerve and *chorda tympani* anatomy. Actually, it is possible to manipulate virtually the skull and to see and understand the course of the nerves as if the student had a true head in his hands. We are working at creating an on-line access providing a rotatable model of all cranial nerves, inspired from the visible ear project [7]. In our laboratory, students are given the opportunity to work on software allowing virtual manipulation of the skull with underlying nervous structures. Further applications to other cranial nerves have already been undertaken. Despite the clinical utility, knowing the anatomy of the *chorda tympani* nerve in the infratemporal fossa for a surgeon is negligible as this nerve is unlikely to be injured in infratemporal fossa surgeries and even if injured a unilateral loss of function produces no morbidity. This study contributes in providing new TICE educational supports for the students.

## Conclusion

Marking of *chorda tympani* with wire and CT-scan examination is an original technique that provides realistic and reproducible measurements, and interesting educational materials. 3D virtual or stereolithographic models may help the student to achieve synthetic and realistic knowledge of the topographic anatomy of the thin deep structures of the head.

## References

- Benkhadra M, Savoldelli G, Fournier R et al (2009) A new anatomical technique to investigate nerves by imagery. *Surg Radiol Anat* 31:221–224
- Drifi F, Le Floch-Prigent P (2009) The nerves of the face: anatomical sample in wax in the museum Delmas, Orfila and Rouvière, in Paris. *Morphologie* 93:57–62
- Goyal A, Singh PP, Dash G (2009) Chorda tympani in chronic inflammatory middle ear disease. *Otolaryngol Head Neck Surg* 140:682–686
- Gray H (1901) *Anatomy descriptive and surgical*. Longman, Philadelphia
- Hovelacque A (1934) *Ostéologie. Fascicule 2. crâne et face*. Doin, Paris
- Karakas P, Uzel M, Koebke J (2007) The relationship of the lingual nerve to the third molar region using radiographic imaging. *Br Dent J* 14:29–31
- Kockro RA, Hwring PY (2009) Virtual temporal bone: an interactive 3-dimensional learning aid for cranial base surgery. *Neurosurgery* 64:216–229
- Mertz H (1950) *Schémas d'anatomie topographique*. Doin, Paris
- Michael P, Raut V (2007) Chorda tympani injury: operative findings and postoperative symptoms. *Otolaryngol Head Neck Surg* 136:978–981
- Miloro M, Halkias LE, Slone HW et al (1997) Assessment of the lingual nerve in the third molar region using magnetic resonance imaging. *J Oral Maxillofac Surg* 65:2295–2300



## A simple method to locate mandibular foramen: preliminary radiological study

Olivier Trost · Vivien Salignon · Nicolas Cheynel · Gabriel Malka · Pierre Trouilloud

Received: 27 December 2009 / Accepted: 23 February 2010 / Published online: 10 March 2010  
© Springer-Verlag 2010

### Abstract

**Introduction** The position of mandibular foramen is variable at the medial aspect of mandibular ramus. Nevertheless its location is useful for the oral and maxillofacial surgeon in orthognatic surgery, especially in vertical ramus osteotomy (VRO) procedure. The aim of our study is to analyse the position of mandibular foramen in order to provide simple and reliable surgical landmarks.

**Materials and methods** A radio-anatomical study was undertaken on normal mandibular panoramic X-ray examinations. Precise reproductions were outlined on tracing paper. Original orthonormal landmark was designed using posterior border of the ramus, mandibular incisure and anterior border of the ramus. All these elements are visible in the patient in VRO. Measurements of the position of mandibular foramen in horizontal and vertical dimensions were then performed with a ruler by two independent observers:  $l$  (width of mandibular branch),  $x$  (distance between posterior border of the ramus and mandibular foramen),  $h$  (height of mandibular branch) and  $y$  (distance between sigmoid notch and mandibular ramus).  $x/l$  and  $y/h$  ratios were calculated in order to minimise magnifications and image distortions due to the imaging process.

**Results** Forty-six panoramic X-rays were analysed, including 24 male and 22 female specimens (sex-ratio 1.1/1) with

the mean-age 21 years. In vertical dimension,  $y/h$  ratio was distributed on a gaussian mode with a peak around 0.30–0.35, mandibular foramen was located around the midpoint of the inferior two-thirds and the superior third of the ramus, preferentially under this point. In horizontal dimension,  $x/l$  ratio observed the same model with a peak around 0.35; mandibular foramen was located around the midpoint of the anterior two-thirds and the posterior third of the ramus, preferentially in front of this point. Mandibular foramen was situated in the ventral and inferior two-thirds of the ramus without difference according to the side, sex or age.

**Discussion** Posterior and superior thirds of the ramus constitute a “safety zone” where mandibular foramen is unlikely to be found. This area can be used by the oral and maxillofacial surgeon in vertical ramus osteotomy of the mandible with low inferior alveolar nerve morbidity probability.

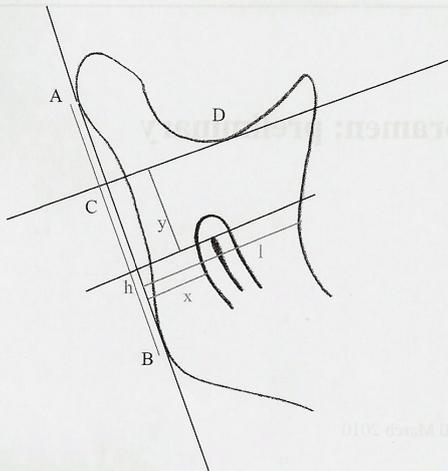
**Keywords** Mandible · Foramen · Anatomy · Orthognatic · Surgery

### Introduction

Treatment of craniofacial dysmorphism is the field of orthognatic surgery. Modification of the position of the mandible requires bifocal osteotomy; nowadays the gold standard is the intra-oral biangular sagittal split osteotomy introduced by Trauner and Obwegeser in 1957 [8] and modified by Dal Pont in 1959 [1]. Nevertheless in case of hypotrophic or dysplastic mandible, vertical ramus osteotomy may be indicated [7]: the osteotomy is performed behind mandibular foramen. According to this technique, lateral aspect of the ramus is approached through cutaneous

O. Trost (✉) · V. Salignon · N. Cheynel · P. Trouilloud  
Laboratory of Anatomy, INSERM U-887  
“Motricité Plasticité”, Faculty of Medicine,  
University of Burgundy, Dijon, France  
e-mail: olivier.trost@chu-dijon.fr

O. Trost · G. Malka  
Department of Oral and Maxillofacial Surgery,  
Teaching Hospital, Dijon, France



**Fig. 1** Construction of mandibular foramen landmarks

incision (classical Risdon incision or more recent high cervical transmasseteric anteroparotid approach [9]) or introrally. The exact position of the mandibular foramen is not controlled by the surgeon during the procedure. The main risk in this procedure is to injure inferior alveolar nerve in its intra-mandibular course in mandibular canal. Preoperative analysis of mandibular panoramic examination or CT scan helps the surgeon but the osteotomy is often performed posteriorly due to the misvaluation of the position of mandibular foramen and fear of inferior alveolar nerve damage. It increases the risk of complications (atypical fractures) and difficult osteosynthesis.

