

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-graduação em Odontologia

Guilherme Mariano Fiuza Leite

**ALTERAÇÕES DO CANAL MANDIBULAR EM TOMOGRAFIAS
COMPUTADORIZADAS SOLICITADAS PARA PLANEJAMENTO
DE IMPLANTES DENTÁRIOS**

Belo Horizonte

2012

Guilherme Mariano Fiuza Leite

**ALTERAÇÕES DO CANAL MANDIBULAR EM TOMOGRAFIAS
COMPUTADORIZADAS SOLICITADAS PARA PLANEJAMENTO
DE IMPLANTES DENTÁRIOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Odontologia.
Área de Concentração: Implantodontia.

Orientador: Martinho Campolina Rebello Horta
Coorientador: Paulo Eduardo Alencar de Souza

Belo Horizonte

2012

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

L533a Leite, Guilherme Mariano Fiuza
Alterações do canal mandibular em tomografias computadorizadas solicitadas para planejamento de implantes dentários / Guilherme Mariano Fiuza Leite. Belo Horizonte, 2012.
52f.: il.

Orientador: Martinho Campolina Rebello Horta
Coorientador: Paulo Eduardo Alencar de Souza
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

1. Implantes dentários. 2. Mandíbula. 3. Tomografia computadorizada. I. Horta, Martinho Campolina Rebello. II. Souza, Paulo Eduardo Alencar de. III. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. IV. Título.

Guilherme Mariano Fiuza Leite

**ALTERAÇÕES DO CANAL MANDIBULAR EM TOMOGRAFIAS
COMPUTADORIZADAS SOLICITADAS PARA PLANEJAMENTO DE
IMPLANTES DENTÁRIOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de Concentração: Implantodontia.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:

- 1- Profa. Dra. Tânia Mara Pimenta Amaral – UFMG
- 2- Prof. Dr. Flávio Ricardo Manzi – PUC Minas
- 3- Prof. Dr. Martinho Campolina Rebello Horta – PUC Minas

DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 31 de julho de 2012

A dissertação, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora

Belo Horizonte, 23 de agosto de 2012

Prof. Dr. Martinho Campolina Rebello Horta
**Coordenador do Programa de Pós-graduação
em Odontologia - Mestrado**

AGRADECIMENTO

Agradeço aos meus pais e irmãos pelo apoio e incentivo, incondicional, em mais esta etapa. À Geisa pela compreensão, paciência, cumplicidade e companheirismo durante todo este período. Aos meus sócios, Bruno Iuri, Bruno Avelar e Geisa Swerts pela compreensão e por suprirem a minha ausência quando se fez necessário. Aos meus orientadores, Prof. Martinho Horta e Prof. Paulo Alencar, ao Prof. Flávio Manzi, ao Dr. Vinícius Machado e à Dra. Juliana Lana por tornarem possível a realização deste trabalho e pelo seu enriquecimento. Aos meus colegas pela amizade construída ao longo do curso. Aos professores pelo conhecimento, dedicação e amizade que serão levados por toda vida e, por fim, a todos os funcionários da PUC Minas.

RESUMO

O canal mandibular é uma estrutura anatômica importante na prática odontológica. O conhecimento da localização, do curso, das variações anatômicas e das lesões que acometem o canal mandibular é fundamental para o planejamento em implantodontia. A tomografia computadorizada de feixes cônicos (TCFC) é um exame complementar importante na clínica odontológica, amplamente utilizado no planejamento em implantodontia. Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar a frequência de variações anatômicas e lesões do canal mandibular em TCFC da mandíbula solicitadas para o planejamento de implantes dentários. Este estudo transversal avaliou uma amostra de 250 exames de TCFC (500 canais mandibulares). Os exames de TCFC foram analisados por um radiologista oral que avaliou a presença de variações anatômicas e lesões do canal mandibular. As variações anatômicas observadas foram canal incisivo calibroso (51,6%), ramificação (12,8%) e forame mentoniano acessório (3,2%). As lesões observadas foram hipomineralização das paredes do canal (20,8%), osteosclerose idiopática (8,8%), lesões osteolíticas (3,2%), perfuração iatrogênica do canal mandibular (2,8%) e lesões fibro-ósseas (1,6%). Variações anatômicas e lesões do canal mandibular foram observadas com relevante frequência em TCFC da mandíbula solicitadas para o planejamento de implantes dentários. O conhecimento destas alterações é importante na clínica odontológica e especialmente em implantodontia, tendo em vista que podem alterar o planejamento ou demandar adequado tratamento.

