

Utilisation d'un angulateur pour analgésie au foramen mandibulaire. Étude préliminaire comparative avec une technique « à main levée »

Angulateur
Nerf alvéolaire inférieur
Analgésie
Foramen mandibulaire

*Guiding device
Inferior alveolar nerve block
Analgesia
Mandibular foramen*

N. CAILLIEUX, P. ROUSSET, C. VIDAUD, C. ROBERT,
C.-D. ARRETO, P. MAHLER, F. TAGER, F. TILOTTA

Comparison of a guiding device for inferior alveolar nerve block to traditional anatomical administration: a preliminary study

NICOLAS CAILLIEUX (DDS), Ex-assistant hospitalier universitaire. PASCAL ROUSSET (MD), Docteur en médecine, docteur en sciences. CÉCILE VIDAUD (DDS), Ex-assistant hospitalier universitaire. CLAUDE ROBERT (PHD), Docteur en sciences. CHARLES-DANIEL ARRETO (MCU-PH), PATRICK MAHLER (PU-PH), FERDINAND TAGER, Ex-assistant hospitalier universitaire. FRANÇOISE TILOTTA (MCU-PH).

RÉSUMÉ

Introduction. L'existence de plusieurs techniques destinées à analgésier le nerf alvéolaire inférieur dans un volume limité du défilé interptérygoïdien est significative des difficultés rencontrées par les praticiens. L'objectif de cette étude est de comparer l'utilisation d'un angulateur conçu pour la technique directe d'analgésie au foramen mandibulaire par rapport à la technique anatomique traditionnelle d'injection à main levée.

Méthode. L'analyse de 40 coupes tomodensitométriques axiales a permis de concevoir et de retenir la plus pertinente configuration de l'angulateur. Selon les variations morphologiques individuelles, le point d'injection de l'angulateur se situe au contact osseux de la face médiale de la branche mandibulaire, à une distance comprise entre 7,0 et 14,0 mm en avant du bord postérieur de la branche. Afin d'évaluer l'efficacité de l'angulateur, celui-ci a été testé sur 12 têtes humaines prélevées sur des cadavres frais.

Résultats. Les reconstructions tridimensionnelles des coupes tomodensitométriques réalisées sur ces pièces anatomiques ont confirmé que la pointe de l'aiguille se situe, pour 91,6 % des sujets, dans le quadrant postéro-supérieur de la branche mandibulaire, à une distance comprise entre 7,0 et 14,0 mm en avant de son bord postérieur. À l'inverse, lorsque l'angulateur n'est pas utilisé, ce pourcentage chute à 58,3 %. Toutefois, cette différence n'est pas statistiquement significative en raison de la faible taille de l'échantillon anatomique.

Conclusion. Cette étude montre des résultats prometteurs, mais elle doit être complétée par une étude clinique afin d'évaluer l'efficacité de l'angulateur sur une plus grande population de patients.

ABSTRACT

Introduction: The availability of several techniques for inferior alveolar nerve analgesia in a targeted area of the pterygomandibular space reflects the difficulties faced by practitioners. The objective of this study was to compare a guiding device for the inferior alveolar nerve block to traditional freehand anatomical administration.

Methods: An analysis of 40 CT scans of facial masses aided in the determination of the most appropriate configuration of the guiding device. Depending on individual morphological characteristics, the projection point of the device was situated on the medial surface of the mandibular ramus, between 7.00 mm and 14.00 mm anterior to the posterior edge of the ramus. To assess the effectiveness of the guiding device, we tested it on 12 human heads taken from fresh cadavers.

Results: Three-dimensional reconstructions of scanned sections revealed that the tip of the needle was in the upper-posterior quadrant of the mandibular ramus in 91.6% of subjects, at a distance of 7.0-14.0 mm anterior to its posterior edge. Conversely, when the mechanism was not used, this percentage fell to 58.3%. However, this difference was not statistically significant due to the small anatomical sample size.

Conclusion: This study shows promising results and should be complemented by a clinical study to evaluate the effectiveness of the device in a larger patient population.

INTRODUCTION

Le nerf alvéolaire inférieur présente la particularité d'avoir un trajet intra-osseux, protégé par une épaisse corticale, au sein du corps mandibulaire. L'analgésie régionale mandibulaire est la technique de choix pour obtenir un silence opératoire permettant la réalisation de soins dentaires et chirurgicaux dans les secteurs postérieurs mandibulaires. Elle consiste à infiltrer le nerf avant son entrée dans le canal mandibulaire.

Malgré certaines complications (Traeger, 1979 ; Pogrel et coll., 1995 ; Ngeow et Chai, 2009 ; Chevalier et coll., 2010) et un taux d'échec variant de 5 à 20 % (Wong et Jacobsen, 1992 ; Goldberg et coll., 2008) selon les études, l'analgésie au foramen mandibulaire reste la technique la plus fréquemment utilisée lors de soins dentaires ou de chirurgie à la mandibule (Kaufman et coll., 1984). Pour être efficace, le point d'injection de l'aiguille doit se situer au contact de la face médiale de la branche mandibulaire, en haut et en arrière de la lingula mandibulaire. Pour atteindre ce point d'injection, certains auteurs (DuBrul, 1988 ; Reams et Tinkle, 1989 ; Malamed, 1960 ; Palti et coll., 2011) décrivent des points de repères intra-oraux qui peuvent varier en fonction de la morphologie des individus.

D'après la technique anatomique décrite par Gaudy et Arreto (1999), le corps de la seringue est orienté vers les prémolaires ou les molaires controlatérales en fonction de l'orientation de la branche mandibulaire, et le point de pénétration de l'aiguille se situe au milieu d'un triangle muqueux à sommet inférieur constitué par la saillie du bord antérieur de la branche mandibulaire en dehors, le relief du muscle ptérygoïdien médial (ou raphé pterygomandibulaire) en dedans, et le fond du vestibule en haut.

L'existence de nombreuses techniques destinées à analgésier le nerf alvéolaire inférieur dans un volume limité du défilé interptérygoïdien est significative des difficultés rencontrées par les praticiens (Gaudy et Arreto, 1999).

INTRODUCTION

The inferior alveolar nerve is unusual in having a passage inside the mandibular bone, protected by a cortical layer. Inferior alveolar nerve block (IANB) is the preferred anesthetic technique for dental and oral surgery procedures, entailing infiltration of the nerve before its entry into the mandibular canal.

In spite of certain complications (Traeger 1979, Pogrel et al. 1995 ; Ngeow and Chai 2009 Chevalier et al. 2010) and a failure rate varying from 5 to 20% (Wong and Jacobsen, 1992, Goldberg et al., 2008), IANB remains the technique most frequently used for dental or oral surgery procedures involving the mandible (Kaufman et al. 1984). To be effective, the projection point of the needle must be in contact with the medial surface of the mandibular ramus, above and posterior to the lingula of the mandible. To achieve this, some authors (DuBrul 1988, Reams et Tinkle 1989, Malamed 1960 ; Palti et al. 2011) have described intra-oral landmarks, which may vary depending on individual morphology.

According to the anatomical technique described by Gaudy and Arreto (Gaudy and Arreto 1999), the body of the syringe is oriented toward the contralateral molars or premolars, depending on the orientation of the mandibular ramus. The needle penetration point is at the center of an inverted mucosal triangle formed by the projection of the anterior edge of the mandibular ramus (outside), the pterygomandibular raphe (inside), and the bottom of the vestibule (above).

Numerous techniques exist for analgesia of the inferior alveolar nerve in a limited area of the pterygomandibular space, which reflects the difficulties encountered by practitioners (Gaudy and Arreto 1999).

