

Le canal incisif mandibulaire : risque anatomique ? Étude tomodensitométrique et applications cliniques.

IMPLANTOLOGIE

Mots clés :

Canal incisif mandibulaire
Boucle mentonnière
Région interforaminale
Images radiographiques
par tomodensitométrie

Keywords:

Mandibular incisive canal
Anterior loop of mental foramen
Interforaminal region
Tomodensitometric radiographic
images

The mandibular incisive canal: an anatomical risk? Tomodensitometric study and clinical applications.

ALEXIS THOMAS*, RUFINO FELIZARDO**, PIERRE CARPENTIER***

*Docteur en Chirurgie Dentaire. Pratique privée.

**Maître de conférence - Praticien Hospitalier, Université Paris Diderot - Paris 7.

***Professeur des Universités - Praticien Hospitalier, Université Paris Diderot - Paris 7.

RÉSUMÉ

La région mandibulaire interforaminale est l'objet de nombreuses interventions chirurgicales parmi lesquelles la pose d'implants, les prélèvements osseux, les génioplasties ainsi que l'exérèse de tumeurs osseuses. La nécessité de préserver une distance de sécurité par rapport au foramen mentonnier et à la présence d'une éventuelle boucle antérieure a été maintes fois rapportée dans la littérature. La persistance de troubles sensitifs faisant suite aux chirurgies conduites en cette zone évoque l'implication probable du canal incisif et de son paquet vasculo-nerveux. Cette étude tomodensitométrique a eu pour objectif de documenter de manière précise sa position tridimensionnelle, son diamètre et sa visibilité. Le canal incisif est identifiable dans 98,5 % des cas à son origine, dans 74 % des cas au niveau canin, et dans 28 % des cas au niveau de l'incisive latérale. Si de grandes variations inter-individuelles ont pu être constatées, aucune différence significative n'a pu être mise en évidence par rapport au sexe, à l'âge ou à l'édentement concernant sa visibilité, son diamètre ou sa localisation dans le plan horizontal. La littérature rapporte des troubles transitoires ou permanents à la suite de la pose d'implants dans la zone mandibulaire interforaminale ou lors de prélèvements osseux symphysaires. Ainsi, dans sa partie initiale, le canal incisif doit être appréhendé comme le canal mandibulaire et la région mentonnière interforaminale, considérée comme une zone de prélèvement osseux, où le risque de lésion nerveuse est conséquent.

ABSTRACT

The interforaminal mandibular region is the concern of numerous surgical interventions namely during the placement of dental implants, during bone grafting, genioplasties as well as the removal of bone tumors. The obligation to keep a line of security from the mental foramen and the presence of its eventual anterior loop was reported many times in the literature. The persistence of post-operative sensitivity on this zone probably evokes the involvement of the incisive canal and its neurovascular bundle. This tomodensitometric study aims to document its precise tridimensional position, its diameter and visibility. In 98.5% of the cases, the incisive canal is visible in its original position. In 74% of the cases it is found at the level of the canine and in 28% at the level of the lateral incisor. If substantial inter-individual variations have been observed, there was no significant difference in sex, age or in the absence of teeth concerning its visibility, diameter or location in the horizontal plane. The literature reports transient or permanent disorders following the placement of implants in the interforaminal zone or during symphyseal bone grafts. Thus, in its initial part the incisive canal must be apprehended like the mandibular canal and that the interforaminal chin region, which is considered as a bone grafting zone, is where nervous lesions are consequential.

Le nerf incisif constitue la branche terminale intraosseuse du nerf alvéolaire inférieur qui innerve les dents, l'os et le desmodonte de la région mandibulaire antérieure.

La première étude mettant en évidence la branche incisive du canal mandibulaire a été publiée en 1928 par Olivier. Il y réfutait le fait de considérer le canal incisif comme un canal clairement délimité par des parois osseuses, autrement dit totalement corticalisé pour reprendre un terme courant malheureusement impropre. En effet, il n'existe pas de véritable corticale bordant le canal incisif tout comme le canal mandibulaire, et seule l'orientation spécifique de l'os trabéculaire au contact du tronc nerveux souligne radiologiquement la présence de ce dernier. Depuis, nombreux ont été les anatomistes à décrire l'existence d'un canal unique se dirigeant vers la symphyse mentonnière retrouvé dès le plus jeune âge (Rosenberg et coll., 1975 ; Mardinger et coll., 2000 ; Ushida et coll., 2007).

Cependant, son implication dans les domaines chirurgicaux et anesthésiques reste relativement récentes. En effet, si l'importance de respecter le canal mandibulaire et d'évaluer la présence d'une boucle mentonnière est communément admise (Mardinger et coll., 2000 ; Neiva et coll., 2004 ; Hwang et coll., 2005), la région interforaminaire apparaît souvent comme une zone dépourvue de risque.

Les troubles de la sensibilité parfois rapportés à la suite de chirurgies implantaires (Ellies 1992 ; Wismeijer et coll., 1997 ; Bartling et coll., 1999 ; Walton 2000) ou de prélèvements osseux semblent prouver le contraire (Joshi 2004 ; Nkenke et coll., 2001 ; Von Ax et coll., 2005 ; Silva et coll., 2006). En effet, le diamètre moyen du canal incisif à son origine varie selon les études sur pièces anatomiques entre 1,3 mm (Bavitz et coll., 1993) et 3,1 mm (Ushida et coll., 2007) et reste donc proche du diamètre moyen du canal mandibulaire en cette zone.

Dès lors, un intérêt croissant s'est manifesté ces dernières années afin d'affiner sa localisation. Les études réalisées sur pièces anatomiques décrivent un trajet proche de la corticale vestibulaire dans les premiers millimètres qui s'oriente obliquement en bas et en dedans avant de remonter dans la région incisive. Cette caractéristique est moins évidente sur les mandibules édentées, du fait de l'importance des remaniements osseux (Gowiel 1992 ; Calgaro 1999 ; De Andrade et coll., 2001 ; Mraiwa et coll., 2003). La plupart des anatomistes estiment que le franchissement de la symphyse mentonnière par le nerf incisif n'est pas effectué par un canal clairement délimité. Toutefois, des branches du nerf incisif peuvent croiser la ligne médiane comme l'ont montré Wadu et coll. (1997). Cinq cas de franchissement bilatéral du nerf

The incisive nerve constitutes the intrabony terminal branch of the inferior alveolar nerve innervating the teeth, bone and the periodontium of the anterior mandibular region.

The first study highlights the incisive branch of the mandibular canal was published in 1928 by Olivier. He invalidated the idea of considering the incisive canal as a canal distinctly demarcated by bony walls. In other words, completely corticalized. In fact, unlike the mandibular canal, a real cortical bone does not surround the incisive canal. It is only the specific orientation of the trabecular bone in contact with the nervous trunk radiographically underlines the presence of the latter. Since then numerous anatomists have described the existence of a single canal moving towards the chin symphysis found in early age (Rosenberg et al., 1975; Mardinger et al., 2000; Ushida et al., 2007).

However, its implication in the surgical and anesthetic fields remains very recent. Indeed, if the importance of respecting the mandibular canal and evaluating the presence of an anterior loop of the mental foramen is generally admitted (Mardinger et al., 2000; Neiva et al., 2004; Hwang et al., 2005), the interforaminal region often appears as a zone without risk.