The aim of our study is to analyse the situation of the mandibular foramen in order to define reliable and simple “safety zone” of the ramus where mandibular foramen is unlikely to be found to help the surgeon in vertical ramus osteotomy procedure.

### Materials and methods

A radio-anatomic study was designed on normal mandibular panoramic X-rays of patients assessed for wisdom teeth extractions in the department of Oral and Maxillofacial Surgery from 1st January to 31st March 2008. All subjects presenting mandibular ramus abnormalities (traumatic, dysplastic or tumoral) were excluded from the series.

Each panoramic examination was carefully outlined on tracing paper. An orthonormal landmark was traced (Fig. 1):

- the vertical axis AB was tangential to the posterior border of mandibular head and mandibular angle,

- the horizontal axis CD was perpendicular to AB and tangential to mandibular incisure.

This landmark was designed to be used during surgery, because all the reference points are visible through lateral approach. The image of mandibular foramen was then projected on the landmark:

- orthogonal projection of the posterior border of mandibular foramen on the horizontal axis (CD),
- orthogonal projection of the superior border of mandibular foramen on the vertical axis (AB).

This simple trigonometric construction was thought to be easily reproducible in a surgically managed patient.

The following measurements were then performed independently by the first and second authors with a ruler (mean values were noticed for each subject, new measurements were performed in case of values differing by more than 5%):

- the distance  $h$  between points A and B (height of the visible part of the ramus through lateral approach),
- the shortest distance  $y$  between superior border of mandibular foramen and CD,
- the width  $l$  of the ramus at the horizontal level of the centre of mandibular foramen,
- the distance  $x$  between posterior border of mandibular foramen and AB.

Magnifications and image distortions due to the imaging process were minimised by calculating ratios rather than absolute values:  $x/l$  and  $y/h$  ratios were calculated in all subjects.  $x/l$  ratio characterised the horizontal situation of mandibular foramen.  $y/h$  ratio characterised vertical position of mandibular foramen. Influences of the side, age and sex were analysed using Fisher’s test.

### Results

Forty-six subjects were enrolled in this study: 24 male and 22 female patients (sex-ratio 1.1/1), with mean age 21 years (12–72 years).

Patients were ranged into two groups according to their age (12–25 and 26–72 years) in order to create comparable cohorts; mandibular growth was considered definitely achieved at the age of 25 [12]:

- in vertical dimension ( $y/h$ ), data are distributed on a gaussian mode with a peak around 0.30–0.35, without statistically significant differences according to the side, age or sex (Figs. 2, 3); mandibular foramen was located around the midpoint of the inferior two-thirds and the superior third of the ramus, preferentially under this point,

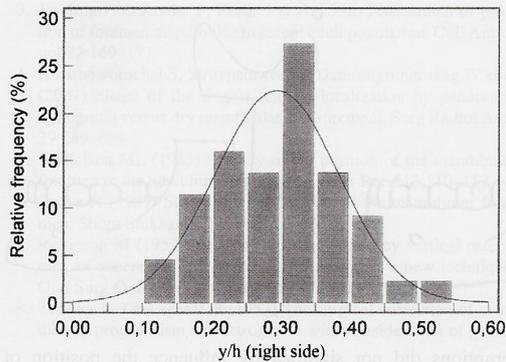


Fig. 2  $y/h$  values on the right side

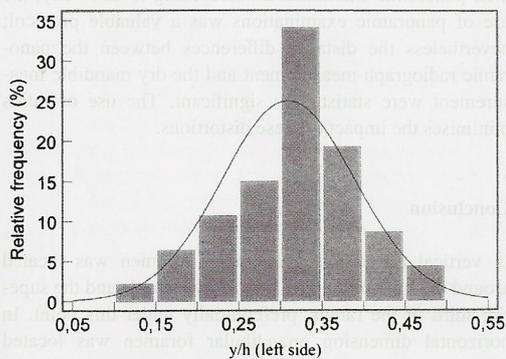


Fig. 3  $y/h$  values on the left side

- in horizontal dimension ( $x/l$ ), we observed the same model with a peak around 0.35 without statistically significant differences according to the side, age or sex (Figs. 4, 5); mandibular foramen was located around the midpoint of the anterior two-thirds and the posterior third of the ramus, preferentially in front of this point.

These results suggest that the probability of a mandibular foramen located to the posterior and/or superior thirds of the ramus of the mandible is very low. We suggest that this area could be considered a “safety zone” for the oral and maxillofacial surgeon to perform vertical ramus osteotomies with low morbidity risk for inferior alveolar nerve (Fig. 6).

## Discussion

The position of mandibular foramen is variable; nevertheless a “safety zone”, where mandibular foramen is unlikely

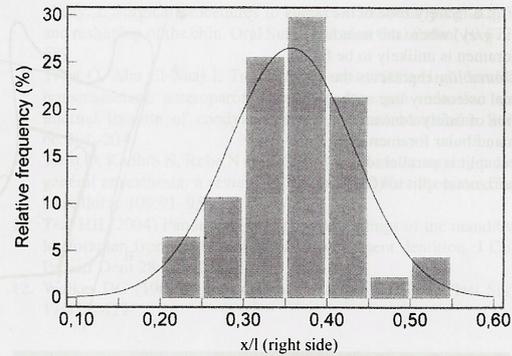


Fig. 4  $x/l$  values on the right side

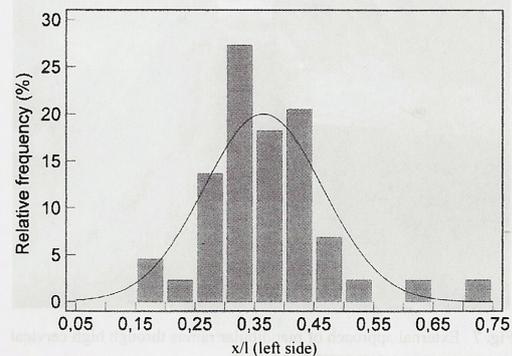
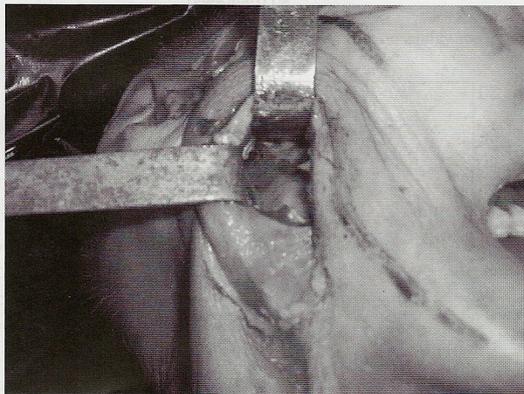
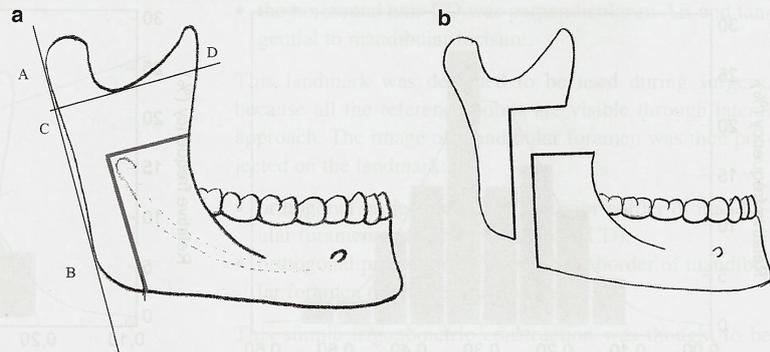