L'objectif de cette étude a été de concevoir un angulateur pour l'analgésie au foramen mandibulaire. L'analyse de 40 coupes tomodynamométriques axiales a permis de concevoir et de retenir la plus pertinente configuration de l'angulateur. Des têtes humaines prélevées sur des cadavres frais ont permis de comparer l'efficacité de l'angulateur par rapport à la technique anatomique à main levée.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

CONCEPTION DE L'ANGULATEUR

MATÉRIEL

L'étude est menée à partir d'examens tomodynamométriques réalisés durant la période 2009-2012 dans le service d'imagerie médicale de l'hôpital de Troyes (France), sur 40 patients consécutifs âgés de 12 à 71 ans (21 hommes, 19 femmes) sans critères d'exclusion. Ces patients devaient subir un des actes suivants : extraction de dents de sagesse incluses proches du nerf alvéolaire inférieur, conduction de canines incluses, bilan implantaire, ou exérèse d'un kyste proche du nerf alvéolaire inférieur.

Les coupes tomodynamométriques sont obtenues à l'aide d'un scanner Toshiba Aquilon 64, avec les paramètres d'acquisition suivants : épaisseur de coupe de 0,5 mm, pitch de 1,0 mm et taille du champ de 30,0 mm. Les coupes axiales d'acquisition étudiées (échelle 1:1) sont des coupes passant par les branches mandibulaires et parallèles au plan du rebord basilaire de la mandibule.

MÉTHODE

Pour que l'analgésie soit efficace, l'extrémité de l'aiguille doit se projeter sur la face médiale de la branche mandibulaire, en haut et en arrière du foramen mandibulaire.

Pour objectiver l'orientation du corps de la seringue lors de l'infiltration, un plan d'injection compatible avec le succès de l'analgésie a été défini. Ce plan d'injection passe par deux axes (**fig. 1A**) :

– l'axe situé sur la face médiale de la branche mandibulaire à 14,0 mm en avant de son bord postérieur. Cet axe a été déterminé de telle sorte qu'il soit toujours situé en arrière de la lingula mandibulaire. Il tient compte des variations individuelles de position de la lingula située à une distance comprise entre 14,0 et 23,0 mm en avant du bord postérieur de la branche mandibulaire selon les mandibules 13 (Ennes et Medeiros, 2009) ;

– l'axe passant par la cuspide mésio-vestibulaire de la première molaire mandibulaire opposée au côté à analgésier, et par le point de contact entre la deuxième prémolaire et la première molaire maxillaire opposées au côté à analgésier. Cet axe a été déterminé de telle sorte qu'il soit situé suffisamment latéralement dans la cavité orale pour éviter un obstacle anatomique osseux : la crête temporale.

The objective of this study was to develop a guiding device for IANB. An analysis of 40 CT scans of facial masses aided in the determination of the most appropriate configuration of the device. Human cadaver heads were used to compare this guiding device to traditional freehand anatomical administration.

MATERIALS AND METHODS

DESIGN OF THE DEVICE

MATERIALS

The design of the device was conducted with CT scans made in the Medical Imaging Service at the Hospital of Troyes (France) on 40 consecutive patients aged 12 to 71 years (21 men, 19 women) with no exclusion criteria. These patients had undergone one of the following interventions: extraction of impacted third molars near the inferior alveolar nerve, treatment of impacted canines, pre-implant assessment, or excision of a cyst close to the inferior alveolar nerve.

The CT sections were obtained with the aid of a Toshiba Aquilon 64 scanner (Nasu, Japan) with the following parameters: section thickness, 0.5 mm; pitch, 1.0 mm; and field size, 30.0 mm. The axial cuts studied (scale 1:1) were slices that passed the mandibular ramus, parallel to the inferior border of the body of the bone.

METHOD

For IANB to be successful, the tip of the needle must be in contact with the medial surface of the mandibular ramus, above and behind the lingula of the mandible, which marks the anterior edge of the mandibular foramen. This site favors the diffusion of the solution toward the foramen.

*A projection plane precisely defined the orientation of the syringe at the moment of injection. This projection plane passed through 2 axes (**fig. 1A**):*

– One axis was situated at the medial surface of the mandibular ramus, 14.0 mm anterior to its posterior edge. This axis was determined in such a way that it was always situated behind the lingula of the mandible and considered individual variations in the position of the lingula. According to the work of Ennes and Medeiros (Ennes and Medeiros, 2009), the position of the lingula can vary from one mandible to another by a distance of 14.0–23.0 mm anterior to the posterior edge of the mandibular ramus (Ennes and Medeiros, 2009).

– The second axis passed by the mesiobuccal cusp of the first mandibular molar opposite the side designated for analgesia, and by the contact point between the second premolar and the first maxillary molar opposite the side designated for analgesia. This axis was determined to be situated sufficiently laterally in the oral cavity to avoid an anatomical obstacle: the temporal crest.

L'orientation du corps de la seringue dans ce plan d'injection et selon un axe haut situé dans la cavité orale est compatible avec le succès de l'analgésie. Comme le plan d'injection n'est pas visualisable en bouche, l'étude a été menée sur des coupes axiales tomographiques.

The orientation of the body of the syringe in the projection plane and according to the highest axis in the oral cavity is compatible with successful analgesia. Because the projection plane cannot be visualized in the mouth, this study was undertaken with axial CT sections.