The sensibility disorders sometimes experienced following implant surgery (Ellies 1992; Wismeijer et al., 1997; Bartling et al., 1999; Walton 2000) or bone grafts seems to prove the contrary (Joshi 2004; Nkenke et al., 2001; Von Ax et al., 2005; Silva et al., 2006). In fact, according to studies on anatomical specimens, the actual average diameter of the incisive canal varies between 1.3 mm (Bavitz et al., 1993) to 3.1 mm (Ushida et al., 2007) and remains close to the average diameter of the mandibular canal in this zone.

Accordingly, growing interest has been shown in these last years thus allowing its localization. The studies done on anatomical specimens describe a course near the vestibular cortical bone in the first millimeters, which obliquely orients downward and inside before going up the incisor region. This characteristic is less evident in edentulous mandibles because of the importance of bone remodeling (Gowiel 1992; Calgaro 1999; De Andrade et al., 2001; Mraiwa et al., 2003). Most anatomists estimate that a clearly delimited canal does not carry out the crossing of the mental symphysis by the incisive nerve. However, the branches of the incisive nerve can cross the median line as shown by Wadu et al. (1997). Five cases of bilateral crossing of the incisive nerve and four unilateral crossing in the direction of the contralateral median

incisif et quatre franchissements unilatéraux en direction de l'incisive médiale controlatérale sur un échantillon de neuf mandibules ont été rapportés. Ce type de franchissement pourrait alors expliquer les difficultés anesthésiques parfois rencontrées, si une double innervation des incisives est présente.

D'un point de vue clinique, il est reconnu que les moyens radiographiques panoramiques engendrent des distorsions et la possibilité accrue de mauvaises interprétations. (Jacobs et coll., 2004). De même, la radiographie rétro-alvéolaire n'apparaît pas comme un moyen d'étude à privilégier pour la région interforaminale et le canal incisif. Par rapport aux risques nerveux, plusieurs auteurs (Bavitz et coll., 1993 ; Mraiwa et coll., 2003) ont associé, par analogie, la présence d'une boucle mentonnière et d'un canal incisif conséquent. Dès lors, l'intérêt de l'examen tomodensitométrique déjà initié par Calgaro, en 1999, puis Jacobs, en 2002, apparaît comme le moyen de choix pour identifier clairement le canal incisif. Ce type d'examen étant progressivement supplanté par les acquisitions tomographiques volumiques à faisceau conique (dites cone beam ou CBCT). L'étude rétrospective réalisée a donc comme objectifs de localiser le canal incisif dans le sens vestibulo-lingual et vertical et d'évaluer l'évolution de son diamètre moyen au cours de son trajet intraosseux.

Matériels

Cent dossiers d'examens tomodensitométriques mandibulaires issus de la base de données du service d'imagerie de l'Hôtel-Dieu de Paris ont été retenus dans le cadre de notre étude. Ils ont été réalisés à l'aide d'un scanner de type Philips Brilliance 16, tension 120 KV, intensité 135 à 200 mAs, par coupes chevauchées de 0,8 mm d'épaisseur, espacées tous les 0,4 mm. Le logiciel d'acquisition volumique utilisé est installé sur une console : Philips Brilliance 17A Ecran plat tft 17 1280 x 1024 mm – 76 Hz. Les données natives sont sauvegardées au format DICOM pour être secondairement traitées à l'aide d'un logiciel d'imagerie 2D « mutiplanaire ». L'ensemble des examens a été réalisé en positionnant le rebord basilaire de la mandibule parallèle au plan d'acquisition du scanner. Notre échantillon comprend 60 femmes et 40 hommes, soit au total 200 hémimandibules. Tous les dossiers retenus concernent des patients de plus de 18 ans, indemnes de toute pathologie. Ils respectent tous les critères de bonne réalisation d'un examen tomodensitométrique de la mandibule et ne présentent aucun artefact susceptible de nuire à la visibilité du canal incisif. L'échantillon dont l'âge moyen est de 48 ans (18 à 82 ans) a été divisé en trois tranches d'âge, de 18 à 40 ans (62 hémimandibules), de 40 à 60 ans (82 hémimandibules), de 60 à 82 ans (56 hémimandibules).

incisor on a sample of mandibular nerves were reported. This type of crossing can then explain the difficulties sometimes encountered during anesthesia. If a double innervation of the incisors are present.

In a clinical point of view, it is known that panoramic x-rays generated distortions and the increased possibility of faulty interpretations (Jacobs et al., 2004). In the same way the periapical x-ray does not seem to be a means of study to privilege the interforaminal area and the incisive canal. Regarding the nervous risks, several authors (Bavitz et al., 1993; Mraiwa et al., 2003) have associated, by analogy, the presence of an anterior loop of mental foramen and an important incisive canal. Consequently, the interest of a tomographic examination previously initiated by Calgaro (1999) then by Jacobs (2002) appears to be the choice in clearly identifying the incisive canal. This type of examination is being gradually supplanted by voluminal tomographic acquisitions with conical beam (known as cone beam or CBCT). The aim of this retrospective study is to localize the incisive canal in the vestibulolingual and vertical direction and to evaluate its mean diameter during its intrabony course.

Materials

One hundred cases of mandibular tomographic examinations from the database of the Hôtel-Dieu de Paris Radiology Department were chosen for this study. They were done using a Philips Brilliance 16 scanner (tension 120 KV, intensity 135 to 200 mAs, overlapping slices of 0.8 mm in thickness spaced out every 0.4 mm). The voluminal software of acquisition used is installed on a console: Philips Brilliance 17A flat screen tft 17 1280 x 1024 mm – 76 Hz. Native data are saved in DICOM format to be then treated with a 2D multiplanar imagery software. All the examinations were done by positioning the basilar edge of the mandible parallel to the plan of acquisition of the scanner. Our samples comprise of 60 women and 40 men thus a total of 200 hemi-mandibles. All the cases chosen were patients over 18 years and without any pathology. They respected all the criteria of a good tomographic examination of the mandible and do not present any artifact susceptible of disturbing the visibility of the incisive canal. The sample with the average age of 48 years (18 to 82 years) was divided into three age groups, from 18 to 40 years (62 hemi-mandibles), from 40 to 60 years (82 hemi-mandibles) and for more than 60 years (56 hemi-mandibles). These 200 hemi-mandibles were equally

mandibules), de plus de 60 ans (56 hémimandibules). Ces 200 hémimandibules ont également été divisées en 3 catégories en fonction du type de denture : 161 dentées, 16 partiellement dentées, 23 édentées.

Méthode

Le recueil des données s'est effectué à l'aide du logiciel Osirix® : logiciel d'imagerie médicale libre capable de traiter le format DICOM. L'opérateur a pris soin de se placer dans l'obscurité pendant dix minutes afin d'accroître son acuité visuelle. L'examen des coupes axiales permet de définir le point le plus antérieur de la berge mésiale du foramen mentonnier. Ce référentiel est à l'origine de toutes les mesures effectuées par la suite. À partir d'une coupe axiale comportant le référentiel foraminaire, un plan curviligne suivant la corticale vestibulaire est défini.

Des reconstructions coronales obliques interceptant toute la largeur vestibulo-linguale de la mandibule ont été programmées tous les 2 mm, en avant du référentiel mentonnier (**fig.1**).

divided into three categories depending on the type of dentition: 161 dentulous, 16 partially dentulous, 23 edentulous.

Method

Data gathering was performed using the Osirix® software: free medical imagery software capable of recognizing the DICOM format. The operator carefully moved about in the dark during 10 minutes in order to increase his vision. The examination of the axial slices allowed identifying the most anterior point of the mesial border of the mental foramen. This reference point was the basis of all the following measurements. From the axial slice comprising the foraminaire reference, curvilinear plan following the vestibular cortical bone is defined.