Fig. 5  $x/l$  values on the left side

to be found can be defined as the superior and posterior thirds of the ramus.

The location of mandibular foramen at the medial aspect of the ramus has been the matter of previous anatomical or radiological publications. Jerolimov [3] evaluated the position of mandibular foramen around 15 mm in front of posterior border of the ramus and 17 mm behind its anterior border. In vertical dimension, mandibular foramen was marked around 21 mm below mandibular angle. In this study on embalmed bones, mandibular foramen was located at the intersection of posterior third and ventral two-thirds of ramus width in horizontal dimension. In vertical dimension, mandibular foramen was in low position, closer to the angle than to mandibular incisure. These results are quite similar to ours. According to Osaka [6], mandibular foramen corresponds to the geometric centre of the ramus. Nicholson [5] proposed a precise but complex landmark for mandibular foramen: the anteroposterior midpoint of the ramus halfway between the mandibular notch and the lower surface of the mandible and two-thirds of the way down a line joining the coronoid process to the angle of the mandible.

**Fig. 6** Safety zone of the ramus (in grey) where the mandibular foramen is unlikely to be found. Dotted line represents the optimal osteotomy line at the junction of safety zone and mandibular foramen area. Vertical split is parallel to (AB) line, horizontal split to (CD) line



**Fig. 7** External approach of mandibular ramus through high cervical transmasseteric anteroparotid approach

Similar results were published by Hayward in 1977 [2]. Such landmarks are to our mind too complicated to be used routinely in orthognathic procedures.

The trigonometric method we propose has the advantage of its simplicity, so it is more likely to be used by the oral and maxillofacial surgeons. External approach of the ramus provides good exposure of the lateral aspect of the ramus, the posterior and anterior border of the ramus, the angle of the mandible, mandibular incisure and condylar neck (Fig. 7). Landmarks described in the present study can be easily transposed to the patient to design an optimal line of osteotomy (the most anterior to provide good osteosynthesis conditions and avoid peroperative complications, with a low morbidity risk to inferior alveolar nerve).

Mandibular panoramic X-ray examinations constitute valuable materials and are easy to achieve, abundant, not expensive. The numerous consultations in our department for wisdom teeth avulsions [10] provided abundant material for this study. Tsai published in 2004 [11] a radio-anatomic study of the position of mandibular foramen along mandibular growth in young adults; this study was performed on panoramic examinations. His results were in accordance to ours. In this study, the authors observed that dental

eruptions did not significantly influence the position of mandibular foramen. Kositbowornchai [4] compared two techniques of lingula landmarking on dried mandibles and their panoramic examinations. According to this study, the use of panoramic examinations was a valuable protocol; nevertheless the distance differences between the panoramic radiograph measurement and the dry mandible measurement were statistically significant. The use of ratios minimises the impact of these distortions.

### Conclusion

In vertical dimension, mandibular foramen was located around the midpoint of the inferior two-thirds and the superior third of the ramus, preferentially under this point. In horizontal dimension, mandibular foramen was located around the midpoint of the anterior two-thirds and the posterior third of the ramus, preferentially in front of this point. This study suggested that mandibular foramen was always situated in the ventral and inferior two-thirds of the ramus without difference according to the side, sex or age. In spite of the relative variability of the position of mandibular foramen, it is unlikely to be located in the posterior and the superior thirds of the ramus. This area can be considered as a “safety zone” to perform vertical ramus osteotomies of the mandible with statistically low risk of inferior alveolar nerve injury. Further clinical trials are scheduled to validate this “thirds rule”. Of course, preoperative analysis of the patient’s own panoramic radiograph is mandatory; nevertheless our landmarks may help the oral and maxillofacial surgeon to design the osteotomy line.

### References

1. Dal Pont G (1959) Retro-molar osteotomy for correction of prognathism. *Minerva Chir* 14:1138–1141
2. Hayward J, Richardson ER, Malhotra SK (1977) The mandibular foramen: its anteroposterior position. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 44:837–843

3. Jerolimov V, Kobler P, Keros J et al (1998) Assessment of position of foramen mandibulae in recent adult population. *Coll Antropol* 22:169–177
4. Kositbowornchai S, Siritapetawee M, Damrongrungruang W et al (2007) Shape of the lingula and its localization by panoramic radiograph versus dry mandibular measurement. *Surg Radiol Anat* 29:689–694
5. Nicholson ML (1985) A study of the position of the mandibular foramen in the adult human mandible. *Anat Rec* 212:110–112
6. Osaka N (1989) Studies on the position of the mandibular foramen. *Shoni Shikagaku Zasshi* 27:9–20
7. Robinson M (1957) Micrognathism corrected by vertical osteotomy of ascending ramus and iliac bone graft: a new technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 10:1125–1130
8. Trauner R, Obwegeser H (1957) The surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty. I. Surgical procedures to correct mandibular prognathism and reshaping of the chin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 10:677–689
9. Trost O, Abu El-Naaj I, Trouilloud P et al (2008) High cervical transmasseteric anteroparotid approach for open reduction and internal fixation of condylar fracture. *J Oral Maxillofac Surg* 66:201–204
10. Trost O, Kadlub N, Robe N et al (2008) Third molar surgery under general anaesthesia: a review of 180 patients. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 109:91–95
11. Tsai HH (2004) Panoramic radiographic findings of the mandibular foramen from deciduous to early permanent dentition. *J Clin Pediatr Dent* 28:215–219
12. Walker DG (1964) A calendar of facial growth. *Br J Plast Surg* 17:424–429

Received: 24 September 2009 / Accepted: 15 March 2010 / Published online: 1 April 2010  
 © Springer-Verlag 2010

**Abstract** The current literature is lacking in anatomical landmarks for identifying the buccal branch of the trigeminal nerve on the face. The current study was performed to elucidate this anatomy. Forty cadaveric skulls underwent dissection to measure the distances from landmarks of the superficial face to the buccal nerve in this region. On average, the buccal nerve was found to be 3 cm lateral to the angle of the mouth and at this same level, the nerve was located a mean of 3 mm medial to the medial aspect of the masseter muscle. The buccal nerve was found to be an average 7 mm from the point of entrance of the parotid duct into the buccinator muscle and had an average distance of 3.5 mm from the facial artery. We believe that additional landmarks for identifying the buccal nerve on the face may be of use to the surgeon and dentist.