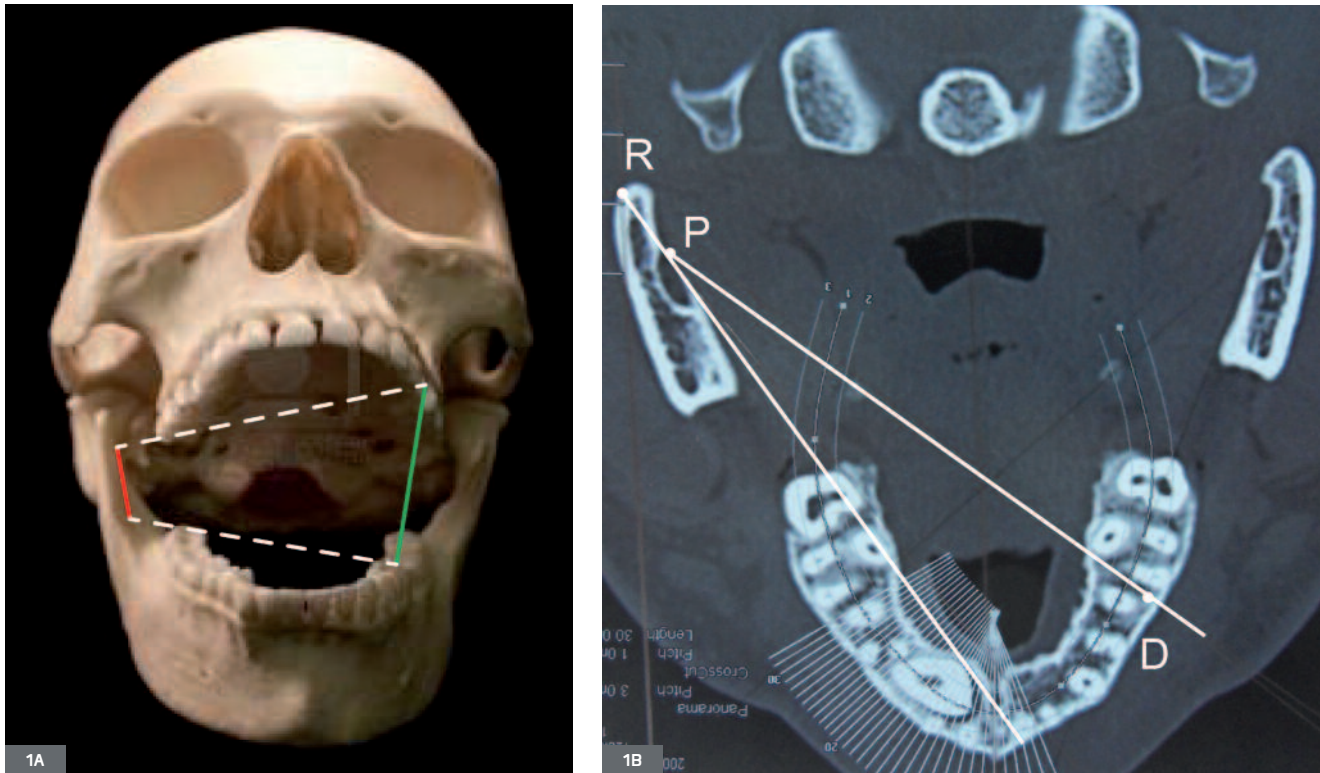


Fig. 1. Plan d'injection et coupe axiale tomographique.

A. Plan d'injection compatible avec le succès de l'analgésie. **B.** Points de référence : le point rétro-mandibulaire [R], le point d'injection [P] et le point dentaire [D].

Fig. 1. Projection plane and projection axis.

A. The projection plane passed through 2 axes: the axis situated at the medial surface of the mandibular ramus, 14.0 mm anterior to its posterior edge (red line), and the axis passing through the mesiobuccal cusp of the first mandibular molar opposite the side designated for analgesia and by the contact point between the second premolar and the first maxillary molar opposite the side designated for analgesia (green line). **B.** Two axes, the ramus axis [R, P] and the projection axis [P, D] corresponded to 3 points: the retro-mandibular point [R], situated on the posterior-lateral angle of the mandibular ramus; the projection point [P], situated on the medial surface of the mandibular ramus, 14.0 mm anterior to point [R]; and the dental point [D], situated on the contact point between the second premolar and the first maxillary molar, opposite the side designated for analgesia.

L'angle d'injection que forme le plan d'injection avec le plan sagittal passant par le bord postérieur de la branche mandibulaire, est variable d'un individu à l'autre : il dépend de la forme des arcades dentaires et de l'orientation des branches mandibulaires. Afin d'évaluer le degré de variation interindividuelle de cet angle d'injection, trois points de référence ont été relevés sur chaque coupe tomographique (**fig. 1B**) :

- le point rétro-mandibulaire [R] situé sur l'angle postéro-latéral de la branche mandibulaire, à la jonction du bord postérieur et de la face latérale de la branche mandibulaire du côté à analgésier ;
- le point d'injection [P] situé sur la face médiale de la branche mandibulaire à 14,0 mm en avant du point [R] ;

The projection angle between the projection plane and the sagittal plane passing by the posterior edge of the mandibular ramus varies among individuals and depends on the shape of the dental arches and the orientation of the mandibular ramus. To evaluate the amount of variation in this projection angle, we selected 3 reference points on each CT section (fig. 1B):

- the retro-mandibular point [R], situated on the posterior-lateral angle of the mandibular ramus, at the junction of the posterior edge and the lateral surface of the mandibular ramus on the side designated for analgesia;
- the projection point [P], situated on the medial surface of the mandibular ramus, 14.0 mm anterior to point [R];

– le point dentaire [D] situé, pour les coupes axiales passant par les dents maxillaires, sur le point de contact entre la deuxième prémolaire et la première molaire maxillaires opposées au côté à analgésier. Pour les coupes axiales passant par les dents mandibulaires, le point [D] est situé sur la cuspide mésio-vestibulaire de la première molaire opposée au côté à analgésier.

Deux axes correspondent à ces trois points : l'axe de branche [R, P] et l'axe d'injection [P, D] formant respectivement avec le plan sagittal passant par le point [R], deux angles : l'angle de branche et l'angle d'injection qui permettront la conception de l'angulateur.

ÉVALUATION DE L'ANGULATEUR

MATÉRIEL

Pour évaluer la reproductibilité des résultats obtenus avec l'angulateur et les comparer à ceux obtenus à main levée avec la technique anatomique décrite par Gaudy et Arreto (1999), l'étude a été menée sur 12 têtes humaines prélevées sur des cadavres frais (5 femmes, 7 hommes) provenant du service du don du corps du centre universitaire des Saints-Pères (université Paris-V-Descartes).

MÉTHODE

Des injections au foramen mandibulaire ont été effectuées sur chaque pièce anatomique à l'aide des seringues à usage unique Ultra Safety Plus® (Septodont, France) dont l'aiguille mesure 35,0 mm de long et 0,5 mm de diamètre. La solution analgésique des cartouches a été prélevée grâce à une aiguille montée sur une seringue, puis remplacée par une solution de Lipiodol® (Guerbet, France).

Aléatoirement, un côté a été infiltré à main levée en suivant la technique anatomique, tandis que l'autre côté a été infiltré en utilisant l'angulateur (fig. 2A et 2B).

– the dental point [D], situated for axial sections passing by the maxillary teeth on the contact point between the second premolar and the first maxillary molar, opposite the side designated for analgesia. For axial sections passing by the mandibular teeth, point [D] was situated on the mesio-vestibular cusp of the first molar opposite the side designated for analgesia.

Two axes corresponded to these 3 points, the ramus axis [R, P] and the projection axis [P, D]. These axes formed 2 respective angles with the sagittal plane passing by point [R]: the ramus angle and the projection angle, which inspired the design of the guiding device.

EVALUATION OF THE DEVICE

MATERIAL

After designing the device, we evaluated the reproducibility of the results and then compared them to those obtained with the anatomical technique for analgesia as described by Gaudy and Arreto (1999). This evaluative study was conducted with 12 human heads taken from fresh cadavers (5 female, 7 male) from the Body Donation Center (Paris Descartes University, Saints-Pères Site, France).

METHOD

Injections to the mandibular foramen were made in each specimen by an experienced dentist with the Ultra Safety plus® system (Septodont, Créteil, France), using a needle measuring 35.0 mm in length and 0.5 mm in diameter. The analgesic solution was removed from the cartridges with a needle mounted on a syringe and was then replaced with a solution of Lipiodol® (Guerbet, Villepinte, France).

One side, chosen randomly, was injected without using the device, following the anatomical technique, whereas the contralateral side was injected using the guiding device (fig. 2A and 2B).

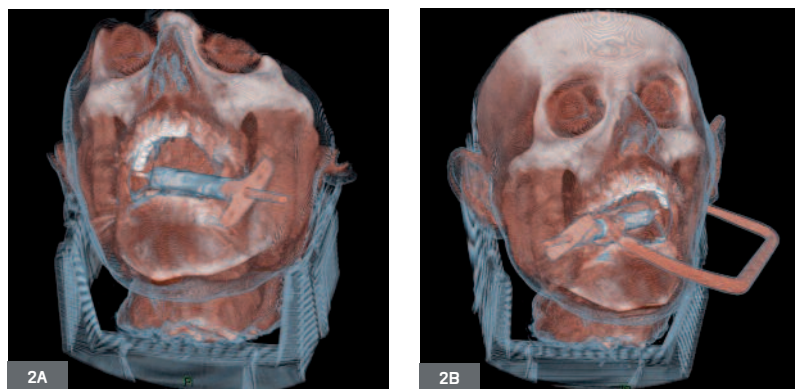


Fig. 2. Acquisition hélicoïdale du massif facial (champ de vue de 350 mm).