The coronal oblique reconstructions intercepting vestibulo-lingually the entire width of the mandible was programmed every 2 mm in front of the mental reference (**fig. 1**).

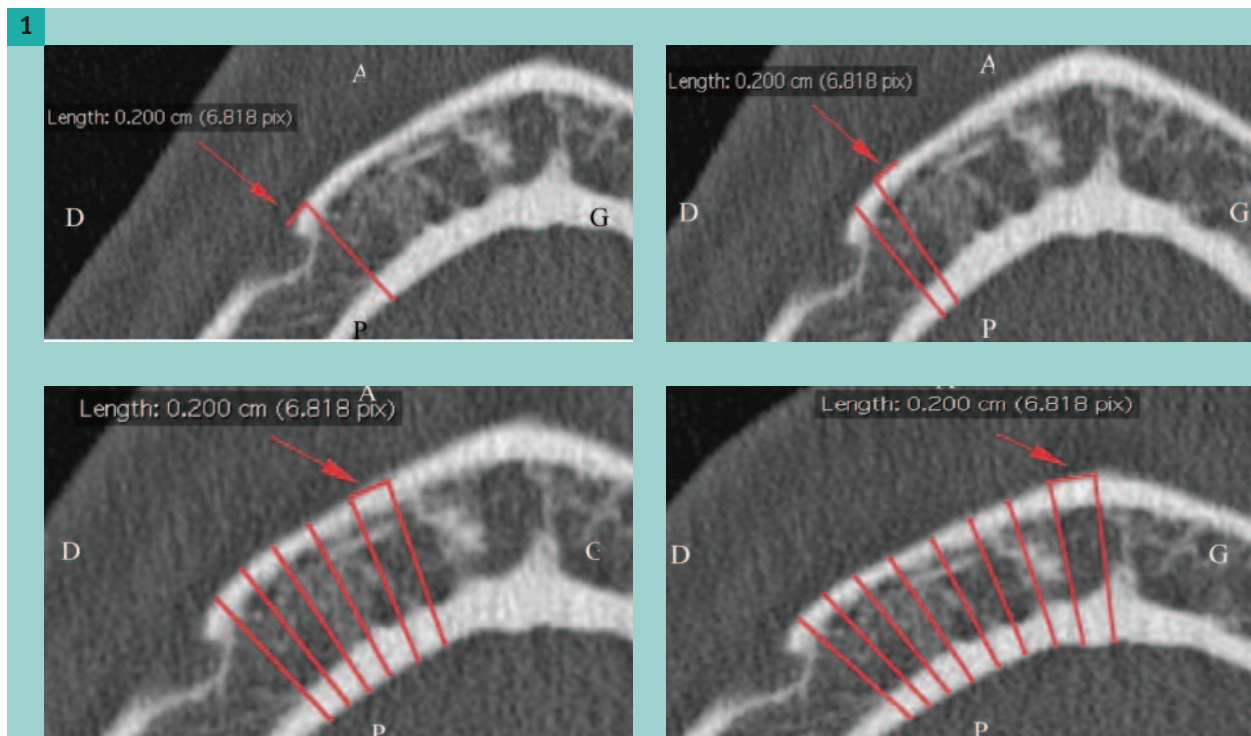


Fig. 1 : coupes d'acquisition mandibulaires avec l'ensemble des coupes perpendiculaires obliques effectuées tous les 2mm à partir du foramen mentonnier. (D : droite ; G : gauche ; A : antérieur ; P : postérieur).
View of mandible acquisition with all the oblique perpendicular slices done every 2 mm from the mental foramen. (D: right, G: left, A: anterior, P: posterior).

Pour localiser précisément la position du canal incisif dans les 3 plans de l'espace, nous avons eu recours aux mesures suivantes : la distance table osseuse alvéolaire - canal incisif (ca), la distance bord basilaire - canal incisif (cb), la distance table osseuse vestibulaire - canal incisif (cv), la distance table osseuse linguale - canal incisif (cl), la lumière canalaire dans le sens vertical (di2) et dans le sens transversal (di1) (fig.2).

To precisely localize the tridimensional position of the incisive canal, we used the following measurements: the distance of the alveolar bony table - incisive canal (ca); the distance of the basal border - incisive canal (cb); the distance of the vestibular bony table - incisive canal (cv); the distance of the lingual bony table - incisive canal (cl); the canal light in the vertical direction (di2); and in the transversal direction (di1) (fig. 2).

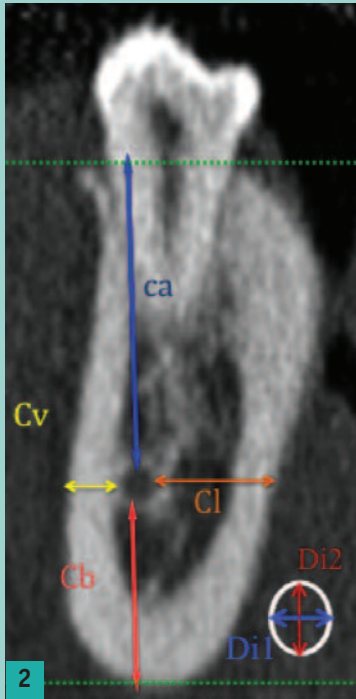


Fig. 2 : reconstruction perpendiculaire oblique avec affichage des mesures Ca, C b, Cl, Cv. (V : vestibulaire ; L : lingual ; Cr : crânial ; Cau : caudal). Oblique perpendicular reconstruction with measurement display Ca. C b. Cl. Cv. (V: Buccal; L: lingual; Cr: cranial; Cau: caudal).

Lorsqu'une boucle antérieure était présente, celle-ci a été mesurée de la partie la plus antérieure du foramen mentonnier à l'origine du canal incisif. Afin de mieux apprécier le diamètre et la position du canal incisif par rapport aux repères dentaires plus aisés à visualiser, la distance moyenne séparant les dents antérieures du référentiel mentonnier a été mesurée (tableau I).

Whenever an anterior loop was present, this was measured from the most anterior part of the mental foramen to the origin of the incisive canal. Finally, to better appreciate the diameter and position of the incisive canal based on more visible dental reference points, the mean distance separating the anterior teeth of the mental reference was measured (table I).

TABLEAU I - TABLE I

POSITION RELATIVE DES DENTS ET DU MILIEU SYMPHYSAIRE PAR RAPPORT AUX POINTS DE RÉFÉRENCE DROIT ET GAUCHE

(origine des mesures en millimètres).

RELATIVE POSITION OF THE TEETH AND SYMPHYSEAL CENTER IN RELATION TO THE RIGHT AND LEFT REFERENCE POINTS

(measurement origin in millimeters).

POSITION DENT - FORAMEN MENTONNIER TOOTH POSITION - MENTAL FORAMEN	PREMIÈRE PRÉMOULAIRE FIRST PREMOLAR	CANINE CANINE	INCISIVE LATÉRALE LATERAL INCISOR	MILIEU SYMPHYSE - FORAMEN MENTONNIER MEDIAN SYMPHYSIS - MENTAL FORAMEN
MOYENNE - AVERAGE	3,9	11,4	19,2	26,6
ÉCART TYPE - STANDARD DEVIATION	1,8	2,1	1,9	2,0
MAX - MAX	10,0	19,0	22,5	32,5
MIN - MIN	1,0	5,5	13,5	20,5

Résultats

Dans l'échantillon analysé, le foramen mentonnier est situé à l'aplomb du septum séparant les prémolaires dans 48,5 % des cas et est rencontré secondairement à l'aplomb de la deuxième prémolaire dans 41,3 % des cas (**tableau II**). Une boucle mentonnière a été identifiée dans 19,5 % des cas avec une longueur moyenne de 2 mm (0,5 mm - 4,6 mm) (**tableau III**).