Palavras-chave: Mandíbula. Nervo alveolar inferior. Implante dentário.

ABSTRACT

The mandibular canal is a significant anatomical structure in the dental practice. The knowledge of the location and course of the mandibular canal as well as of the anatomical variations and lesions that affect this structure is noteworthy in implantology. Cone beam computed tomography (CBCT) is an important diagnostic image modality in dental practice, commonly used in dental implants treatment planning. Therefore, the aim of this study was to evaluate the frequency of anatomic variations and lesions of the mandibular canal in cone beam computed tomography (CBCT) of the mandible required for dental implant planning. This cross sectional study evaluated a sample of 250 CBCT exams (500 mandibular canals). The CBCT exams were evaluated by an oral and maxillofacial radiologist who assessed the presence of anatomic variations and lesions of the mandibular canal. The anatomic variations detected were large mandibular incisive canal (51.6%), ramification (12.8%), and accessory mental foramen (3.2%). The identified lesions were hypomineralization of the canal walls (20.8%), idiopathic osteosclerosis (8.8%), osteolytic lesions (3.2%), iatrogenic perforation of the mandibular canal (2.8%), and fibro-osseous lesions (1.6%). Anatomic variations and lesions of the mandibular canal were common findings in CBCT of the mandible required for dental implant planning. The knowledge of these alterations is noteworthy in dental practice and especially in implantology, since many of them may change the dental implant planning as well as must require adequate treatment.

Key words: Mandible. Inferior alveolar nerve. Dental implants.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVO	15
2.1 Objetivo geral	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
ARTIGO 1	16
ARTIGO 2	38
REFERÊNCIAS.....	51
ANEXO	52

1 INTRODUÇÃO

A tomografia computadorizada (TC) é um método de diagnóstico por imagem que, utilizando a radiação X, permite a reprodução de uma secção do corpo humano em quaisquer uns dos três planos do espaço (GARIB et al., 2007). Imagens geradas pela TC possibilitam a identificação precisa de estruturas anatômicas e lesões, além de informações sobre a dimensão e morfologia óssea, dados de grande importância para o planejamento em implantodontia (TEPPER et al., 2001; NAITOH et al., 2010; ANGELOPOULOS; AGHALOO, 2011; KOONG, 2011).

As técnicas de TC mais utilizadas no planejamento de implantes dentários são a tomografia computadorizada multislice (TCMS) e a tomografia computadorizada de feixes cônicos (TCFC). A TCMS utiliza um feixe em forma de leque, colimado e plano, que gira ao redor do paciente em progressão helicoidal para adquirir múltiplos cortes axiais da imagem. A TCFC cria uma imagem em três dimensões proveniente de dados coletados ao redor da imagem de interesse a partir de um scanner. Envolve várias projeções de raios X em forma de cone e sua aquisição por meio de um detector digital do lado oposto, que se movem em sincronia. Essa série de projeções é posteriormente utilizada para gerar imagem em três dimensões fornecendo assim reconstruções primárias nos três planos (axial, sagital e coronário). A dose de radiação relativamente baixa, a praticidade de ser utilizada em clínica odontológica e a boa capacidade de visualização de estruturas anatômicas são alguns dos motivos para a ampla utilização da TCFC na odontologia atual (BOEDDINGHAUS; WHYTE, 2008; SUOMALAINEN et al., 2009; NAITOH et al., 2010; KOONG, 2010; WATANABE et al. 2011).