A. Côté droit infiltré à main levée en appliquant la technique anatomique décrite par Gaudy et Arreto (1999). B. Côté gauche infiltré en utilisant l'angulateur.

Fig. 2. Three-dimensional reconstructions of a facial mass using a soft tissue filter (field of view of 350 mm).

A. Right side injected by free-hand application of the anatomical technique described by Gaudy and Arreto (1999). B. Left side injected by means of the guiding device.

Après avoir injecté 0,8 ml de Lipiodol[®], l'aiguille est laissée en place et la pièce anatomique est soumise à un examen tomodensitométrique (service d'imagerie médicale de l'hôpital Hôtel-Dieu de Paris, scanner Philips Brilliance 16, Best, The Netherlands), avec les paramètres d'acquisition suivants : épaisseur de coupe de 0,8 mm, pitch de 0,4 mm, champ de vue de 350,0 mm.

Sur chacune des reconstructions tridimensionnelles obtenues à partir des coupes d'acquisition, la face médiale de la branche mandibulaire a été divisée en quatre quadrants. Les quadrants antérieur et postérieur ont été délimités par l'axe passant par le maximum de concavité de l'incisure mandibulaire et par le bord antérieur du foramen mandibulaire. Les quadrants supérieur et inférieur ont été délimités par l'axe passant par le maximum de concavité du bord antérieur de la branche mandibulaire et par le bord inférieur du foramen mandibulaire.

RÉSULTATS

ANALYSE DES COUPES TOMODENSITOMÉTRIQUES

Les résultats de l'étude tomodensitométrique sont présentés dans le **(tableau 1)**. L'angle d'injection varie de 53° à 62°, avec un angle d'injection moyen de 56°. L'angle de branche varie de 22° à 42°, avec un angle de branche moyen de 32°.

En tenant compte de ces variabilités interindividuelles, l'angulateur doit être configuré de telle sorte que son axe d'injection se projette pour l'ensemble des patients, sur la face médiale de la branche mandibulaire à une distance située à 14,0 mm (ou moins) en avant du bord postérieur de la branche mandibulaire, c'est-à-dire toujours en arrière du foramen mandibulaire.

Il est possible de configurer l'axe d'injection de l'angulateur par rapport au point [R] relevé sur une des coupes tomodensitométriques, de telle sorte que le point d'injection indiqué par l'angulateur se situe au contact osseux à 14,0 mm en avant du bord postérieur de la branche mandibulaire. L'angle d'injection étant variable d'un individu à l'autre, il est nécessaire de vérifier si en superposant l'angulateur aux points [R] et [D] des autres coupes tomodensitométriques, la situation du point d'injection alors indiquée par cet angulateur est compatible avec l'analgésie. Pour cela, les coupes tomodensitométriques de patients présentant les angles d'injection les plus extrêmes sont analysées : celle du patient 1 présentant l'angle d'injection le plus fermé (**fig. 3A**) et celle du patient 23 présentant l'angle d'injection le plus ouvert (**fig. 3B**).

Lorsque l'angulateur est configuré par rapport au point [R] et par rapport à l'axe d'injection de la coupe du patient 23, et qu'il est superposé sur le point [R] et sur le point [D] de la coupe du patient 1, le point d'injection [P'] alors indiqué par l'angulateur se situe au contact osseux à 24,0 mm en avant du point [R] (**fig. 3C**). Cette position du point d'injection en avant de la lingula mandibulaire n'est pas compatible avec le succès de l'analgésie.

After injection of 0.8 mL of Lipiodol[®], the needle was left in place before the anatomical specimens were subjected to CT examination on a Philips Brilliance 16 scanner (Best, The Netherlands), with the following acquisition parameters: section thickness, 0.8 mm; pitch, 0.4 mm; and field of view, 350.0 mm.

On each of the three-dimensional reconstructions obtained from the acquisition sections, the medial surface of the mandibular ramus was divided into 4 quadrants. The anterior and posterior quadrants were defined by the axis passing by the maximum concavity of the mandibular notch and by the anterior edge of the mandibular foramen. The upper and lower quadrants were defined by the axis passing by the maximum concavity of the anterior edge of the mandibular ramus and by the lower edge of the mandibular foramen.

RESULTS

ANALYSIS OF CT SECTIONS

*The results of the CT scans are presented in **(Table 1)**. The projection angle varied from 53° to 62°, with an average of 56°. The ramus angle varied from 22° to 42°, with an average of 32°.*

Taking into account the variability among individuals, we configured the device so that its guiding axis would project against the medial surface of the mandibular ramus no more than 14.0 mm anterior to the posterior edge of the mandibular ramus for all patients (that is, always behind the mandibular foramen).

*It was possible to record the orientation of the projection axis in relation to point [R] chosen on one of the CT sections on the guiding device, such that the point of projection indicated by the device would contact bone 14.0 mm anterior to the posterior edge of the mandibular ramus. Because the projection angle varies among individuals, it was necessary to verify whether the position of the projection point indicated by the device is compatible with analgesia by superimposing the device at points [R] and [D] of other CT sections. For this reason, sections from patients presenting the most extreme projection angles were analyzed: that from patient 1 presented the most closed projection angle (**fig. 3A**), whereas that from patient 23 presented the most open projection angle (**fig. 3B**).*

*When the orientation of the projection axis in relation to point [R] in patient 23 was recorded, and this point and the axis were superimposed on points [R] and [D], respectively, in patient 1, the projection point [P'] indicated by the device was in bone contact 24.0 mm anterior to point [R] (**fig. 3C**). This position of the projection point anterior to the lingula of the mandible does not favor the diffusion of the solution toward the foramen and does not allow the infiltration of the inferior alveolar nerve.*

TABLEAU I – TABLE I

Angles relevés sur les 40 coupes tomодensitométriques analysées. Les valeurs extrêmes sont indiquées en gras.
Angles measured in the 40 CT sections analyzed (maximum and minimum values in bold).

PATIENT PATIENT	ÂGE AGE (YEAR)	SEXE GENDER	INDICATION DE L'EXAMEN REASON FOR EXAM	ANGLE DE BRANCHE RAMUS ANGLE	ANGLE D'INJECTION PROJECTION ANGLE
1	12	F	Canine incluse – <i>Impacted canine</i>	37°	53°
2	59	M	Implant – <i>Implant</i>	22°	53°
3	42	M	Kyste – <i>Cyst</i>	31°	53°
4	17	M	Canine incluse – <i>Impacted canine</i>	35°	53°
5	41	F	Implant – <i>Implant</i>	36°	54°
6	25	F	Kyste – <i>Cyst</i>	26°	55°
7	14	M	Canine incluse – <i>Impacted canine</i>	26°	55°
8	14	M	Canine incluse – <i>Impacted canine</i>	22°	55°
9	14	M	Canine incluse – <i>Impacted canine</i>	37°	55°
10	36	F	Implant – <i>Implant</i>	31°	55°
11	38	M	Implant – <i>Implant</i>	35°	56°
12	41	F	Implants – <i>Implants</i>	42°	56°
13	13	F	Canine incluse – <i>Impacted canine</i>	36°	56°
14	56	F	Implant – <i>Implant</i>	28°	57°
15	46	F	Dent de sagesse – <i>Third molar</i>	42°	57°
16	57	F	Kyste – <i>Cyst</i>	30°	57°
17	59	M	Implant – <i>Implant</i>	28°	58°
18	12	F	Canine incluse – <i>Impacted canine</i>	36°	58°
19	42	F	Implant – <i>Implant</i>	31°	58°
20	38	F	Implant – <i>Implant</i>	35°	60°
21	59	M	Implant – <i>Implant</i>	29°	60°
22	55	F	Implant – <i>Implant</i>	35°	61°
23	14	F	Canine incluse – <i>Impacted canine</i>	28°	62°
24	65	M	Implants – <i>Implants</i>	33°	58°
25	17	M	Canine incluse – <i>Impacted canine</i>	26°	55°
26	54	M	Implants – <i>Implants</i>	26°	59°
27	22	M	Dent de sagesse – <i>Third molar</i>	36°	57°
28	61	M	Implants – <i>Implants</i>	26°	53°
29	28	M	Implants – <i>Implants</i>	32°	53°
30	17	M	Canine incluse – <i>Impacted canine</i>	36°	56°
31	64	M	Implant – <i>Implant</i>	29°	54°
32	39	M	Implants – <i>Implants</i>	32°	53°
33	13	F	Canine incluse – <i>Impacted canine</i>	34°	61°
34	13	F	Canine incluse – <i>Impacted canine</i>	38°	60°
35	37	F	Dent de sagesse – <i>Third molar</i>	26°	55°
36	71	M	Implant – <i>Implant</i>	40°	59°
37	39	M	Implant – <i>Implant</i>	32°	56°
38	71	M	Implants – <i>Implants</i>	38°	54°
39	40	F	Implant – <i>Implant</i>	27°	55°
40	65	F	Implant – <i>Implant</i>	31°	56°