TABLEAU II - TABLE II

POSITION RELATIVE DU FORAMEN MENTONNIER PAR RAPPORT AUX DENTS.

(M1 : première molaire, PM1 : première prémolaire, PM2 : deuxième prémolaire, C : canine).

RELATIVE POSITION OF THE MENTAL FORAMEN IN RELATION WITH THE TEETH.

(M1: first molar, PM1: first premolar, PM2: second premolar, C: canine).

POSITION DU FORAMEN MENTONNIER POSITION OF THE MENTAL FORAMEN	M1-PM2	PM2	PM2-PM1	PM1	C
% DE FORAMEN MENTONNIERS RETROUVÉS % OF LOCATED MENTAL FORAMEN	5,1%	41,3%	48,5%	5,1%	0,0%

TABLEAU III - TABLE III

NOMBRE ET LONGUEUR DES BOUCLES MENTONNIÈRES OBSERVÉES (en millimètres).

NUMBER AND LENGTH OF THE ANTERIOR LOOP OF MENTAL FORAMEN OBSERVED (in millimeters).

CATÉGORIE CATEGORY	NOMBRE D'HÉMI MANDIBULES NUMBER OF HEMI-MANDIBLES	NOMBRE DE BOUCLES NUMBER OF LOOPS	LENGTH OF THE LOOP IN MM - LONGUEUR DE LA BOUCLE EN MM		
			0-2	>2-4	>4
ENSEMBLE DE L'ÉCHANTILLON TOTALITY OF THE SAMPLES	200	39	23	14	2

Le canal incisif a été mis en évidence dans 98,5 % des cas à son origine, sa visibilité décroît de manière progressive pour être identifiable dans 74 % des cas à 12 mm (niveau canin) et dans 28 % des cas à 20 mm (niveau de l'incisive latérale). Aucun passage de la ligne médiane n'a été clairement défini. Son diamètre moyen est de 1,3 mm dans le sens vestibulo-lingual et de 1,6 mm dans le sens vertical à son origine, avec respectivement des valeurs maximales de 3,4 mm et de 3,8 mm, il reste supérieur au millimètre jusqu'à la canine (**tableau IV**).

Il est situé à la jonction du tiers vestibulaire et du tiers moyen dans les 6 premiers millimètres, puis occupe une position plus centrale par la suite (**tableau V**).

Dans le sens vertical, il chemine à la jonction du tiers inférieur et du tiers moyen (entre 16,1 et 18,7 mm en moyenne de la crête alvéolaire) décrivant une courbure à concavité inférieure, puis supérieure dans la région des incisives (**tableau VI**).

Results

In the samples analyzed, the mental foramen is situated vertically from the septum separating the premolars in 48.5% of the cases and is again encountered vertically from the second premolar in 41.3% of the cases (**table II**). A mental loop was identified in 19.5% of the cases with a mean length of 2 mm (0.5 mm - 4.6 mm) (**table III**).

In 98.5% of the cases, the incisive canal was observed in its original position then its visibility to be identified progressively decrease in 74% of the cases at 12 mm (canine level) and in 28% of the cases in 20 mm (level of the lateral incisor). The course of the median line was not clearly defined. Its average diameter is 1.3 mm vestibulo-lingually and 1.6 mm in the vertical direction from its original position with maximum values of 3.4 mm and 3.6 mm; respectively. It remains superior in millimeter up to the canine (**table IV**).

It is situated at the junction of the vestibular 1/3 and median 1/3 in the first 6 millimeters and then occupies a more central position thereafter (**table V**).

In the vertical direction, it courses at the junction of the inferior 1/3 and median 1/3 (between 16.1 and 18.7 mm on the average from the alveolar crest) describing a curve on the inferior concavity, then superior in the incisive regions (**table VI**).

TABLEAU IV - TABLE IV

DIAMÈTRE DU CANAL INCISIF EN FONCTION DE LA DISTANCE AU FORAMEN MENTONNIER.

(di 1 : diamètre vestibulo-lingual du canal incisif ; di 2 : diamètre vertical du canal incisif). Distance exprimée en millimètres.

DIAMETER OF THE INCISIVE CANAL ACCORDING TO THE DISTANCE OF THE MENTAL FORAMEN.

(di 1: vestibulolingual diameter of the incisive canal; di 2: vertical diameter of the incisive canal). Distance experimented in millimeters.

DISTANCE AU FORAMEN MENTONNIER DISTANCE OF THE MENTAL FORAMEN	di1 : MOYENNE (ÉCART TYPE) di1: MEDIAN (STANDARD DEVIATION)	di1 : MAX - MIN di1: MAX - MIN	di2 : MOYENNE (ÉCART TYPE) di2: MEDIAN (STANDARD DEVIATION)	di2 : MAX - MIN di2: MAX - MIN
2 mm	1,3 (0,4)	3,4 - 0,6	1,6 (0,6)	3,8 - 0,6
4 mm	1,2 (0,4)	2,7 - 0,5	1,4 (0,4)	3,0 - 0,5
6 mm	1,1 (0,3)	2,4 - 0,4	1,2 (0,3)	3,2 - 0,6
10 mm	1,0 (0,3)	1,8 - 0,4	1,1 (0,3)	2,1 - 0,5
14 mm	0,9 (0,2)	1,5 - 0,4	1,0 (0,3)	2,2 - 0,4
18 mm	0,9 (0,2)	1,7 - 0,5	1,0 (0,3)	1,6 - 0,5
22 mm	0,8 (0,2)	1,2 - 0,6	0,9 (1,3)	1,5 - 0,4

TABLEAU V - TABLE V

VALEURS EXPRIMANT LA LOCALISATION VESTIBULO-LINGUALE DU CANAL INCISIF EN FONCTION DE LA DISTANCE AU FORAMEN MENTONNIER.

(Cv : distance corticale vestibulaire – canal incisif. Cl : distance corticale linguale – canal incisif. Distance exprimée en millimètres).

DIAMETER OF THE INCISIVE CANAL ACCORDING TO THE DISTANCE OF THE MENTAL FORAMEN.

(di 1: vestibulolingual diameter of the incisive canal; di 2: vertical diameter of the incisive canal) Distance experimented in millimeters.

DISTANCE AU FORAMEN MENTONNIER DISTANCE OF THE MENTAL FORAMEN	Cv : MOYENNE (ÉCART TYPE) Cv: MEDIAN (STANDARD DEVIATION)	Cv : MAX - MIN Cv: MAX - MIN	Cl : MOYENNE (ÉCART TYPE) Cl: MEDIAN (STANDARD DEVIATION)	Cl : MAX - MIN Cl: MAX - MIN	RAPPORT : Cv/LARGEUR MANDIBULE EN % REPORT: Cv/WIDTH OF THE MANDIBLE IN %
2 mm	2,6 (1,0)	5,9 - 0,6	5,7 (1,6)	10,5 - 1,3	27,1 %
4 mm	3,2 (1,2)	7,1 - 0,9	5,5 (1,5)	10,6 - 1,8	32,6 %
6 mm	3,7 (1,4)	10,7 - 1,1	5,1 (1,5)	9,9 - 1,4	37,3 %
10 mm	4,3 (1,4)	11,4 - 1,4	4,9 (1,3)	8,7 - 1,9	42,2 %
14 mm	4,6 (1,4)	7,8 - 1,3	4,9 (1,3)	8,6 - 1,9	44,4 %
18 mm	4,7 (1,4)	9,3 - 1,7	5,3 (1,4)	9,3 - 2,2	43,3 %
22 mm	4,5 (1,3)	7,1 - 2,2	6,1 (1,3)	7,9 - 3,6	39,2 %

TABLEAU VI - TABLE VI

VALEURS EXPRIMANT LA LOCALISATION VERTICALE DU CANAL INCISIF (EN FONCTION DE LA DISTANCE AU FORAMEN MENTONNIER).