O canal mandibular é um canal ósseo localizado na mandíbula, que se inicia no forame mandibular e termina no forame mentoniano. Em seu interior encontram-se a artéria alveolar inferior e o nervo alveolar inferior (GREENSTEIN; CAVALLARO; TARNOW, 2008). O conhecimento da localização e do curso do canal mandibular, de suas variações anatômicas e das lesões que acometem esta estrutura é de fundamental importância para o planejamento de implantes dentários e enxertias ósseas (NAITOH et al., 2010; OZTURK et al., 2012; OLIVEIRA-SANTOS et al., 2012).

Diante da importância do canal mandibular no planejamento em implantodontia e da ampla utilização da TCFC como exame complementar para este planejamento, torna-se relevante a identificação de variações anatômicas e lesões do canal mandibular em exames de TCFC solicitados para o planejamento de implantes dentários.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Avaliar a frequência de alterações no canal mandibular em tomografias computadorizadas de feixes cônicos da mandíbula solicitadas para o planejamento de implantes dentários.

2.2 Objetivos específicos

- a) avaliar a frequência de variações anatômicas no canal mandibular em tomografias computadorizadas de feixes cônicos da mandíbula solicitadas para o planejamento de implantes dentários;
- b) Avaliar a frequência de lesões do canal mandibular em tomografias computadorizadas de feixes cônicos da mandíbula solicitadas para planejamento de implantes dentários.

ARTIGO 1

Artigo principal da dissertação que será submetido ao periódico Clinical Oral Implants Research (Qualis A2)

As normas do periódico podem ser acessadas em:

[http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1600-0501/homepage/ForAuthors.html](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1600-0501/homepage/ForAuthors.html)

Anatomic variations and lesions of the mandibular canal detected in cone beam
computed tomography for dental implants

Guilherme Mariano Fiuza Leite ¹

Juliana Pelinsari Lana ²

Vinícius de Carvalho Machado ²

Flávio Ricardo Manzi ¹

Paulo Eduardo Alencar de Souza ¹

Martinho Campolina Rebello Horta ¹

¹ Department of Dentistry, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

² Slice Diagnóstico Volumétrico por Imagem, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

Running title: Mandibular canal alterations detected in cone beam tomography

Key words: mandibular canal; cone beam computed tomography; dental implants

Corresponding author:

Martinho Campolina Rebello Horta

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - Departamento de Odontologia

Av. Dom José Gaspar 500 - Prédio 45 - Sala 110

Belo Horizonte - MG - Brasil - CEP: 30535-901

Phone: (+55) 31 33194341- Fax: (+55) 31 33194166

e-mail: martinhhorta@pucminas.br

Abstract

Objective: To evaluate the frequency of anatomic variations and lesions of the mandibular canal in cone beam computed tomography (CBCT) of the mandible required for dental implant planning.

Material and methods: This cross sectional study evaluated a sample of 250 CBCT exams (500 mandibular canals). The inclusion criteria were CBCT exams of the mandible required for dental implant planning. The CBCT exams were evaluated by an oral and maxillofacial radiologist who assessed the presence of anatomic variations and lesions of the mandibular canal.

Results: The anatomic variations detected were large mandibular incisive canal (51.6%), ramification (12.8%), and accessory mental foramen (3.2%). The identified lesions were hypomineralization of the canal walls (20.8%), idiopathic osteosclerosis (8.8%), osteolytic lesions (3.2%), iatrogenic perforation of the mandibular canal (2.8%), and fibro-osseous lesions (1.6%).

Conclusion: Anatomic variations and lesions of the mandibular canal were common findings in CBCT of the mandible required for dental implant planning. The knowledge of these alterations is noteworthy in dental practice and especially in implantology, since many of them may change the dental implant planning as well as must require adequate treatment.

Introduction

Computed tomography (CT) is a chief complementary exam in implantology since allows the localization of significant anatomic structures and make available data concerning bone morphology (Boeddinghaus & Whyte 2008; Angelopoulos & Aghaloo 2010). Cone beam computed tomography (CBCT) is an important diagnostic image modality in dental practice that employs a cone- or pyramidal-shaped beam to obtain multiple projections in just one rotation (Boeddinghaus & Whyte 2008; Koong 2010). Its main limitations are lack of soft tissue data and limited volume (Watanabe et al. 2011).