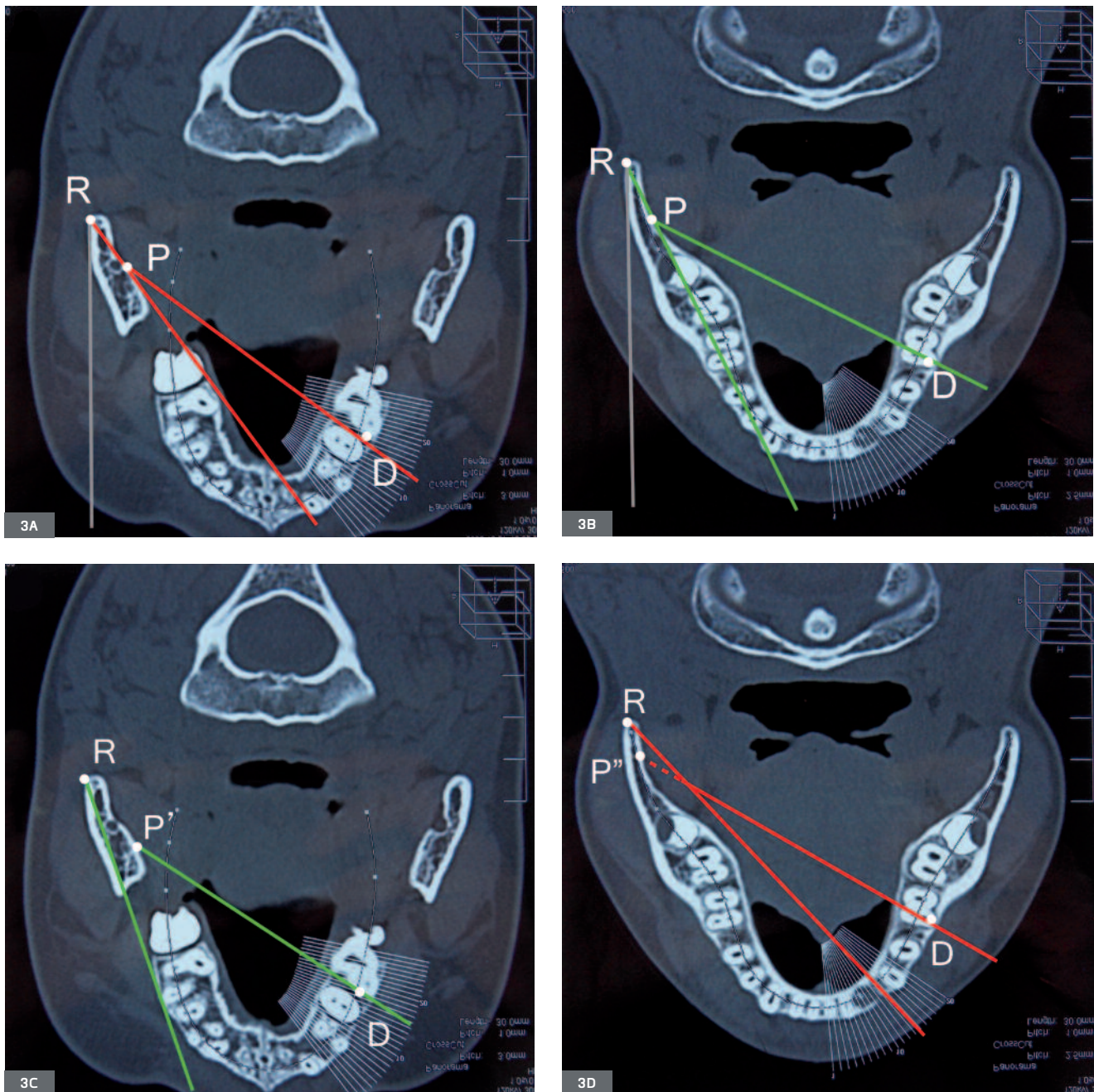


Fig. 3. Coupes tomodensitométriques de patients présentant les angles d'injection les plus extrêmes.

A. Coupe tomodensitométrique du patient 1 présentant l'angle d'injection le plus fermé soit 53°. L'axe de branche [R, P] et l'axe d'injection [P, D] sont matérialisés par un trait rouge. **B.** Coupe tomodensitométrique du patient 23 présentant l'angle d'injection le plus ouvert, soit 62°. L'axe de branche [R, P] et l'axe d'injection [P, D] sont matérialisés par un trait vert. **C.** Situation du point de projection selon la configuration de l'angulateur. Angulateur configuré par rapport au point [R] et par rapport à l'axe d'injection de la coupe du patient 23 : lorsqu'il est superposé sur le point [R] et sur le point [D] de la coupe du patient 1, le point d'injection [P'] alors indiqué par l'angulateur se situe au contact osseux à 24,0 mm en avant du point [R]. **D.** Angulateur configuré par rapport au point [R] et par rapport à l'axe d'injection de la coupe du patient 1 : lorsqu'il est superposé sur le point [R] et sur le point [D] de la coupe du patient 23, le point de projection [P''] alors indiqué par l'angulateur se situe au contact osseux à 7,0 mm en avant du point [R].

Fig. 3. CT sections from patients presenting the most extreme projection angles.

A. CT section from patient 1, presenting the most closed projection angle, 53°. The ramus axis [R, P] and the projection axis [P, D] are represented by red lines. **B.** CT section from patient 23, presenting the most open projection angle, 62°. The ramus axis [R, P] and the projection axis [P, D] are represented by green lines. **C.** Recording of the orientation of the projection axis in relation to point [R] in patient 23 (in green) and superimposition of this point and this axis, respectively, on points [R] and [D] of the CT section from patient 1. The projection point [P'] indicated by the device is situated on bone, 24.0 mm anterior to point [R]. **D.** Recording of the orientation of the projection axis in relation to point [R] in patient 1 (in red) and superimposition of this point and this axis, respectively, on points [R] and [D] of the CT section from patient 23. The projection point [P''] indicated by the device is situated on bone, 7.0 mm anterior to point [R].