(ca : distance crête alvéolaire – canal incisif ; cb : distance corticale basale – canal incisif. Distance exprimée en millimètres).

VALUES EXPRESSING THE VERTICAL LOCALIZATION OF THE INCISIVE CANAL (ACCORDING TO THE DISTANCE FROM THE MENTAL FORAMEN).

(ca: alveolar crest distance – incisive canal; cb: corticobasal distance – incisive canal Distance experimented in millimeters).

DISTANCE AU FORAMEN MENTONNIER DISTANCE FROM THE MENTAL FORAMEN	Ca : MOYENNE (ÉCART TYPE) Ca: MEDIAN (STANDARD DEVIATION)	Ca : MAX - MIN Ca: MAX - MIN	Cb : MOYENNE (ÉCART TYPE) Cb: MEDIAN (STANDARD DEVIATION)	Cb : MAX - MIN Cb: MAX - MIN	RAPPORT : Cb/HAUTEUR MANDIBULE EN % REPORT: Cb/MANDIBULAR HEIGHT IN %
2 mm	16,1 (3,7)	26,9 - 3,4	10,2 (1,6)	14,8 - 6,3	36,6 %
4 mm	17,1 (3,7)	26,8 - 4,5	9,8 (1,8)	15,2 - 5,6	34,5 %
6 mm	17,9 (3,8)	26,7 - 3,0	9,3 (1,8)	13,6 - 4,6	32,6 %
10 mm	18,7 (4,0)	30,5 - 8,7	8,6 (1,9)	13,8 - 4,5	30,4 %
14 mm	18,7 (4,0)	28,0 - 7,6	8,4 (2,2)	15,1 - 4,8	30,0 %
18 mm	18,2 (4,2)	28,4 - 8,2	8,9 (2,2)	14,6 - 4,8	31,9 %
22 mm	17,0 (4,8)	25,4 - 8,7	10,1 (3,7)	15,8 - 4,2	36 %

Cette donnée étant bien sûr à nuancer en fonction de l'édentement et de l'âge pour les patients de plus de 60 ans. Un canal incisif a ainsi pu être localisé à 3,7 mm de la crête alvéolaire. Si de grandes variations inter-individuelles ont pu être constatées dans les mensurations du canal incisif (**fig. 3**), aucune différence significative n'a pu être mise en évidence par rapport au sexe, à l'âge ou à l'édentement concernant sa visibilité, son diamètre ou sa localisation dans le plan horizontal.

This data is considered moderate according to absence of teeth and age of patients more than 60 years. An incisive canal was also localized at 3.7 mm from the alveolar crest. If major inter-individual variations were noted in the measurements of the incisive canal (**fig. 3**) without a significant difference can be pointed out according to sex, age or absence of teeth regarding to its visibility, diameter or localization in the horizontal plane.

3

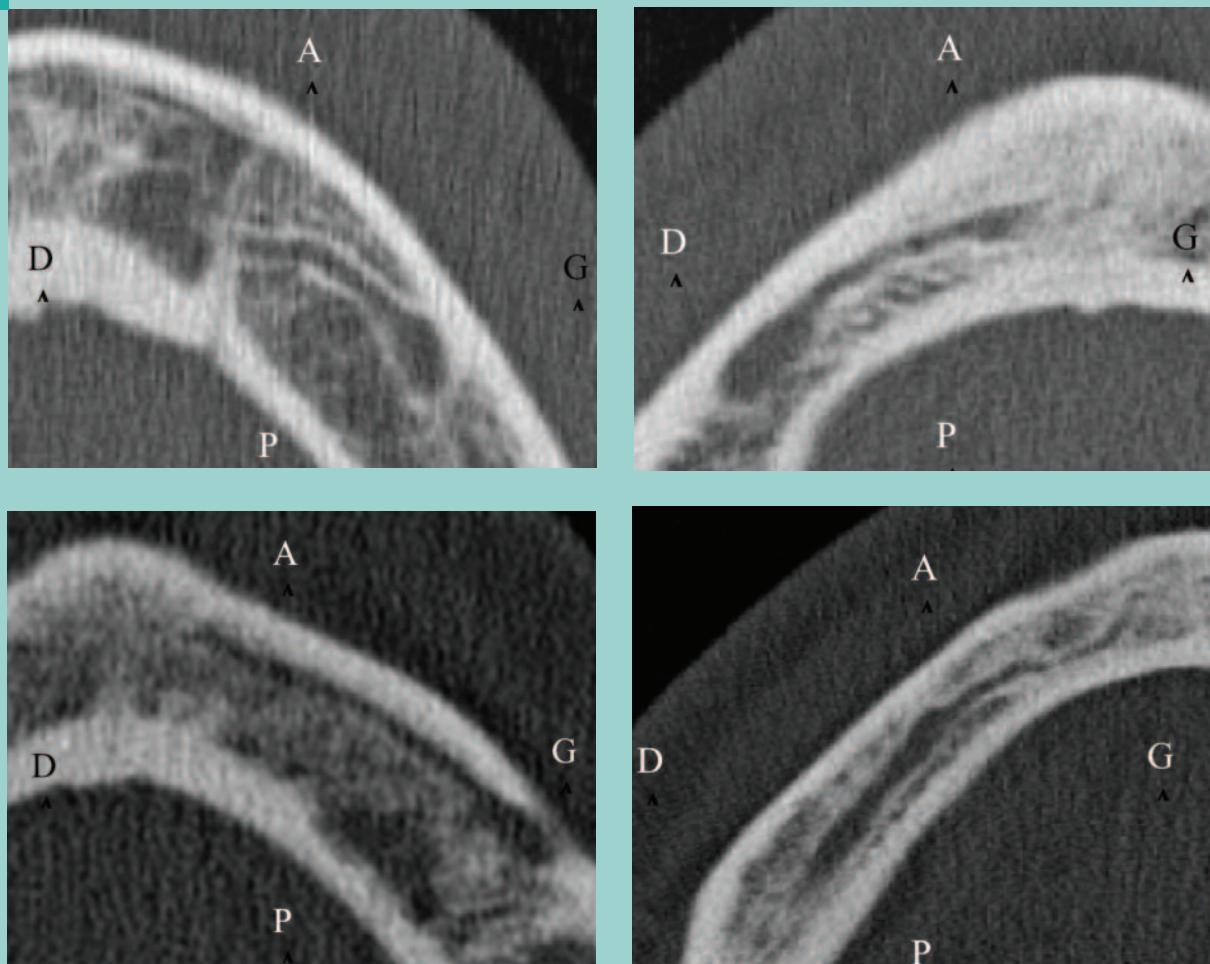


Fig. 3 : coupes d'acquisition illustrant les différentes localisations possibles du canal incisif dans le sens vestibulo-lingual (*A : antérieur ; P : postérieur ; D : droite ; G : gauche*).
View of slice acquisition showing the different possible localizations of the incisive canal in the vestibulolingual direction (*A: anterior; P: posterior; D: right; G: left*).