**Keywords** Landmarks · Anatomy · Face · Trigeminal nerve · V3

## Introduction

The sensory distribution and surgical significance of the buccal nerve, a branch of the mental aspect of the mandibular division (V3) of the trigeminal nerve, have been poorly and infrequently described in the literature in regard to surgical landmarks. While there have been several studies on damage to other terminal branches of the trigeminal nerve, there have been comparatively few studies regarding ways to avoid damage to the buccal nerve. The infraorbital, lingual, and inferior alveolar nerves have long been considered to be the most frequently damaged branches of the trigeminal nerve following facial trauma, orthognathic surgery, and removal of the mandibular third molars [3, 4, 8, 9]. However, damage to the buccal nerve has likely been underreported due to the comparatively minor associated sensory loss.

At its origin from V3, the buccal nerve usually travels between the two heads of the lateral pterygoid muscle, below the inferior portion of the temporalis muscle, and deep to the mandible and masseter muscle [1, 7]. Its course is directed between the coronoid process and tuberosity of the maxilla [5, 6]. It then emerges out from under the mandibular ramus and masseter muscle anteriorly and anastomoses with buccal branches of the facial nerve [10]. The nerve is responsible for sensory innervation to the lower buccal gingiva, the lower buccal sulcus, and the cheek mucosa, and may also provide some minor sensory innervation to the cutaneous surface of the cheek [4, 5]. It normally pierces the posterior half of the buccinator muscle to innervate extensively on the buccal surface of the cheek [1, 6].

The aim of our study was to better our understanding of the anatomy of the buccal nerve by dissecting and studying the relationship of the buccal nerve to several prominent

R. S. Tubbs (✉) · E. C. Johnson  
 Department of Pediatric Neurosurgery, Children's Hospital,  
 1600 7th Avenue South ATC 400, Birmingham, AL 35233, USA  
 e-mail: rtubbs@uab.edu

M. Loukas  
 Department of Anatomical Sciences, School of Medicine,  
 St. George's University, Grenada, West Indies

M. M. Shaha · A. A. Cohen-Dodg  
 Indianapolis Neurosurgical Group, Department of Neurosurgery,  
 Clinch Neuroscience Institute, Indiana University, Indianapolis,  
 IN, USA

Does well informed consent suffice to make such an operation 'ethical'?

At this point we do not have evidence for our vascular hypothesis. Of course we will not change a classical surgical approach after a single description. But the publication of this case can open a discussion and a forum in our community.

After this case the author has decided to make a complete dissection of the posterior auricular artery during each procedure in order to preserve this potentially unique blood supply for the facial nerve.

### Acknowledgement

To Pierre Lasjaunias for his valuable contribution to the analysis of this case.

### References

1. Stenstrom SJ. A "natural" technique for correction of congenitally prominent ears. *Plast Reconstr Surg* 1969;42:189–201.
2. Furnas D. Correction of prominent ears by conchomastoid sutures. *Plast Reconstr Surg* 1968;42:189.
3. Lapresle J, Lasjaunias P, Thevenier D. Transitory paralysis of cranial nerves IX, X and XII as well as the left VII after angiography. Contribution to the ischemic pathology of the cranial nerves. *Rev Neurol (Paris)* 1980;136:787–91.
4. Beauchamp TL, Childress JR. *Principles of Biomedical Ethics*. New York: Oxford University Press; 1989.

Alain M. Danino

Service de chirurgie plastique CHU de Montréal, université de Montréal, 1560 RTE-138, Montréal, Québec, Canada  
E-mail address: daninoalain@yahoo.fr

© 2008 British Association of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgeons. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.

doi:10.1016/j.bjps.2007.12.048

## Re: 'Definitive facial nerve sequela after bat ear surgery by posterior approach'

Sir,

We have read with great interest the article by Danino<sup>1</sup> and entitled 'Definitive facial nerve sequela after bat ear surgery by posterior approach'. We are really grateful to the author for his educational case report. We agree that this exceptional complication is probably from vascular origin and remember this subject was already debated at the 50<sup>th</sup> Congress of Plastic Surgery (SoFCPRE) in 2005 in Paris, France. Anyway we would like to discuss the contribution of posterior auricular artery (PAA) to facial nerve blood supply in prestylian space and at stylomastoid

foramen according to an anatomical study performed at the Department of Anatomy of Dijon, France.<sup>2</sup>

PAA originates from posterior wall of external carotid artery in prestylian space, i.e. in parotid gland. After a short course in front of posterior belly of digastric muscle, not far from facial nerve trunk, it emerges from prestylian space, runs past mastoid process, then behind the auricle, more or less in the retroauricular sulcus. This artery supplies retroauricular skin, auricle, and auricular muscles, these elements constitute the angiosome of PAA according to Mac Kinnon.<sup>3</sup>

Moreover PAA supplies blood to facial nerve in 70% of cases at its emergence of the skull base according to Moreau,<sup>4</sup> in 67% in our study. Three different configurations were highlighted in our study:

1. Type 1: one branch originates from PAA in prestylian space (53%)
2. Type 2: two branches from PAA to facial nerve in prestylian space (10%)
3. Type 3: one deep branch in prestylian space and one superficial supply originating from retroauricular segment of PAA (4%).

What is more, these nutrient vessels were not always symmetrical.

So it has been made evident that PAA contributes in a large way to facial nerve blood supply at stylomastoid foramen and in prestylian space. What is more, vessels originating from superficial segment of PAA can reach facial nerve after a recurrent course. At last other arteries as occipital, superficial temporal or transverse facial take part in facial nerve blood supply by feeding a rich capillary network around the nerve.<sup>5</sup>

Thus our study contributes to the analysis of the case reported by Danino. Actually cauterization of PAA in its low retroauricular segment might cause ischemic facial palsy in case of dominant retroauricular supply.

In conclusion, we full agree with the author that preservation of PAA and its branches as much as possible, especially in low retroauricular area, is a valuable precaution, not only in high vascular risks patients, but in all the cases. Once again we would like to thank the author for his interesting communication.