En revanche, lorsque l'angulateur est configuré par rapport au point [R] et par rapport à l'axe d'injection de la coupe du patient 1 et qu'il est superposé sur le point [R] et sur le point [D] de la coupe du patient 23, le point de projection [P''] alors indiqué par l'angulateur se situe au contact osseux à 7,0 mm en avant du point [R] (fig. 3D), c'est-à-dire en arrière de la lingula mandibulaire.

C'est donc la position du point [R] par rapport à l'axe d'injection relevé pour le patient 1 qui a été retenue pour configurer l'angulateur de telle sorte que son axe d'injection se projette pour l'ensemble des patients sur la face médiale de la branche mandibulaire à une distance comprise entre 7,0 et 14,0 mm en avant du bord postérieur de la branche mandibulaire.

CONCEPTION DE L'ANGULATEUR

L'angulateur présente un embout rétro-mandibulaire [T] et un tube [G] liés l'un à l'autre par trois branches de jonction [J1], [J2], [J3] (fig. 4a). La position de l'embout rétro-mandibulaire et l'orientation du tube ont été configurées selon les caractéristiques du patient 1 de telle sorte que l'angle antéro-interne de l'embout rétro-mandibulaire et l'axe du tube se superposent respectivement sur le point [R] et sur l'axe d'injection relevés sur la coupe tomographique du patient 1.

Le diamètre interne du tube correspond à celui du corps de la seringue qui peut ainsi coulisser librement le long du tube et selon le même axe (fig. 4b). L'angulateur a été modélisé en trois dimensions afin de réaliser un prototype en résine polyuréthane par la technique stéréo-lithographique (ARRK LCO Protomoule, France).

Conversely, when the orientation of the projection axis in relation to point [R] in patient 1 was recorded and this point and axis were superimposed on points [R] and [D], respectively, in patient 23, the projection point [P''] indicated by the device was in bone contact 7.0 mm anterior to point [R] (fig. 3D), which would be behind the lingula of the mandible, a favorable site for the diffusion of the solution toward the foramen.

Thus, the position of point [R] in relation to the projection axis established for patient 1 was used to configure the device, such that the projection axis protruded onto the medial surface of the mandibular ramus for all patients, at a distance of 7.0-14.0 mm anterior to the posterior edge of the mandibular ramus.

DESIGN OF THE GUIDING DEVICE

The guiding device proposed here consisted of a retro-mandibular tip [T] and a guide tube [G] connected to each other by 3 junction branches, [J1], [J2], and [J3] (fig. 4a). The position of the retro-mandibular tip and the orientation of the guide tube were configured according to the characteristics of patient 1, such that the outermost point of the retro-mandibular tip and the axis of the guide tube would coincide, respectively, with point [R] and with the projection axis established on the CT section from patient 1.

The internal diameter of the guide tube corresponded to that of the body of the syringe, which could therefore slide freely along the guide tube, following the same axis (fig. 4b). The guiding device was modeled in 3 dimensions so that a prototype could be constructed in polyurethane resin using a stereo-lithographic technique (ARRK LCO Protomoule, Alby sur Cheran, France).

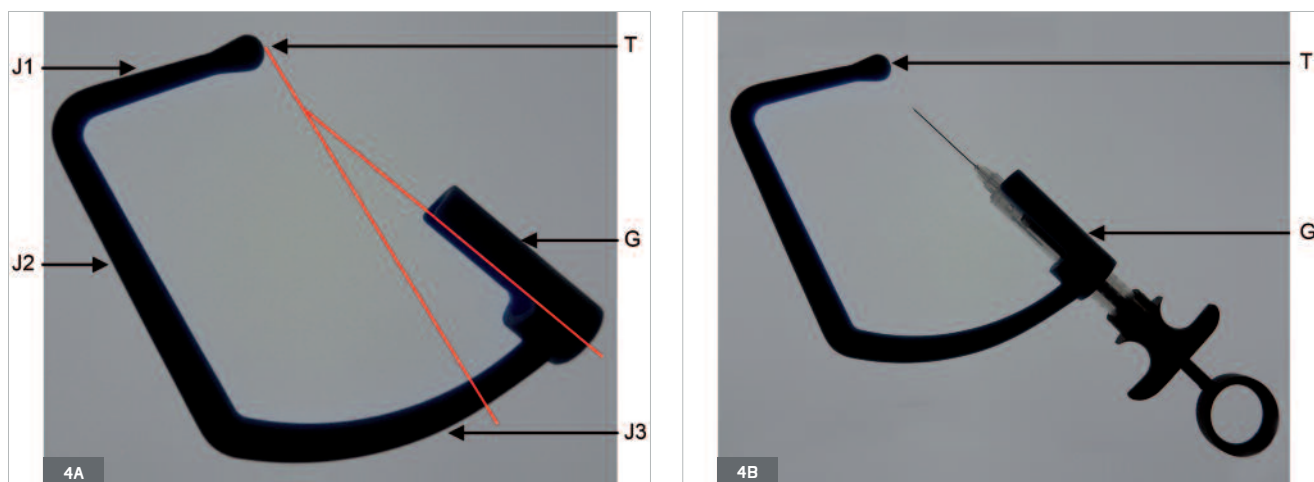


Fig. 4. Angulateur configuré selon les caractéristiques du patient 1.

A. Les branches de jonction [J1], [J2], [J3] de l'angulateur réunissent l'embout rétro-mandibulaire [T] au tube [G]. L'angle antéro-interne de l'embout rétro-mandibulaire se confond avec le point [R] et l'axe du tube avec l'axe d'injection relevé sur la coupe tomographique du patient 1. B. Le diamètre interne du tube [G] correspond à celui du corps de la seringue qui peut ainsi coulisser librement le long du tube et selon le même axe.

Fig. 4. Guiding device configured according to the characteristics of patient 1.

A. The junction branches [J1], [J2] and [J3] of the device join the retro-mandibular tip [T] at the guide tube [G]. The outermost point of the retro-mandibular tip is identical to that of point [R], and the axis of the guide tube is the same as the axis of projection located on the CT section from patient 1. B. The internal diameter of the guide tube [G] corresponds to that of the body of the syringe, which can thus glide freely along the tube on the same axis.

Pour réaliser une injection avec l'angulateur, l'embout rétro-mandibulaire est appliqué contre l'angle postéro-latéral de la branche mandibulaire à la hauteur et en avant du lobe de l'oreille, tandis que le tube est positionné contre les faces occlusales des dents maxillaires entre la deuxième prémolaire et la première molaire opposées au côté à analgésier. En cas d'édentement, le tube est positionné 10,0 mm au-dessous de la crête édentée maxillaire et il est orienté le plus latéralement possible.

ÉVALUATION DE L'ANGULATEUR

Le **tableau 2** présente le quadrant sur lequel se projette l'extrémité de l'aiguille ainsi que la distance séparant l'extrémité de l'aiguille du point [R]. Lorsque l'infiltration est effectuée à l'aide de l'angulateur, l'extrémité de l'aiguille se situe à une distance comprise entre 7,0 et 14,0 mm en avant du bord postérieur de la branche mandibulaire et se projette sur le quadrant postéro-supérieur de la branche mandibulaire pour 11 des 12 sujets. Lorsque l'infiltration est réalisée à main levée, la pointe de l'aiguille se situe à une distance comprise entre 7,0 et 26,0 mm en avant du bord postérieur de la branche mandibulaire. Elle se projette sur le quadrant postéro-supérieur de la branche mandibulaire pour seulement 7 des 12 sujets. Cependant, la différence entre les résultats des deux techniques n'est pas statistiquement significative en raison de la petite taille de l'échantillon anatomique (test du Chi²).