The mandibular canal is a bony mandible canal which starts at the mandibular foramen and ends at the mental foramen. It encloses the inferior alveolar artery and

the inferior alveolar nerve, which branches provide innervation to the lower teeth and adjacent structures (Greenstein et al. 2008).

The mandibular canal can show important anatomic variations and should be damaged by inflammatory, infectious, neoplastic, iatrogenic and idiopathic lesions that occur in the mandible (Neville et al. 2008; Oliveira-Santos et al. 2012). Moreover, the course of the mandibular canal is of great importance in implantology since this anatomical structure influences the positioning and size of dental implants, as well as directly interferes in the dimensions of the grafts removed from donor sites such as mandibular ramus and external oblique line (Ozturk et al 2012).

Since the mandibular canal is a significant anatomical structure in implantology and CBCT is an important diagnostic image modality in this dentistry area, the recognition of anatomic variations and lesions of the mandibular canal in CBCT is remarkable. Therefore, the aim of this study was to evaluate the presence of anatomic variations and lesions of the mandibular canal in CBCT of the mandible required for dental implant planning.

Material and methods

Study design

This transversal prevalence study evaluated a sample of 250 CBCT exams made in a private dental radiology clinic in Belo Horizonte, Brazil, between December of 2011 and March of 2012. The study was approved by the local ethics committee (CAAE 0334.0.213.000-11).

The following inclusion criteria were applied: 1) CBCT exams of the mandible; 2) CBCT exams required for implant planning; 3) CBCT exams from patients who accepted to participate in the study.

CBCT exams were excluded on the basis of: 1) presence of technical artifacts that make difficult the mandibular canal evaluation.

Image acquisition and analysis

The exams were performed by the i-CAT cone beam computed tomograph (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA). The tomograph specifications were: Field of view: 6 cm covering the mandible region; Voxel: 0.2 mm; Scan time: 40 seconds.

Image analysis was performed on the i-CAT software, on a multiplanar reconstruction window in which the axial, coronal and sagittal planes could be visualized in 0.2 mm intervals. Panoramic, transversal and tridimensional reconstructions were also performed.

The following anatomic variations were considered: 1) Large mandibular incisive canal; 2) Mandibular canal ramification; 3) Accessory mental foramen.

The following lesions, when associated to the mandibular canal, were considered: 1) Hypomineralization of the canal walls; 2) Iatrogenic perforation of the mandibular canal; 3) Idiopathic osteosclerosis; 4) Fibro-osseous lesions; 5) Osteolytic lesions; 6) Neural tumors; 7) Arteriovenous malformation; 6) Undefined lesions (lesions diagnosed not only by CT findings).

In addition, the buccolingual position of the mandibular canal was evaluated by the measurement of the distance between the mandibular canal and the vestibular cortical bone in the 500 mandibular canals evaluated. This measurement was made in two distinct regions, as illustrated in Figure 4: 1) the ramus region (identified by a line tangent to the anterior edge of the mandibular ramus); 2) the molar region (identified by a parallel line positioned 30 millimeters anterior to the line that locates of the ramus region). These two regions were selected ever since they are in a potentially bone graft donor area (Misch 2000).

The CBCT exams were evaluated by one author who assessed the presence of anatomic variations and lesions of the mandibular canal.

Statistical analysis

Data were analyzed by descriptive and analytical statistics. The frequency of occurrence of each anatomic variation and lesion of the mandibular was calculated. The age of the patients was described using median and range. The gender of the

patients was described using frequency. The paired t-test was used to evaluate difference between the distance among the mandibular canal and the vestibular cortical bone in two distinct regions: 1) the ramus region; 2) the molar region. The significance level was set at 5%. The tests were performed by GraphPad Prism 5.00 (GraphPad Software, San Diego, USA).

Results

In a total of 250 CBCT exams, 147 (58.8%) were from female and 103 (41.2%) from male patients. The patient's age range was 18 to 87 years, with a median age of 55 years.

The identified mandibular canal alterations are referred in Tables 1 and 2 as well as illustrated in Figures 1, 2, and 3.