Discussion

Zone à risque majoré

La visibilité du canal incisif rencontrée dans notre étude est en accord avec les 93 % de visibilité rencontrés par Jacobs et coll. (2002) et Ushida et coll. (2009). Notre taux de visibilité se rapproche de ceux observés sur pièces anatomiques ou sur os secs (92 % pour Obradovic et coll., 1993 ; 96 % pour Mraiwa et coll., 2003).

C'est dans ces 6 premiers millimètres que le canal incisif présente le plus d'analogie avec le canal mandibulaire vu l'importance de son diamètre. Dans cette zone, la probabilité de rencontrer une boucle mentonnière reste non négligeable puisqu'un cas sur cinq présente cette configuration dans notre échantillon. Les risques de lésion per-opératoire semblent donc majorés en site de première prémolaire. Plus avant, au niveau de la canine, le canal incisif présente encore un diamètre supérieur à un millimètre. Exceptionnellement certains canaux peuvent atteindre les 3 mm de diamètre (max : 3,6 mm) et des cas dépassant les 5 mm (max : 6,6 mm) sont rapportés par Ushida et coll. (2007). Tout risque ne peut donc être exclu et certaines variations anatomiques individuelles peuvent être retrouvées.

Lors d'une chirurgie implantaire

Romanos et coll. (2009) rapportèrent une complication peropératoire survenue lors de la préparation d'un site implantaire en place de canine mandibulaire. L'opérateur a dû reporter l'intervention, le patient ayant ressenti une vive douleur et un saignement conséquent étant apparu lors du forage à proximité d'un canal incisif de large diamètre. Kohavi et Bar-Ziv (1996) ont rapporté le cas d'un patient de 68 ans qui présentait des troubles de la sensibilité de l'hémi lèvre et des téguments du menton après la pose de deux implants. L'examen tomodensitométrique avait révélé la section d'un canal identifié comme étant le canal incisif mandibulaire au niveau de l'hémi-mandibule droite.

La littérature rapporte ainsi entre 5,2 % et 34 % de troubles de la sensibilité après la pose d'implants dans la zone antérieure mandibulaire, pouvant atteindre jusqu'à 11,8 % de troubles permanents (Ellies 1992 ; Wismeijer et coll., 1997 ; Bartling et coll., 1999 ; Walton 2000). Rappelons que dans notre étude, dans la région de la canine ou d'une première prémolaire, le canal présente des diamètres verticaux respectifs de 1,4 mm et 1,1 mm. Les patients de plus de 60 ans et particulièrement les patients édentés représentent alors une population à risque pour ce type de chirurgie puisque la distance à la crête alvéolaire se trouve réduite.

Discussion

Major area at risk

The visibility of the incisive canal encountered in our study coincides with 93% of the visibility encountered by Jacobs et al. (2002) and Ushida et al. (2009). Our rate of visibility is comparable to those observed on anatomic specimens or on dried bone (92% for Obradovic et al., 1993; 96% for Mraiwa et al., 2003).

It is in these first 6 millimeters that the incisive canal is most similar with the mandibular canal as a result of its diameter. In this zone, the probability of encountering a mental loop remains considerable because one case out of five shows this configuration in our sample. The risk of post-operative lesions then seems concentrated on the first premolar site. More anteriorly, at the level of the canine, the incisive canal again presents a diameter superior to a millimeter, unusually certain canals can reach up to 3 mm in diameter (maximum: 3.6 mm) and sometimes exceeds 5 mm (maximum: 6.6 mm) were reported by Ushida et al. (2007). No risk should be excluded and certain individual anatomic variations can be discovered.

During implant surgery

Romanos et al. (2009) reported a pre-operative complication encountered during the preparation of an implant site to replace a mandibular canine. The clinician cancelled the surgical intervention because the patient felt strong pain and important bleeding occurred during the drilling in the proximity of a large incisive canal. Kohavi and Bar-Ziv (1996) reported the case of a 68 year-old patient who manifested a sensitivity disorder of half of the lip and the skin of the chin after the placement of two implants. The tomodensitometric examination revealed the section of a canal identified as the mandibular incisive canal at the level of the right hemi-mandible.

The literature reports that between 5.2% and 34% of the sensitivity disorders after implant placement in the anterior mandibular zone, can reach up to 11.8% of permanent disorders (Ellies, 1992; Wismeijer et al., 1997; Bartling et al., 1999; Walton, 2000). Remember that in our study, in the canine or first premolar region, the canal present vertical diameters of 1.4 mm and 1.1 mm, respectively. The patients of more than 60 years, particularly edentulous, represents a population at risk for this type of surgery because the distance of the alveolar crest is reduced.

La distance moyenne à la crête alvéolaire de 12,5 mm en site de première prémolaire et de 13,4 mm en site de canine pour les patients édentés nous rappelle la longueur des implants quotidiennement employés dans ces régions. Quatre cas de canal incisif situés à moins de 7 mm de la crête alvéolaire ont pu être constatés et un examen a montré ce canal à moins de 4 mm sous la crête alvéolaire.

Cependant certains cas cliniques nous paraissent compatibles avec la pose d'un implant en site de canine ou de première prémolaire en ménageant le canal incisif même avec une distance canal incisif-crête alvéolaire réduite. En effet, certaines mandibules de notre échantillon présentaient une largeur proche de 10 mm. Or si l'on considère un implant de 4 mm de diamètre, il paraît tout à fait possible, après analyse chirurgicale et prothétique, d'implanter du côté lingual en cette zone tout en ménageant le canal incisif en vestibulaire. Cette possibilité semble plus difficile à réaliser par la suite du fait de la position généralement plus centrale du canal.

Lors d'une chirurgie de prélèvement symphysaire

La région symphysaire représente un site de prélèvement osseux privilégié car facilement accessible mais non sans risque. En effet, on rapporte entre 7,4 % et 40 % de paresthésies au niveau de l'hémi lèvre inférieure et des téguments du menton avec parfois des hypoesthésies à long terme avec jusqu'à 11,8 % de troubles à plus d'un an ou permanent (Misch et coll., 1997 ; Nkenke et coll., 2001 ; Joshi 2004 ; Von Arx et coll., 2005 ; Silva et coll., 2006). À cela s'ajoute les troubles de la sensibilité des dents antérieures 18,5 % à 21,6 % de manière transitoire avec des troubles permanents allant jusqu'à 11,4 %.

Ainsi, Joshi (2004) implique le nerf incisif comme cause principale des paresthésies. Ceci a amené Pommer et coll (2008) à préconiser une nouvelle approche chirurgicale qui recommande de se placer à 8 mm de distance des apex et de limiter l'épaisseur des fragments à seulement 4 mm. D'après leur étude (n = 50) le risque de léser le canal incisif serait alors de 16 % contre 57 % lorsque la distance de sécurité est de 5 mm par rapport aux apex et l'épaisseur du prélèvement de 5 mm.

Il semble essentiel de rappeler que l'utilisation de la piezochirurgie paraît tout à fait adéquate puisqu'elle n'a pas de véritable effet de coupe sur le tissu nerveux. À l'instar de Silva (2006) qui considère la région symphysaire comme le site donneur qui engendre le plus de complications par rapport au prélèvement rétro-molaire ou ramique, il peut être utile de mettre en balance le bénéfice/risque de cette intervention à l'époque où l'os de banque et les greffons allogéniques permettent des reconstructions crestaies par blocs à moindre risque.