TABLEAU 2 – TABLE 2

Distance entre la pointe de l'aiguille et le bord postérieur de la branche mandibulaire, et quadrant infiltré relevés pour chaque opérateur après chaque infiltration. Les valeurs en gras correspondent à une projection de l'aiguille sur le quadrant antéro-supérieur de la branche mandibulaire.

Distance between the tip of the needle and the posterior edge of the mandibular ramus and the infiltrated quadrant determined after each infiltration (values in bold correspond to the projection of the needle onto the upper-anterior quadrant of the mandibular ramus).

SUJET – SUBJECT	ANGULATEUR – DEVICE			MAIN LEVÉE – FREE-HAND		
	Côté infiltré Side infiltrated	Distance (en mm) pointe de l'aiguille/bord post. Distance (mm) tip of needle/posterior edge.	Quadrant infiltré Quadrant infiltrated	Côté infiltré Side infiltrated	Distance (en mm) pointe de l'aiguille/bord post. Distance (mm) tip of needle/posterior edge.	Quadrant infiltré Quadrant infiltrated
1	G – L	10,0/10,0	POSTÉRO-SUPÉRIEUR UPPER POSTERIOR	D – R	7,0/7,0	POSTÉRO-SUPÉRIEUR UPPER POSTERIOR
2	G – L	7,0/7,0	POSTÉRO-SUPÉRIEUR UPPER POSTERIOR	D – R	14,0/14,0	POSTÉRO-SUPÉRIEUR UPPER POSTERIOR
3	D – R	14,0/14,0	POSTÉRO-SUPÉRIEUR UPPER POSTERIOR	G – L	22,0/22,0	ANTÉRO-SUPÉRIEUR UPPER ANTERIOR
4	D – R	8,0/8,0	POSTÉRO-SUPÉRIEUR UPPER POSTERIOR	G – L	31,0/31,0	ANTÉRO-SUPÉRIEUR UPPER ANTERIOR
5	G – L	10,0/10,0	POSTÉRO-SUPÉRIEUR UPPER POSTERIOR	D – R	17,0/17,0	POSTÉRO-SUPÉRIEUR UPPER POSTERIOR
6	G – L	7,5/7,5	POSTÉRO-SUPÉRIEUR UPPER POSTERIOR	D – R	10,0/10,0	POSTÉRO-SUPÉRIEUR UPPER POSTERIOR
7	D – R	14,0/14,0	POSTÉRO-SUPÉRIEUR UPPER POSTERIOR	G – L	19,0/19,0	POSTÉRO-SUPÉRIEUR UPPER POSTERIOR
8	D – R	14,0/14,0	POSTÉRO-SUPÉRIEUR UPPER POSTERIOR	G – L	13,0/13,0	POSTÉRO-SUPÉRIEUR UPPER POSTERIOR
9	G – L	13,8/13,8	POSTÉRO-SUPÉRIEUR UPPER POSTERIOR	D – R	8,0/8,0	POSTÉRO-SUPÉRIEUR UPPER POSTERIOR
10	G – L	6,0/6,0	POSTÉRO-SUPÉRIEUR UPPER POSTERIOR	D – R	26,0/26,0	ANTÉRO-SUPÉRIEUR UPPER ANTERIOR
11	D – R	15,5/15,5	ANTÉRO-SUPÉRIEUR UPPER ANTERIOR	G – L	18,0/18,0	ANTÉRO-SUPÉRIEUR UPPER ANTERIOR
12	G – L	9,0/9,0	POSTÉRO-SUPÉRIEUR UPPER POSTERIOR	D – R	20,3 D/20,3 D	ANTÉRO-SUPÉRIEUR UPPER ANTERIOR

For the injection to be administered, the retro-mandibular tip was applied against the posterior-lateral angle of the mandibular ramus at the height of and in front of the earlobe, while the guide tube was positioned against the occlusal surfaces of the maxillary teeth between the second premolar and the first molar on the contralateral side of the analgesia. Where no tooth was present, the guide tube was positioned 10.0 mm above the maxillary edentulous ridge and oriented as laterally as possible.

EVALUATION OF THE DEVICE

(Table 2) presents the quadrant onto which the extremity of the needle projected and the distance separating the needle tip from point [R]. When the injection was made with the device, the tip of the needle was situated at a distance of 7.0-14.0 mm anterior to the posterior edge of the mandibular ramus and projected onto the upper-posterior quadrant of the mandibular ramus for 11 of the 12 subjects. When the injection was made 'free-hand', the tip of the needle was situated at a distance of 7.0-26.0 mm anterior to the posterior edge of the mandibular ramus. It protruded into the upper-posterior quadrant of the mandibular ramus for only 7 of the 12 subjects. However, the difference between the results of the two techniques was not statistically significant due to the small anatomical sample size (Chi squared test).

DISCUSSION

Les résultats obtenus avec l'angulateur sur des pièces anatomiques confortent ceux de l'approche tomodensitométrie ayant permis de le configurer : les reconstructions tridimensionnelles ont montré que la pointe de l'aiguille se situe pour 91,6 % des cas dans le quadrant postéro-supérieur, à une distance comprise entre 7,0 et 14,0 mm en avant du bord postérieur de la branche mandibulaire. Ces résultats n'ont été obtenus que pour 58,3 % des cas lorsque les infiltrations ont été réalisées à main levée.

Même si les conditions environnementales de l'expérimentation ont été peu favorables à la localisation des repères anatomique (peu de lumière en salle d'imagerie, orientation délicate des pièces anatomiques), elles n'ont pas eu d'influence sur la manipulation de l'angulateur.

D'autre part, il est probable que la rigidité musculaire cadavérique ait accentué la déviation de l'aiguille lors du franchissement des tissus (Delgado-Molina et coll., 2009).

Les causes génératrices de l'échec de l'anesthésie en pratique courante sont diverses. Selon une étude récente (Zandi et Seyedzadeh, 2008), ces causes sont en grande partie liées soit à un manque de connaissance des structures anatomiques, soit à un manque d'expérience du praticien. L'utilisation d'un angulateur permet au praticien de contrôler la hauteur, la profondeur et l'axe d'injection mais aussi d'améliorer la précision gestuelle par une stabilisation du point de pénétration de l'aiguille.

D'autres échecs de l'analgésie sont à imputer aux particularités de certains patients, comme l'obésité ou la limitation d'ouverture buccale (Gaudy et Arreto, 1999). Une étude complémentaire permettrait de vérifier si l'utilisation de l'angulateur peut pallier la difficulté de repérage des repères anatomiques sur ce type de population.

De plus, les variations d'orientations sagittales de branches mandibulaires peuvent faire varier les repères décrits dans la littérature et être parfois la cause d'échecs (Gaudy et Arreto, 1999). L'analyse de coupes tomodensitométriques a permis de relever ces variations d'axes de branche et de configurer un angulateur qui en tienne compte.

Le taux d'échec résiduel de l'analgésie locorégionale mandibulaire peut aussi trouver des explications liées aux variations anatomiques de l'innervation de la mandibule (Stein et coll., 2007 ; Langlais et coll., 1985 ; Pyle et coll., 1999). Dans ces cas-là, il est recommandé d'appliquer des techniques complémentaires d'injection telles que la technique de Gow-Gates (Kafalias et coll., 1987), la technique d'Akinosi (1977), la technique intra-osseuse (Johan 2009), la technique intra ligamentaire (Malamed 1982) ou la technique rétromolaire (Sandoval et coll., 2008).