Incisive ramus was the most common anatomic variation detected (Figures 1c and 1d), observed in 129 patients (51.6%). Mandibular canal ramification (Figures 1a and 1b) was found in 32 (12.8%) cases. Accessory mental foramen (Figures 1e, 1f, and 1g) was apparent in only 8 cases (3.2%).

Hypomineralization of the canal walls was the most detected lesion (Figures 2a and 2b), identified in 52 (20.8%) patients. Idiopathic osteosclerosis was found in 22 (8.8%) cases (Figures 3a and 3b). Osteolytic lesions were identified in 8 (3.2%) patients. Of these 8 cases, 3 were periapical lesions (Figure 2c), 2 were endo-perio lesions, 2 were osseous rarefaction suggestive of abscess, and 1 was an expansive tumoral lesion (Figures 2d and 2e). Iatrogenic perforation of the mandibular canal was detected in 7 cases (2.8%), in which 2 were caused by dental implant (Figures 2f and 2g), 2 by tooth extraction, 2 by graft removal, and 1 by steel wire. Finally, fibro-osseous lesions associated to the mandibular canal were observed in 4 cases (1.6%). Of these cases, 2 were focal cemento-osseous dysplasia (Figures 3c and 3d), 1 were florid cemento-osseous dysplasia, and 1 were periapical cemento-osseous dysplasia.

The distance among the mandibular canal and the vestibular cortical bone is referred in Table 3 as well as illustrated in Figure 4. This distance was higher in the molar region than in the ramus region ($p < 0.05$; Table 3).

Discussion

The mandibular incisive canal is located within the anterior region of the mandible and runs anteriorly from the mandibular canal after the mental foramen. It contains the incisive nerve that supplies innervation to first premolar, canine, lateral incisor and central incisor (Greenstein et al. 2008). The existence of the mandibular incisive canal has already been questioned in the literature (Denissen et al. 1984). However, recent anatomical studies confirmed its existence, since Mraiwa et al. (2003) and Tepper et al. (2001) detected the mandibular incisive canal in 48 (96%) of 50 and 46 (100%) of 46 cadaver mandibles. Mardinger et al. (2000) evaluated 46 cadaver mandibles and showed that the incisive nerve was surrounded by a bony channel showing complete cortical walls in 10 samples (21.7%) and incomplete cortical walls in 27 samples (58.7%). In 9 samples (19.6%) no bone cortical wall was detected and the incisive nerve was enclosed only by the medullary space.

The detection of the incisive mandibular canal by conventional radiographies is inconspicuous. Tepper et al. (2001), using periapical radiographs, detected the incisive canal in 44% of 46 cadaver mandibles (in all of these 46 samples this anatomical structure was macroscopically detected). Moreover, the frequency of detection of the mandibular incisive canal on panoramic radiographs is even lower, ranging from 2.7% (Romanos et al. 2012) to 15% (Jacobs et al. 2004). Nevertheless, when CT exams were employed, the detection of this structure increased to frequencies of 83% (Pires et al. 2012) and 100% (Jacobs et al. 2002; Al-Ani et al. 2012).

In the present study, the mandibular incisive canal was detected in all of the CBCT exams evaluated. Moreover, large mandibular incisive canal was the most common anatomic variation detected, observed in 129 patients (51.6%).

The interforaminal region, delimited by the two mental foramen and anatomical site of the mandibular incisive canals, is an important surgical area in implantology (Greenstein et al. 2008; Al-Ani et al. 2012). Misch et al. (1992) and Misch (1997) considered this region as an excellent bone graft donor site and reported the occurrence of rare and minor complications in this area, considering it a safe zone. Moreover, Ellis (1992) described lower rates of persistent paresthesia after insertion of dental implants in this area (11.3%) compared to the area posterior to the mental

foramen (16.7%). Even though the majority of osteotomies penetrates the mandibular incisive canal without causing neither paresthesia nor other undesirable reactions such as hemorrhage (Romanos & Greenstein 2009), increasing reports of surgical complications in the interforaminal region instigated a reevaluation of the “safe zone” concept, especially in regard to the removal of bone grafts (Al-Ani et al. 2012; Pommer et al. 2008). Pommer et al. (2008) using toothed mandibles evaluated by CT showed that the application of the classical parameters for bone graft removal in the interforaminal region resulted in disruption of the incisive canal in 57% of the samples. Therefore, the authors suggested new safe boundaries for this procedure: the graft must be removed from 8 mm below the apices of the incisors and must provide a maximum thickness of 4 mm.