The average distance of the alveolar crest of 12.5 mm in site of first premolar and of the 13.4 mm in site of the canine for these edentulous patients reminds us of the length of the implants usually placed in these regions. Four cases of an incisive canal situated less than 7 mm from the alveolar crest were noted and an examination showed this canal less than 4 mm under the alveolar crest.

However, certain clinical cases seem compatible with an implant placement in the site of the canine or first premolar by sparing the incisive canal even with a reduced incisive canal-alveolar crest distance. In fact, certain mandibles from our samples present lengths nearing 10 mm. Nevertheless, if we consider an implant of 4 mm in diameter, it seems feasible after surgical and prosthetic analyses, to place the implant lingually in this zone by sparing the incisive canal vestibularly. This possibility seems more difficult to perform as a result of the common and more central position of the canal.

During symphyseal grafting

The symphyseal region represents an exceptional bone grafting site due to its accessibility but not without risks. In fact, it was reported that between 7.4% and 40% of paresthesias of half of the lower lip and the skin of the chin with sometimes long-term hypoesthesia up to 11.8% of the disorders of more than a year or even permanent (Misch et al., 1997; Nkenke et al., 2001; Joshi, 2004; Von Arx et al., 2005; Silva et al., 2006). Added with this are 18.5% to 21.6% of temporary sensitivity disorders of the anterior teeth with permanent disorders up to 11.4%.

Therefore, Joshi (2004) indicated the incisive nerve as the principal cause of paresthesia. This brought Pommer et al. (2008) to suggest a new surgical approach that recommends placing at a distance of 8 mm from the apex and to limit the thickness of the fragments to only 4 mm. After their study (n = 50) the risk of injuring the incisive canal would only be 16% against 57% when the distance of security is 5 mm from the apices and the thickness of the sample is 5 mm.

It seems essential to remember that the use of piezosurgery seems to be recommended since it does not have a cutting effect on the nervous tissues. Following the example of Silva (2006) who considers the symphyseal region as a donor site that induces most of the complications compared to retromolar or ramus region, it can be useful to balance the benefit/risk of this intervention at the time when the bone bank and allogeneic block grafts allowing crestal reconstructions are with less risk.

Incidences anesthésiques

Notre étude n'a pas permis de mettre en évidence de manière franche le passage de la ligne médiane par le canal incisif comme Wadu et coll. (1997) l'ont décrit et aucune interconnexion entre canaux incisifs droit et gauche nous est apparue comme Vandevallée et coll. (2006) ont pu l'observer à partir de clichés rétro-alvéolaires à la suite de l'injection d'un produit de contraste.

Cependant, à trois reprises, nous avons repéré de façon sûre de fins canaux dans la section terminale du canal incisif au-delà du milieu de la symphyse malgré la mauvaise visibilité due au nombre croissant de trabéculations dans cette zone.

Ce franchissement de la ligne médiane pourrait expliquer la persistance de sensibilité des incisives médiales et latérales lors d'une anesthésie unilatérale au foramen mentonnier. Yonchack et coll. (2001) ont en effet montré que l'anesthésie de l'incisive médiale n'est obtenue que dans 39 % des cas dans le cas d'une anesthésie unilatérale au foramen mentonnier alors que ce chiffre atteint 66 % par une injection bilatérale. De plus, sur le versant lingual de la mandibule, le nerf du mylohyoïdien et du ventre antérieur du digastrique pourrait intervenir dans l'innervation sensitive des incisives mandibulaires (Robert et Harris, 1973).

Au vu de la littérature, il apparaît donc préférable de combiner les techniques d'anesthésie pour améliorer le silence opératoire (Meechan et coll., 2002 ; Clark et coll., 2002).

Incidences during anesthesia

Our study did not highlight the clear course of the median line by the incisive canal as Wadu et al. (1997) described and no interconnection between the right or left incisive canals appeared as Vandevallée et al. (2006) had observed from periapical radiographs after injection of a contrast agent.

However, in three instances, we distinctly observed fine canals in the terminal section of the incisive canal beyond the middle of the symphysis in spite of the poor visibility due to a growing number of trabeculations in this zone.

This crossing of the median line can explain the persistence of sensitivity of the central and lateral incisors during unilateral anesthesia through the mental foramen. Yonchack et al. (2001) indeed showed that anesthesia of the central incisor only obtained in 39 % of the cases of a unilateral anesthesia through the mental foramen whereas this figure reaches 66% by bilateral injection. Moreover, the lingual slope of the mandible, the mylohyoid nerve and the anterior front of the digastric muscle can intervene in the sensitive innervation of the mandibular incisors (Robert and Harris, 1973).

According to the literature, it seems preferable to combine anesthetic techniques to improve the surgical intervention (Meechan et al., 2002; Clark et al., 2002).

Conclusion

Le canal incisif et son paquet vasculo-nerveux constituent une entité majeure de la région mandibulaire interforaminale. Localiser de manière précise le canal incisif sur les examens tomodontométriques ou tomographiques volumiques prescrits pour évaluer le site implantaire ou donneur d'os semble être la manière la plus fiable d'éviter des complications per et post opératoires. De notre point de vue, une distance de sécurité de 2 mm au-dessus du canal doit être préservée jusqu'à 6 mm antérieurs au foramen mentonnier voire jusqu'au niveau canin dans certains cas. Les différences interindividuelles retrouvées imposent à tout opérateur d'étudier chaque cas avec le plus grand soin notamment chez les personnes âgées et édentées. Rappelons que le devoir de prudence et d'information du patient quant au rapport bénéfice/risque lors d'une chirurgie pratiquée à proximité du paquet vasculo-nerveux du canal incisif est essentiel. Enfin, si un patient peut s'accommoder plus ou moins facilement d'une hypoesthésie ou d'une dysesthésie de ce territoire, il n'en est pas de même d'une douleur neuropathique pour laquelle il n'existe aucun véritable traitement excepté les antiépileptiques, les antidépresseurs tricycliques, la prégabaline, etc. dont les effets secondaires sont loin d'être négligeables. Heureusement ces cas sont plus rares, mais ils sont dramatiques car non réversibles.

The incisive canal and its neurovascular bundle comprises of a major entity of the interforaminal mandibular region. To localize the incisive canal in its precise position on tomodontometric or tomographic voluminal examinations needed to evaluate the implant site or the bone donor site seems to be the most reliable manner to avoid pre- and post-operative complications. In our opinion, a safe distance of 2 mm beyond the canal must be preserved until 6 mm anterior to the mental foramen or up to the level of the canine in certain cases. The inter-individual differences observed urges all clinicians to study each case with great care namely in older and edentulous patients. Remember that good judgment and informing the patient as to the benefit/risk during surgery done in proximity to the neurovascular bundle of the incisive canal is essential. Finally, if a patient can adjust more or less easily from the hypoesthesia or dysesthesia of this site, it is not the same neuropathetic pain for which there is no real treatment expect for antiepileptics, tricycliques antidepressors, pregabaline, etc., which the side-effects are far from being neglected. Luckily these cases are rare but they are spectacular because it is irreversible.