DISCUSSION

The results of the evaluation of the guiding device by anatomical study support those of the CT study. Three-dimensional reconstructions demonstrated that, in 91.6% of cases, the tip of the needle was situated in the upper-posterior quadrant at a distance of 7.0-14.0 mm anterior to the posterior edge of the mandibular ramus. The same results were obtained for only 58.3% of cases when the injections were made using the anatomical technique.

Even if the environmental conditions of the experiment were unfavorable for the localization of anatomical reference points (i.e., poor light in the imaging room, delicate orientation of the anatomical specimens), this did not influence the manipulation of the guiding device. Moreover, it is likely that the rigidity of the cadaver muscles accentuated the deviation of the needle as it entered the tissues (Delgado-Molina et al. 2009).

The causes of failure of anesthesia in current practice are varied. According to a recent study (Zandi and Seyedzadeh 2008), these causes are mainly due to a lack of knowledge of anatomical structures or to a lack of experience of the practitioner. One of the advantages of the device presented in this study is to indicate the axis at which the needle must be applied to place its tip in contact with the bone above and posterior to the lingula. Applying a stabilization device against the occlusal surfaces of the maxillary teeth improves the practitioner's gestural precision by stabilizing the point of needle penetration. Other failures of analgesia may be attributed to the particular nature of certain patients, such as obesity or limited buccal opening (Gaudy and Arreto 1999). A complementary study will allow for verification of whether utilization of the device can counteract the difficulty of finding anatomical reference points in this segment of the population.

Further, variations in the sagittal orientation of the mandibular ramus may vary the landmarks described in the literature and sometimes be the cause of failure (Gaudy and Arreto 1999). Analysis of the CT sections identified these variations in the axes of the ramus, and the configuration of the device takes this analysis into account.

The residual failure rate of IANB may also be linked to anatomical variations in the innervation of the mandible (Stein et al. 2007, Langlais et al. 1985, Pyle et al. 1999). In these cases, it is advisable to apply complementary injection techniques, such as the Gow-Gates mandibular nerve block (Kafalias et al. 1987), Akinosi-Vazirani closed-mouth mandibular nerve block (Akinosi 1977), intra-osseous anesthetic injection (Johan 2009), periodontal ligament anesthetic injection (Malamed 1982), or retromolar technique (Sandoval et al. 2008).

CONCLUSION

L'angulateur a été configuré pour injecter de manière fiable et reproductible une solution analgésique au-dessus et en arrière du foramen mandibulaire, site qui favorise la diffusion de la solution vers le foramen et donc l'infiltration du nerf alvéolaire inférieur. Si cette étude présente des résultats encourageants, elle doit être complétée par une étude clinique, afin d'évaluer l'efficacité de l'angulateur sur une population de patients plus importante.

Demande de tirés-à-part :

Dr Nicolas CAILLIEUX

155, avenue Pierre-Brossolette

10000 Troyes

nicoquillaux@hotmail.com

CONCLUSION

The guiding device was configured to inject an analgesic solution above and behind the mandibular foramen in a reliable and reproducible manner. This site favors the diffusion of the solution toward the foramen, allowing it to infiltrate the inferior alveolar nerve. This study shows promising results with the guiding device and should be complemented with a clinical study to evaluate the effectiveness of the device in a larger patient population.

RÉFÉRENCES

- AKINOSI J.O. – A new approach to the mandibular nerve block. *Br J Oral Surg.* 1977;15(1) : 83-87. Cat 1
- CHEVALIER V., ARBAB-CHIRANI R., TEA S.H., ROUX M. – Facial palsy after inferior alveolar nerve block : case report and review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2010;39(11): 1139-1142. Cat 4
- DELGADO-MOLINA E., TAMARIT-BORRAS M., BERINI-AYTÉS L., GAY-ESCODA C. – Comparative study of two needle models in terms of deflection during inferior alveolar nerve block. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2009;14(9):440-444. Cat 1
- DUBRUL E.L. – Sicher and DuBrul's oral anatomy. 8th ed. St Louis: Ishiyaku EuroAmerica. 1988:269-284. Cat 3
- ENNES J.P., MEDEIROS RM. – Localization of mandibular foramen and clinical implications. *Int J Morphol* 2009; 27(4):1305-1311. Cat 1
- GAUDY J.F., ARRETO C.D. – Manuel d'analgésie en odontostomatologie. Paris : Masson 1999: 103-115. Cat 3
- GOLDBERG S., READER A., DRUM M., NUSSTEIN J., BECK B. – Comparison of the anesthetic efficacy of the conventional inferior alveolar, Gow-Gates, and Vazirani-Akinosi techniques. *J Endod* 2008;34(11):1306-1311. Cat 1
- JOHAN APS. – L'anesthésie locale de la mandibule et ses problèmes spécifiques. *Le fil dentaire* 2009: 43:16-18. Cat 3
- KAFALIAS M.C., GOW-GATES G.A., SALIBA G.J. – The Gow-Gates technique for mandibular block anesthesia. A discussion and a mathematical analysis. *Anesth Prog.* 1987; 34(4):142-149. Cat 1
- KAUFMAN E., WEINSTEIN P., MILGROM P. – Difficulties in achieving local anesthesia. *J Am Dent Assoc.* 1984;108(2): 205-208. Cat 3
- LANGLAIS R.P., BROADUS R., GLASS B.J. – Bifid mandibular canals in panoramic radiographs. *J Am Dent Assoc* 1985;110(6) :923-926. Cat 1
- MALAMED S.F. – Handbook of local anesthesia. 3rd ed St Louis : Mosby 1990:160-218, 245-257. Cat 3
- MALAMED S.F. – The periodontal ligament (PDL) injection: an alternative to inferior alveolar nerve block. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1982;53(2):117-121. Cat 1
- NGEOW W.C., CHAI W.L. – Numbness of the ear following inferior alveolar nerve block: the forgotten complication. *Br Dent J.* 2009;207(1):19-21. Cat 4
- PALTI D.G., DE ALMEIDA C.M., RODRIGUES ADE C., ANDREO J.C., LIMA J.E. – Anesthetic technique for inferior alveolar nerve block : a new approach. *J Appl Oral Sci.* 2011;19(1):11-5. Cat 1
- POGREL M.A., BRYAN J., REGEZI J. – Nerve damage associated with inferior alveolar nerve blocks. *J Am Dent Assoc.* 1995;126(8):1150-1155. Cat 4
- PYLE M.A., JASINEVICIUS T.R., LALUMANDIER J.A., KOHRS K.J., SAWYER D.R. – Prevalence and implications of accessory retromolar foramina in clinical dentistry. *Gen Dent.* 1999;47(5): 500-503. Cat 1
- REAMS G.J., TINKLE J.S. – Supplemental anesthetic technique. *J Oreg Dent Assoc.* 1989;58(3) : 34-39. Cat 1
- SANDOVAL M.C., SUAZO G.I., CANTIN L.M., LOPEZ F.B. – Pilot study of the inferior alveolar nerve block anesthesia via the retromolar triangle in patients of 40 to 60 years old. *Int J Odontostomat* 2008;2(1):17-20. Cat 1
- STEIN P., BRUECKNER J., MILLINER M. – Sensory innervation of mandibular teeth by the nerve to the mylohyoid : implications in local anesthesia. *Clin Anat* 2007;20(6):591-595. Cat 3
- TRAEGER K.A. – Hematoma following inferior alveolar injection : a possible cause for anesthesia failure. *Anesth Prog* 1979;26(5):122-123. Cat 4
- WONG M.K., JACOBSEN P.L. – Reasons for local anesthesia failures. *J Am Dent Assoc.* 1992: 123(1):69-73. Cat 3