Ramification of the mandibular canal was the second most common anatomic variation detected and was found in 32 (12.8%) cases. Reports concerning this anatomic variation show high variability of its prevalence. Using CT, the prevalence varies from 19% (Oliveira-Santos et al. 2012) to 65% (Naitoh 2009). In addition, when Rouas et al. (2007) revised the literature concerning the detection of this variation by panoramic radiographies, the frequency decreases to ranges to 0.08% from 8.3%. According Rouas et al. (2007) the studies based on panoramic images tend to show incorrect frequencies of this anatomic variation. In fact, the presence of a deep mylohyoid groove (Sanchis et al. 2003) or lingual vascular canals (Gahleitner et al. 2001) can simulate false mandibular canal ramifications in two-dimensional radiographies. This anatomic variation contains a thin neurovascular bundle with veins, arteries and nervous fibers derived from the inferior alveolar nerve (Bilecenoglu & Tuncer, 2006). Moreover, it is located in anatomic regions (mandibular ramus, mandibular body and retromolar area) important as bone graft donors as well as dental implant placement. Therefore, a ramification of the mandibular canal must be detected during implant treatment planning to avoid complications such as hemorrhage and paresthesia.

Accessory mental foramen is defined as a vestibular foramen, other than the mental foramen, showing continuity with the mandibular canal (Naitoh et al. 2009). The mental accessory nerve extends to the adjacent alveolar mucosa, median labial mucosa and skin near the labial commissure. Moreover, it can communicate with branches of the facial and buccal nerves (Toh et al.1992). In the present study, the

frequency of accessory foramen was 3.2%. Similar results (2 % of frequency) using CT as the diagnostic method have been reported (Sisman et al. 2012). Nevertheless, Oliveira-Santos et al. (2012), Naitoh (2009) and Kalender et al. (2012) reported a higher prevalence of accessory mental foramen (14%, 7% and 6.5%, respectively). With the purpose of avoid neurovascular complications during dental implant surgery, the possibility of the existence of an accessory mental foramen should be considered (Balcioglu & Kocaelli 2009).

Hypomineralization of the canal walls was the most observed lesion of the mandibular canal, identified in 20.8% of the patients. A similar result has been previously reported (Stella & Tharanon 1990). Nevertheless, Oliveira-Santos et al. (2012) observed lack of corticalization of the mandibular canal in 82 (41%) of 200 hemimandibles. Hypomineralization of the mandibular canal walls should difficult its localization, increasing the risk of iatrogenic damage during dental implant surgery. Moreover, this finding should be evaluated as a potentially early indicative of osteopenia or osteoporosis, since there is scientific evidence that the decrease in bone mass due to osteoporosis also affects the mandible (López-López et al. 2011). However, it is important to highlight that these finding must be carefully analyzed, since the visibility of the mandibular canal may differ among different patients and areas of the mandible (Oliveira-Santos et al. 2012). In fact, Oliveira-Santos et al. (2012) showed that lack of corticalization of the mandibular canal should be associated to decreased trabeculation of submandibular gland fossa region.

Idiopathic osteosclerosis is a focal area of dense lamellar bone, with indefinite cause, that usually looks like as a well-defined radiodense mass (Neville et al. 2008). Idiopathic osteosclerosis related to the mandibular canal was found in 22 (8.8%) of the evaluated cases. Kawai et al. (1992) observed this lesion in 9.7% of 1203 panoramic radiographies. Yonetsu et al. (1997) and Sisman et al. (2011) have found an equal prevalence of 6.1% in, respectively, 1047 and 2211 panoramic radiographies, a majority of it located near the mandibular molar area. However, it is important to highlight the present study evaluate only lesions in mandible anatomically related to the mandibular canal, making difficult the comparison with these reports. Although no study was found regarding long term evaluation of dental implants placement in areas of idiopathic osteoesclerosis, its presence should not contraindicate this treatment, since the biologic nature of the lesion (area of dense lamellar bone) is compatible with a satisfactory osseointegration.