Traduction : Marie-Grace Poblete-Michel

Demande de tirés-à-part :

Dr. Alexis Thomas - 100, rue des Martyrs - 75018 PARIS

- BARTLING R., FREEMAN K., KRAUT R.A.
The incidence of altered sensation of the mental nerve after mandibular implant placement.
J Oral Maxillofac Surg 1999;**57**(12):1408-1410. Cat 1
- BAVITZ J.B., HARN S.D., HANSEN C.A., LANG M.
An anatomical study of mental neurovascular bundle-implant relationship. *Int J Oral Maxillofac Impl* 1993;**8**(5):563-567. Cat 2
- CALGARO A., BISON L., BELLIS G.B., MUCELLI R.P.
Tomografia computerizzata con dentascan del canale incisivo mandibolare. Anatomia radiologica implicazioni terapeutiche. *Radiol Med* 1999;**98**(5):337-341. Cat 2
- CLARK S., READER A., BECK M., MEYERS W.J.
Anesthetic efficacy of an infiltration in mandibular anterior teeth following an inferior alveolar nerve block.
Anesth Prog 2002;**49**:49-55. Cat 1
- DE ANDRADE E., OTOMO-CORGEL J., PUCHER J., RANGANATH K.A., ST GEORGE N.
The intraosseous course of the mandibular incisive nerve in the mandibular symphysis.
Int J Periodont Rest Dent 2001;**21**(6):591-597. Cat 2
- ELLIES L.G.
Altered sensation following mandibular implant surgery : a retrospective study. *J Prosth Dent* 1992;**68**(4):664-671. Cat 1
- GOWIEL J.M.
The position and course of the mandibular canal.
J Oral Impl 1992;**18**(4):383-385. Cat 2
- HWANG K., JOON LEE W., BONG SONG Y., HYUK CHUNG I.
Vulnerability of the inferior alveolar nerve and mental nerve during genioplasty : an anatomic study.
J Craniofac Surg 2005;**16**(1):10-14. Cat 2
- JACOBS R., MRAlWA N., VANSTEENBERG D., SANDERINK G., QUIRYNEN M.
Appearance of the mandibular incisive canal on panoramic radiographs. *Surg Radio Anat* 2004;**26**(4):329-333. Cat 2
- JACOBS R., MRAlWA N., VANSTEENBERGHE D., GIJBELS F., QUIRYNEN M.
Appearance, location, course, and morphology of the mandibular incisive canal : An assessment on spiral CT scan.
Dentomaxillo Radio 2002;**31**(5):322-327. Cat 2
- JOSHI A.
An investigation of post-operative morbidity following chin graft surgery. *Brit Dent J* 2004;**196**(4):215-218. Cat 1
- KOHAVID., BAR-ZIV J.
Atypical incisive nerve: clinical report. *Impl dentis* 1996;**5**(4):281-283. Cat 4
- MARDINGER O., GAUSHU G., ARENSBURG B., TAICHER S., KAFFE I.
Anterior loop of the mental canal : an anatomical-radiologic Study. *Impl Dentis* 2000;**9**(2):120-125. Cat 2
- MARDINGER O., GAUSHU G., TAILER S., KAFFE I.
Anatomic and radiologic course of the mandibular incisive canal. *Surg Radio Anat* 2000;**22**(3-4):157-161. Cat 2
- MEECHAN J.G., LEDVIKA JIM.
Pulpal anaesthesia for mandibular central incisor teeth : a comparison of infiltration and intraligamentary injections.
Int Endod J 2002;**35**(7):629-634. Cat 1
- MISCH G.M.
Comparison of introral donor sites for onlay grafting prior to implant placement.
Int J Oral Maxillo Impl 1997;**12**(6):767-776. Cat 1
- MRAlWA N., JACOBS R., MOERMAN P., LAMBRICHTS I., VAN STEENBERGHE D., QUIRYNEN M.
Presence and course of the incisive canal in the human mandibular interforaminal region: Two-dimensional imaging versus anatomical observations.
Surg Radio Anat 2003;**25**(5-6):416-423. Cat 2
- NKENKE E., SCHULTZE-MOSGAU S., RADESPIEL-TRÖGER M., KLOSS F., NEUKAM F.W.
Morbidity of harvesting of chin grafts : a prospective study.
Clin Oral Impl Res 2001;**12**(5):495-502. Cat 1
- OBRADOVIC O., TODOROVIC L., PESIC V., PEJKOVIC B., VINATOVIC V.
Morphometric analysis of mandibular canal: clinical aspects.
Bull Group Int Sci Stomat Odont 1993;**36**(3-4):39-43. Cat 2
- OLIVIER E.
The inferior dental canal and its nerve in the adult.
Brit Dent J 1928;**49**(7):356-358. Cat 2
- POMMER A., TEPPER G., GAHLEITNER A., ZECHNER W., WATZEK G.
New safety margins for chin bone haversing based on the course of the mandibular incisive canal in CT.
Clin Oral Impl Res 2008;**19**(12):1312-1316. Cat 2
- ROBERT G.D.D., HARRIS M.
Neuropraxia of the mylohyoid nerve and submental analgesia. *Brit J Oral Surg* 1973;**11**(2):110-113. Cat 2
- ROMANOS G.E., DENT M., GREENSTEIN G.
The incisive canal : considerations during implant placement : case report and literature review.
Int J Oral Maxillo Impl 2009;**24**:740-745. Cat 4
- ROSENBERG B.
Intraosseous distribution of mental nerve in foetus, newborn and children until 2 years.
Rev fac odont S Paulo 1975;**13**(1):99-108. Cat 2
- SILVA F.M.S., CORTEZ A.L.V., MOREIRA R.W.F., MAZZONETTO R.
Complications of intraoral donor site for bone grafting prior to implant placement. *Impl Dent* 2006;**15**(4):420-426. Cat 1
- USHIDA Y., YAMASHITA Y., GOTOAND M., HANIHARA T.
Measurement of anterior loop length for the mandibular incisive canal to avoid nerve damage when installing endosseous implants in the interforaminal region.
J Oral Maxillo Surg 2007;**65**(9):1772-1779. Cat 2
- USHIDA Y., NOGUCHI N., GOTO M., YAMASHITA Y., HANIHARA T., TAKAMORI H., SATO I., KAWAI T., YOSUE T.
Measurement of anterior loop length for the mandibular

canal and diameter of the mandibular incisive canal to avoid nerve damage when installing endosseous implants in the interforaminal region: a second attempt introducing cone beam computed tomography.

J Oral Maxillo Surg 2009;**67**:744-750. Cat 2

VANDEWALL G., JACOBS R., LAMBRICHTS I.

Macroanatomic and radiologic characteristics of the superior genial spinal foramen and its bony canal.

Int J Oral Maxillo Impl 2006;**21**(4):581-586. Cat 2

VON ARX T., HAFLIGER J., CHAPPUIS V.

Neurosensory disturbances following bone harvesting in the symphysis : a prospective clinical study.

Clin Oral Impl Res 2005;**16**(4):432-439. Cat 1

WADU S.G., PENHALL B., TOWNSEND G.C.

Morphological variability of the human inferior alveolar nerve. *Clin Anat* 1997;**10**(2):82-87. Cat 2

WALTON J.N.

Altered sensation associated with implants in the anterior mandible : a prospective study.

J Prosth Dent 2000;**83**(4):443-449. Cat 1

WISMEJER D., VAN WAAS M.A.J.,

VERMEEREN J.I.J.F., KALK W.

Patients' perception of sensory disturbances of the mental nerve before and after implant surgery : a prospective study of 110 patients.

Brit J Oral Maxillo Surg 1997;**35**(4):254-259. Cat 1

YONCHAK T., READER A., BECK M., MEYERS W.J.

Anesthetic efficacy of unilatéral and bilatéral inferior alveolar nerve blocks to determine cross innervation in anterior teeth.

Oral Surg Oral Med Oral Path 2001;**92**(2):132-135. Cat 1

YONCHAK T., READER A., BECK M., MEYERS W.J.

Anesthetic efficacy of infiltration in mandibular anterior teeth. *Anesth Prog* 2001;**48**(2):55-60. Cat 1