### References

1. Danino AM. Definitive facial nerve sequela after bat ear surgery by posterior approach. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2008;62:122.
2. Trost O, Kadlub N, Cheynel N, et al. Contribution of posterior auricular artery in the vascularization of the facial nerve in prestylian space: anatomical study and surgical applications. *Morphologie*, in press.
3. Mc Kinnon BJ, Wall MP, Karakla DW. The vascular anatomy and angiosome of the posterior auricular artery. A cadaver study. *Arch Facial Plast Surg* 1999;1:101–4.
4. Moreau S, Bourdon N, Salame E, et al. Facial nerve: vascular-related anatomy at stylomastoid foramen. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2000;109:849–52.
5. Liao JM, Wang XH, Li ZH. Applied anatomic study on blood supply for extracranial segment of facial nerve. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi* 2004;18:131–4.

Olivier Trost  
*Department of Maxillofacial Surgery,  
 Teaching Hospital of Dijon,  
 University of Burgundy,  
 3 rue du Faubourg Raines,  
 F-21033 Dijon,  
 France*  
*Laboratory of Anatomy,  
 School of Medicine of Dijon,  
 University of Burgundy,  
 7 boulevard Jeanne d'Arc,  
 F-21000 Dijon,  
 France*  
 E-mail address: otrost@caramail.com

Pierre Trouilloud  
*Laboratory of Anatomy,  
 School of Medicine of Dijon,  
 University of Burgundy,  
 7 boulevard Jeanne d'Arc,  
 F-21000 Dijon,  
 France*

Gabriel Malka  
*Department of Maxillofacial Surgery,  
 Teaching Hospital of Dijon,  
 University of Burgundy,  
 3 rue du Faubourg Raines,  
 F-21033 Dijon,  
 France*

© 2008 British Association of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgeons. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.

doi:10.1016/j.bjps.2008.07.013

## Skin surgery to the ear risks increased bleeding complications – a prospective study

There are limited data to identify sites of skin that may be at higher risk of bleeding complications. It has been reported that surgery to the outer ear shares the same bleeding risk as other parts of the body.<sup>1</sup> Elsewhere, ear, nose and throat (ENT) surgery has been identified as at higher risk of unexpected readmission, with bleeding complications cited as one reason.<sup>2</sup>

Through a prospective study we identified the incidence of postoperative bleeding following skin surgery for all body sites to identify locations that may be at increased risk.

### Method

This study involved patients managed from 1 July 2002 to 28 February 2006 at the skin cancer referral centre, 'Skin-canceronly', Geelong, Australia. Patients' aspirin was continued and warfarin was not altered either before or following skin cancer surgery unless INR was over 3.0. In the event that postoperative haemorrhage occurred, pressure, dressings and wound exploration were implemented as

appropriate. The trial was approved by the Barwon Health Research and Ethics committee.

Surgical procedures included: modified<sup>3</sup> margin control surgery; direct excision and closure of lesions; curettage; skin flaps; full-thickness and partial-thickness skin grafts; and wedge excision surgery.

Patients were excluded if they ceased their warfarin or aspirin prior to attendance or recorded a preoperative international normalized ratio (INR) level over 3.0.

Bipolar diathermy and ligatures were available for all cases. All full-thickness wounds were closed with nylon or polyamide interrupted skin sutures. Absorbable deep sutures were used in closure only if sheath, cartilage, muscle or other layers were breached or if dermis and epidermal closures would benefit from separate closure. Patients were followed up at least until removal of sutures. Expanded details of the methodology have been previously published.<sup>4</sup>

### Statistical analysis

Demographic details were presented as percentage or mean  $\pm$  standard deviation (SD) as appropriate. Analysis was univariate (Chi-square method) and multivariate; tests using binary logistic regression (forward and backward) and odds ratio beta-coefficients with 95% confidence intervals are shown. The SPSS 14.0.2 statistical software was used for all statistical analysis. A *P* value of less than 0.05 was considered statistically significant.

## Results

### Participants

A total of 5950 skin lesions from 2394 patients were treated by excision or curettage. There were 28 exclusions. The average age of patients was  $63.9 \pm 17$  years (median = 67 years) with 55.3% of patients male.

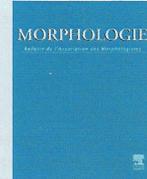
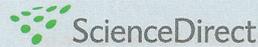
Lesions managed included 3175 malignant lesions; 1436 squamous cell carcinomas (SCCs) (24.1%), 1381 basal cell carcinomas (BCCs) (23.2%), 166 melanoma (2.8%), 24 lentigo maligna and 168 other cutaneous malignancies (2.8%).

### Postoperative bleeding

40 bleeds were recorded (0.67%). There were 14 haematomas and 26 haemorrhages recorded.

There was one large bleed which occurred three weeks post surgery. The patient on warfarin had a therapeutic INR at the time of surgery but it rose to 7.4 in the weeks following surgery. He was the only person hospitalized due to post operative bleeding. Management involved ceasing warfarin and wound compression.

Three patients (two on warfarin) required wound exploration to control bleeding. One patient required vessel ligation and the other two patients had bleeding controlled with bipolar diathermy, Kaltostat<sup>®</sup> and compression dressings. Two patients (neither on warfarin) with haematoma had their collection evacuated. All other



ARTICLE ORIGINAL

## Contribution de l'artère auriculaire postérieure à la vascularisation du nerf facial dans l'espace préstylien : étude anatomique et conséquences chirurgicales

## Contribution of posterior auricular artery in the vascularization of the facial nerve in prestylian space: Anatomical study and surgical applications

O. Trost<sup>a,\*,b</sup>, N. Kadlub<sup>b</sup>, N. Cheynel<sup>a</sup>, M. Benkhadra<sup>a</sup>,  
G. Malka<sup>b</sup>, P. Trouilloud<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Laboratoire d'anatomie, faculté de médecine, université de Bourgogne, 7, boulevard Jeanne-d'Arc, 21000 Dijon, France

<sup>b</sup> Service de chirurgie maxillo-faciale et stomatologie, hôpital Général, CHU de Dijon, 3, rue du Faubourg-Raines, 21033 Dijon, France

Disponible sur Internet le 8 octobre 2008

### MOTS CLÉS

Nerf facial ;  
Artère auriculaire  
postérieure ;  
Vascularisation

### Résumé

**Introduction.** – Le but de cette étude était de proposer une systématisation des branches collatérales de l'artère auriculaire postérieure destinées au nerf facial dans son trajet préstylien.  
**Matériels et méthodes.** – Trente artères auriculaires postérieures ont été disséquées sur 15 sujets frais décongelés après avoir été injectés sélectivement avec une solution de bleu de méthylène. Nous avons observé la coloration des *vasa nervorum* du nerf facial. Le nombre et la topographie des branches à destination nerveuse ont été mis en évidence.  
**Résultats.** – L'artère auriculaire postérieure participait à la vascularisation du nerf facial dans 67% des cas. Dans 53% des cas, elle donnait une branche stylomastoïdienne unique dans l'espace préstylien. Dans 10% des cas, deux artères étaient présentes dans l'espace préstylien. Dans un cas (4%), l'artère auriculaire postérieure donnait deux branches au nerf facial, une profonde dans l'espace préstylien, l'autre superficielle naissant de la portion rétroauriculaire de l'artère.  
**Conclusion.** – L'artère auriculaire postérieure contribue le plus souvent à la vascularisation du nerf facial dans la région préstylienne. Les collatérales nerveuses sont presque toujours profondes, mais peuvent plus rarement naître de la portion superficielle de cette artère.