The following osteolytic lesions were identified in 8 (3.2%) of the evaluated CBCT exams: periapical lesion (3 cases), endo-perio lesion (2 cases), osseous rarefaction suggestive of abscess (2 cases), and expansive tumoral lesion (1 case). The detection of these lesions is of great importance not only in implantology, but in the dental practice. Firstly, these lesions demand adequate treatment that varies according to its specific diagnosis (Neville et al. 2008). Moreover, it can cause disruption or displacement of the mandibular canal, which should cause paresthesia of the mandibular inferior nerve (Aziz et al. 2002; Yeler et al. 2004; Mohammadi 2010). Finally, it can postpone or change the implant treatment planning.

Iatrogenic perforation of the mandibular canal was detected in 7 cases (2.8%) in which 2 were caused by dental implant, 2 by tooth extraction, 2 by graft removal, and 1 by steel wire. All of the observed iatrogenic disruptions of the mandibular canal are harmful to the patient, mainly because of the risk of paresthesia. In addition, the significant disability associated with these injuries may result in legal claims. In fact, many of these iatrogenic injuries can be avoided with adequate planning of dental procedures such as implant placement, graft removal, and tooth extraction (Renton 2010).

Fibro-osseous lesions are a diverse group of pathologic process characterized by replacement of normal bone by fibrous connective tissue showing newly formed mineralized foci. The fibro-osseous lesions are classified as fibrous dysplasia, cemento-osseous dysplasia (focal, periapical and florid), and ossifying fibroma. Since these processes show similar histopathological features, the correlation among histopathological, clinical and imaging features is imperative to the diagnosis (Waldron 1995; Eversole et al. 2008; Neville et al. 2008). Fibro-osseous lesions associated to the mandibular canal were observed in 4 cases (1.6%), all of them diagnosed as cemento-osseous dysplasia: 2 focal cemento-osseous dysplasia, 1 florid cemento-osseous dysplasia, and 1 periapical cemento-osseous dysplasia. Cemento-osseous dysplasias are non-neoplastic processes of unknown etiology that are limited to the tooth-bearing areas. These lesions do not demand any treatment, unless they became secondarily infected by exposure in the oral cavity due to alveolar ridge resorption. In almost all cases, the diagnosis of the three forms of cemento-osseous dysplasia is based only in clinical and radiographic features. However, some cases of focal cemento-osseous dysplasia may require

histopathological analysis for the diagnosis (Waldron 1995; Eversole et al. 2008; Neville et al. 2008). It is important to emphasize that dental implant placement through areas of cemento-osseous dysplasia must be contraindicated. These lesions, mainly in its late stages, are characterized by a sclerotic mass of cemento-osseous mineralized material that have a tendency to be hypovascular and predisposed to necrosis after surgical manipulation (Neville et al. 2008). To the best of our knowledge, there is no study concerning dental implant placement in areas of cemento-osseous dysplasia.

The course of the mandibular canal is of utmost importance in dental implant planning, since this anatomical structure influences the positioning and size of dental implants, as well as directly interferes in the dimensions of the grafts removed from donor sites such as mandibular ramus and external oblique line (Ozturk et al. 2012). The present study shows that the distance among the mandibular canal and the vestibular cortical bone was higher in the molar region (median of 3.79 millimeters) than in the ramus region (median 2.20 of millimeters). An additional significant result is the high variation in these measurements, which ranged from 0.57 to 5.8 millimeters in the ramus region and from 0.40 to 7.0 millimeters in the molar region. The closer proximity of the mandibular canal to the lingual cortical in the molar region was also reported by Ozturk et al. (2012). Kim et al (2009) reinforced that the buccolingual position of the mandibular canal becomes important when the vertical dimension of the mandibular crest is reduced by bone resorption, cases in which dental implants may be placed buccally to the mandibular canal. Moreover, these regions are potentially bone graft donor areas (Misch 2000). Therefore, the knowledge of the buccolingual position of the mandibular canal is significant in dental implant planning, to avoid mandibular canal iatrogenic disruption during dental implant placement or bone graft removal.