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [otrost@caramail.com](mailto:otrost@caramail.com) (O. Trost).

**KEYWORDS**

Facial nerve;  
Posterior auricular  
artery;  
Vascularization

Son sacrifice lors d'interventions chirurgicales comme la correction d'oreilles décollées peut entraîner une paralysie faciale périphérique complète ischémique.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

**Summary**

*Introduction.* – The aim of our study was to establish a systematization of collateral branches originating from posterior auricular artery to facial nerve in prestylian space.

*Materials and methods.* – Thirty posterior auricular arteries were studied on 15 fresh cadavers after selective patent blue injection. We observed subsequent colouration of facial nerve. Number and topography of collateral branches were highlighted.

*Results.* – Posterior auricular artery supplied facial nerve in 67%. Collateral branches dedicated to facial nerve could be classified into three types: type 1 corresponded to one artery in prestylian space, type 2 to several branches in prestylian space; finally type 3 featured several branches originating from posterior auricular artery in prestylian space on the one hand, in superficial retroauricular area on the other hand.

*Conclusion.* – Posterior auricular artery is the main blood supply to facial nerve in prestylian space. In most of the cases, branches to facial nerve originate deeply in parotid space. Nevertheless nervous branches may originate from superficial retroauricular segment of posterior auricular artery. Their damage during surgical procedures as bat ear surgery can cause definitive facial nerve palsy.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

**Introduction**

Lorsqu'il émerge de la base du crâne dans l'espace rétrostylien puis très rapidement dans l'espace préstylien, le nerf facial contracte des rapports étroits avec une artère « stylomastoïdienne » qui contribue à sa vascularisation. Cette artère s'engage dans le canal du nerf facial et assure également la vascularisation du troisième segment intra-osseux de ce nerf. Les descriptions traditionnelles font état d'une artère unique, le plus fréquemment branche collatérale de l'artère auriculaire postérieure [1–6]. Néanmoins, les origines de cette artère sont variables; ainsi, selon Rouvière [7], l'artère stylomastoïdienne naît-elle soit de l'artère auriculaire postérieure, soit de l'artère occipitale. Des études, plus récentes, ont établi que l'artère stylomastoïdienne naît le plus souvent de l'auriculaire postérieure, parfois de l'occipitale ou rarement de l'artère carotide externe elle-même [2,3]. En outre, la vascularisation de la partie extracrânienne du nerf facial est également assurée par des branches des artères faciale, transverse de la face et temporale superficielle, alimentant un réseau capillaire périneural richement anastomotique [2].

La littérature décrit donc des apports vasculaires profonds, intraparotidiens, au tronc du nerf facial intra-osseux ou extracrânien. Or, les chirurgiens plasticiens décrivent très exceptionnellement une paralysie faciale périphérique complète compliquant la correction chirurgicale des oreilles décollées, dont le temps d'enfouissement de la conque peut nécessiter le sacrifice de l'artère auriculaire postérieure [8]. L'étiologie vasculaire a été évoquée bien que le site opératoire soit éloigné du nerf facial et de ses vaisseaux. Une vascularisation d'origine rétroauriculaire émanant de l'artère auriculaire postérieure a, par ailleurs, été suggérée.

Le but de notre étude était de mettre en évidence et de systématiser les branches issues de l'artère auriculaire postérieure à destinée du nerf facial dans

la région parotidienne et en arrière du pavillon de l'oreille.

**Matériels et méthodes**

Une étude cadavérique a été réalisée sur 15 pièces fraîches décongelées. Nous avons exclu tous les sujets aux antécédents de chirurgie de la région carotidienne, parotidienne ou auriculaire. Les dissections ont été menées des deux côtés, en démarrant à droite. Elles commençaient par un abord de l'artère carotide externe à la bifurcation carotidienne puis sa dissection dans la gouttière rétromandibulaire pour mettre en évidence l'origine de l'artère auriculaire postérieure que nous injections sélectivement avec une solution de bleu de méthylène.

L'observation de la coloration bleue de la peau rétroauriculaire permettait d'apprécier le territoire cutané de l'artère auriculaire postérieure (Fig. 1). Celle-ci était alors disséquée dans la loge parotidienne, puis en avant du processus mastoïde et dans le sillon rétroauriculaire en prenant soin de conserver toutes ses collatérales. Enfin, le dernier temps de dissection était le repérage du nerf facial dans l'espace préstylien: le ventre postérieur du muscle digastrique était repéré dans la région cervicale, suivi jusqu'à son origine dans la fossette digastrique de l'os temporal. Le nerf facial était alors immédiatement repéré au-dessus du muscle, qui constitue un hamac accompagnant le nerf facial dans la loge parotidienne (Fig. 2).

La coloration bleue des *vasa nervorum* du nerf facial était recherchée et interprétée comme considérée comme le signe de sa vascularisation par l'artère auriculaire postérieure. Nous avons relevé toutes les branches à destinée du nerf facial issues de l'artère auriculaire postérieure, leur existence, nombre, mensurations, topographie. Une systématisation de la contribution de l'artère auriculaire postérieure à la vascularisation du nerf facial a été proposée.



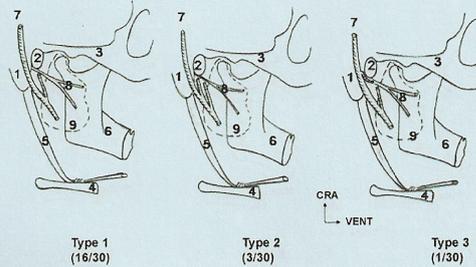
**Figure 1** Coloration bleue des téguments rétro-auriculaires après injection de l'artère auriculaire postérieure avec une solution de bleu de méthylène.  
*Blue colouration of retroauricular skin following PAA patent blue injection.*

**Résultats**

L'étude a porté sur 30 artères auriculaires postérieures, 15 droites et 15 gauches, observées sur 15 sujets d'âge moyen 82 ans. Il s'agissait de neuf sujets masculins et six féminins. Aucune agénésie de cette artère n'a été notée. L'injection de bleu de méthylène colorait dans tous les cas la peau de la région rétro-auriculaire ainsi que de la face postérieure du pavillon de l'oreille. La taille moyenne de la plage de



**Figure 2** Repérage du nerf facial dans la région parotidienne (vue latérale gauche). NF: nerf facial; SH: muscle stylohyoïdien; DG: muscle digastrique (ventre postérieur); SCM: muscle sternocléidomastoïdien (récliné en arrière); P: corps parotide après résection de la partie superficielle de la glande; M: région goniale de la mandibule.  
*Facial nerve approach in parotid space (left lateral view). NF: facial nerve; SH: stylo-hyoid muscle; DG: digastric muscle, SCM: sternocleidomastoid muscle (retracted posteriorly); P: parotid gland after superficial parotidectomy; M: mandible (gonion).*



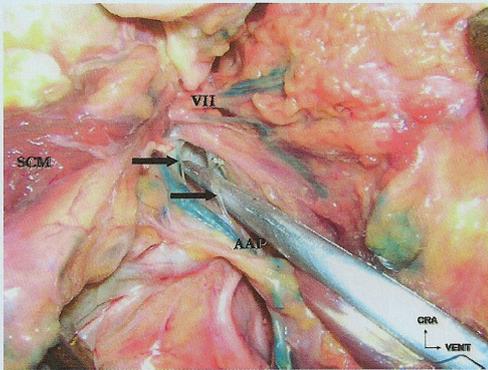
**Figure 3** Systématisation des branches collatérales émises par l'artère auriculaire postérieure pour le nerf facial. Dans le type 1, le plus fréquent (53%), il n'existe qu'une branche dans l'espace préstylien. Dans le type 2, il existe une vascularisation multiple dans l'espace préstylien (10%). Dans le type 3, la vascularisation procède de branches d'origine préstylienne et rétroauriculaire (4%). L'artère auriculaire postérieure ne vascularisait pas le nerf facial dans 33% des cas. 1: processus mastoïde; 2: conduit auditif externe; 3: arcade zygomatique; 4: os hyoïde; 5: muscle digastrique (ventre postérieur); 6: mandibule (sectionnée); 7: artère auriculaire postérieure; 8: nerf facial; 9: projection du corps parotide.  
*Systematization of PAA branches to facial nerve. Three configurations were found: type 1: one branch originates from PAA in prestylian space (53%); type 2: two branches from PAA to facial nerve in prestylian space (10%); type 3: one deep branch in prestylian space and one superficial supply originating from retroauricular segment of PAA (4%). PAA did not supply facial nerve in 33%. 1: mastoid process; 2: external acoustic meatus; 3: zygomatic arch; 4: hyoid bone; 5: digastric muscle (posterior belly); 6: mandible (cut); 7: posterior auricular artery; 8: facial nerve; 9: parotid gland area.*

peau colorée était de 10 x 6 centimètres, soit une surface moyenne estimée à 60 cm<sup>2</sup>.

La participation des artères auriculaires postérieures à la vascularisation des nerfs faciaux n'était pas nécessairement symétrique. Ainsi, dans neuf cas, les deux nerfs faciaux étaient colorés en bleu après l'injection de bleu de méthylène; dans deux autres cas, seul un des deux nerfs était coloré. Dans quatre cas enfin, aucune coloration n'était retrouvée des deux côtés. En somme, l'artère auriculaire postérieure contribuait à la vascularisation du nerf facial dans 20 cas sur 30, soit 67% des cas.

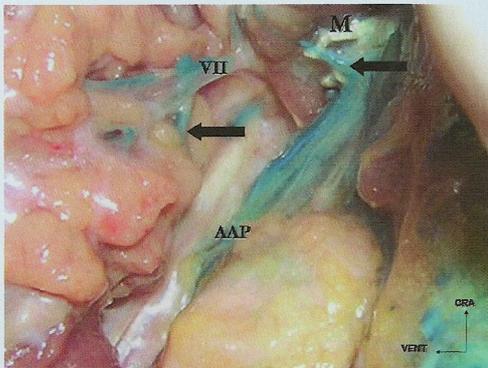
Les dissections des artères auriculaires postérieures ont mis en évidence des branches collatérales destinées au nerf facial qui pouvaient être classées selon trois types (Fig. 3):

- le type 1: présence d'une branche unique issue de l'auriculaire postérieure et rejoignant le tronc du nerf facial dans l'espace préstylien (16 cas sur 30, soit 53% des cas);
- le type 2 (Fig. 4): présence de deux branches collatérales issues de l'auriculaire postérieure dans l'espace préstylien et rejoignant le tronc du nerf facial (trois cas sur 30, soit 10% des cas);
- le type 3 (Fig. 5): présence de deux branches collatérales de l'auriculaire postérieure à destination faciale, l'une principale dans l'espace préstylien, l'autre plus grêle dans le



**Figure 4** Illustration d'un type 2 : présence de deux branches issues du trajet préstylien de l'artère auriculaire postérieure (flèches). On notera que le tronc du nerf facial n'est pas injecté, mais, en revanche, que ses deux branches terminales cervico-faciale et temporofaciale sont bleues. Cette configuration représentait 10% de nos dissections. SCM: muscle sternocléidomastoïdien; VII: nerf facial; AAP: artère auriculaire postérieure.

*Type 2 configuration: two branches emerge from PAA to facial nerve in prestylian space. The trunk of facial nerve is not coloured, in the contrary of its terminal branches. SCM: sternocleidomastoid muscle; VII: facial nerve; AAP: posterior auricular artery.*



**Figure 5** Type 3 rencontré dans une seule de nos dissections (4%), où il existe une artère issue de la partie mastoïdienne de l'auriculaire postérieure pour le nerf facial (flèche). VII: nerf facial; M: processus mastoïde et muscle sternocléidomastoïdien (sectionné); AAP: artère auriculaire postérieure.

*Type 3 configuration (4%): one deep branch in prestylian space and one superficial supply originating from retroauricular segment of PAA (arrow). VII: facial nerve; M: mastoid process and sternocleidomastoid muscle (cut); AAP: posterior auricular artery.*

trajet rétroauriculaire bas avec un parcours récurrent vers la base du crâne (un cas sur 30, soit 4% des cas).

L'artère auriculaire postérieure ne participait pas à la vascularisation du nerf facial dans 33% des cas.

## Discussion

L'artère auriculaire postérieure contribue à la vascularisation du nerf facial à sa sortie du crâne, mais également dans la partie distale de son trajet intra-osseux chez environ deux tiers des sujets.

Elle est une branche collatérale de l'artère carotide externe dans la région parotidienne. Elle naît au-dessus de l'artère occipitale, dont elle est distante de deux à 20 millimètres. Cette proximité explique pourquoi l'artère occipitale est l'autre source vasculaire du nerf facial dans l'espace préstylien [2,3]. L'anatomie descriptive et le territoire de l'artère auriculaire postérieure ont été récemment approfondis avec le développement de lambeaux rétroauriculaires par les chirurgiens plasticiens [9,10]. Son territoire comprend le pavillon de l'oreille, la peau sub et rétroauriculaire, les muscles auriculaires postérieur et supérieur : il s'agit de l'angiosome de l'artère auriculaire postérieure établi par Mc Kinnon et al. en 1999 [9]. Mais, par ses branches collatérales, elle alimente en plus un réseau capillaire dense constitué autour du nerf facial, dans son ambiance conjonctive, au sein du corps parotidien [11]. Le nerf facial devrait donc être inclus à l'angiosome de l'artère auriculaire postérieure. Cette donnée est également retrouvée chez l'animal. Ainsi, Nakamichi décrit-il des branches issues de l'auriculaire postérieure pour le nerf facial chez le chat et le chien [12].

La nomenclature anatomique désigne par artère stylo-mastoïdienne le vaisseau qui accompagne le tronc du nerf facial. Cette artère est bien connue des chirurgiens maxillo-faciaux et ORL car c'est ce vaisseau que l'on croise dans la glande parotidienne lorsque l'on approche du tronc du nerf facial ; c'est donc la « sentinelle » du nerf facial. Le plus souvent, cette artère est une branche collatérale de l'artère auriculaire postérieure (70%) dans la région parotidienne, dans ou en dehors du corps parotidien [3]. Cette description classique est retrouvée dans la majorité de nos dissections et correspond donc au cas le plus fréquent.

Notre étude a mis en évidence quelques particularités à propos de l'artère auriculaire postérieure. En premier lieu, la vascularisation du nerf facial extracrânien dans l'espace préstylien émanant de ce vaisseau n'est pas toujours unique, mais peut au contraire procéder de plusieurs artères. Ce cas représentait 10% de nos dissections. Par ailleurs, l'origine des vaisseaux du nerf facial dans la partie profonde de la région préstylienne peut ne pas être exclusivement préstylienne, mais aussi plus superficielle, pré-mastoïdienne ou rétroauriculaire, comme retrouvé dans un cas sur 30 artères disséquées. Enfin, la distribution des branches de l'auriculaire postérieure n'est pas nécessairement symétrique.

Les résultats de notre étude apportent un élément de réponse à une complication très exceptionnelle unilatérale de la chirurgie des oreilles décollées récemment rapportée dans la littérature [8]. Cette intervention à visée esthétique

tique peut comporter un abord postérieur pour enfouir la conque; la dissection de la région rétroauriculaire, de même que la résection d'un muscle auriculaire postérieur volumineux peut nécessiter la coagulation de l'artère auriculaire postérieure. En cas d'artère auriculaire postérieure dominante, avec une distribution de type 3 aux dépens majoritairement d'une branche haute, ce sacrifice peut entraîner une ischémie du nerf facial, avec paralysie faciale périphérique complète, ce qui correspond au cas rapporté dans la littérature. Nous recommandons par conséquent une dissection prudente de l'artère auriculaire postérieure dans les otoplasties par voie postérieure, avec une attention spéciale pour des branches collatérales basses qui peuvent exceptionnellement être destinées au nerf facial.

### Conclusions

L'artère auriculaire postérieure participe à la vascularisation du nerf facial à son émergence du foramen stylomastoïdien dans 67% des cas. Le plus souvent, elle donne une artère stylomastoïdienne dans l'espace préstylien (53%), parfois deux branches dans la même région (10%). Exceptionnellement, elle peut suppléer le nerf facial par une branche née de son trajet superficiel en arrière du pavillon de l'oreille (un cas sur 30 dissections). Lorsque ce mode de vascularisation est dominant, le sacrifice de l'artère auriculaire postérieure peut entraîner une paralysie faciale ischémique, complication dramatique en particulier en chirurgie esthétique. Le respect de cette artère et de ses collatérales basses, en regard du processus mastoïde, est souhaitable, en particulier dans la chirurgie des oreilles décollées.

### Références

- [1] Clocquet JG. Manuel d'anatomie descriptive du corps humain, tome III. Paris: Éditions Louis Pariente; 1998. p. 347–355.
- [2] Liao JM, Wang XH, Li ZH. Applied anatomic study on blood supply for extracranial segment of facial nerve. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi* 2004;18: 131–4.
- [3] Moreau S, Salame E, Delmas P. Arterial anatomy of the facial nerve at the stylo – mastoid foramen. *Morphologie* 2001;85:19–22.
- [4] Olivier G. Figures commentées à l'usage des étudiants de 2<sup>e</sup> année de médecine et des écoles dentaires, fascicule 1 : tête et cou. Paris: G. Douin et C<sup>ie</sup> Éditeurs; 1969. p. 86–9.
- [5] Testut L. Traité d'anatomie humaine, tome III. Paris: Octave Douin, Éditeur; 1897. p. 602–13.
- [6] Tillaux P. Traité d'anatomie topographique avec applications à la chirurgie. Paris: Asselin et Houzeau Éditeurs; 1884. p. 266–81.
- [7] Rouvière H. Anatomie humaine descriptive et topographique, tome I. Paris: Masson et C<sup>ie</sup> Éditeurs; 1967. p. 199–206.
- [8] Danino AM. Definitive facial nerve sequela after bat ear surgery by posterior approach. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2008, in press.
- [9] Mc Kinnon BJ, Wall MP, Karakla DW. The vascular anatomy and angiosome of the posterior auricular artery. A cadaver study. *Arch Facial Plast Surg* 1999;1:101–4.
- [10] Washio H. Retroauricular temporal flap. *Plast Reconstr Surg* 1969;43:162–6.
- [11] Salame K, Ouaknine GE, Arensburg B, Rochkind S. Microsurgical anatomy of the facial nerve trunk. *Clin Anat* 2002;15: 93–9.
- [12] Nakamichi S. The posterior auricular artery of the dog. *Shika Kiso Igakkai Zasshi* 1989;31:125–36.

## RÉSUMÉ

Les nerfs des régions profondes de la tête intéressent de nombreuses disciplines scientifiques et médicales. Que ce soit en chirurgie maxillo-faciale et ORL, en neurologie pour l'exploration électrophysiologique des branches sensitives du nerf mandibulaire (dont l'intérêt médico-légal est réel, en particulier en stomatologie pour des interventions aussi banales que l'extraction des dents de sagesse), ou encore en imagerie, une parfaite connaissance de ces structures est indispensable aux développements qui feront l'avenir de nos disciplines cliniques. Les nerfs des régions profondes de la tête ne sont pas visibles en imagerie de routine, et leur abord chirurgical, pas toujours aisé. Le but de ce travail était de mettre au point un protocole original de visualisation de ces nerfs en imagerie afin de produire des coupes sériées de références dont la littérature fait défaut. Ce travail s'inscrit dans la perspective de l'utilisation de la tractographie dans l'imagerie des nerfs périphériques.

## MOTS-CLÉS

Anatomie – Nerf – Tête – Chirurgie – Imagerie – Neurologie – Droit – Pédagogie.