In conclusion, anatomic variations and lesions of the mandibular canal were common findings in CBCT of the mandible required for dental implant planning. The knowledge of these alterations is noteworthy in dental practice and especially in implantology, since many of them may change the dental implant planning as well as must require adequate treatment. Since these alterations were better detected by CT, this exam must be performed in all cases of dental implant. Finally, it is necessary to highlight that the results of this study should not be applied to the

general population, ever since the evaluated sample belongs to dental implant patients exhibiting specific features such as tooth loss and high median age.

Acknowledgements

This study was supported by grants from Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG, and Fundo de Incentivo à Pesquisa da PUC Minas - FIP PUC Minas, Brazil.

References

- Angelopoulos, C. & Aghaloo, T. (2011) Imaging technology in implant diagnosis. *Dental Clinics of North America* **55**: 141-158.
- Al-Ani, O., Nambiar, P., Há, K.O. & Ngeow, W.C. (2012) Safe zone for bone harvesting from the interforaminal region of the mandible. *Clinical Oral Implants Research*. Jan 11.
- Aziz, S.R., Pulse, C., Dourmas, M.A., Roser, S.M. (2002) Inferior alveolar nerve paresthesia associated with a mandibular dentigerous cyst. *Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*. **60**: 457-459.
- Balcioglu, H.A. & Kocaelli, H. (2009) Accessory mental foramen. *North American journal of medical sciences* **1**:314-315.
- Bilecenoglu, B. & Tuncer, N. (2006) Clinical and anatomical study of retromolar foramen and canal. *Journal of Oral & Maxillofacial Surgery* **64**:1493-1497.
- Boeddinghaus, R. & Whyte, A. (2008) Current concepts in maxillofacial imaging. *European Journal of Radiology* **66**: 396-418.
- Denissen, H.W., Veldhuis, H.A. & van Faassen, F. (1984) Implant placement in the atrophic mandible: an anatomic study. *Journal of Prosthetic Dentistry*. **52**: 260-263.
- Ellies, L. G. (1992) Altered sensation following mandibular implant surgery: a retrospective study. *Journal of Prosthetic Dentistry* **68**: 664-671.
- Eversole, R., Su, L. & ElMofty S. (2008) fibro-osseous lesions of the craniofacial complex. A review. *Head and Neck Pathology*. **2**: 177-202.

Greenstein, G., Cavallaro, J. & Tarnow, D. (2008) Practical application of anatomy for the dental implant surgeon. *Journal of Periodontology* **79**:1833-1846.

Gahleitner A, Hofschneider U, Tepper G, Pretterklieber M, Schick S, Konstantin Z, et al. (2001) Lingual vascular canals of the mandible: evaluation with dental CT. *Radiology* **220**:186-189.

Jacobs, R., Mraiwa, N., van Steenberghe, D., Gijbels, F. & Quirynen, M. (2002) Appearance, location, course, and morphology of the mandibular incisive canal: an assessment on spiral CT scan. *Dento Maxillo Facial Radiology* **31**:322-327.

Jacobs, R., Mraiwa, N., Van Steenberghe, D., Sanderink, G. & Quirynen, M. (2004) Appearance of the mandibular incisive canal on panoramic radiographs. *Surgical and Radiologic Anatomy* **26**:329-333.

Kawai, T., Hirakuma, H., Murakami, S. & Fuchihata H. (1992) Radiographic investigation of idiopathic osteosclerosis of the jaws in Japanese dental outpatients. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology & Endodontics*. **74**: 237-242.

Kalender, A., Orhan, K. & Aksoy, U. (2012) Evaluation of the mental foramen and accessory mental foramen in Turkish patients using cone-beam computed tomography images reconstructed from a volumetric rendering program. *Clinical Anatomy* **25**: 584-592.

Kim, S.T., Hu, K.S., Song, W.C., Kang, M.K., Park, H.D., Kim, H.J.(2009) Location of the mandibular canal and the topography of its neurovascular structures. *The Journal of Craniofacial Surgery*. **20**: 936-939.

Koong, B. (2010) Cone beam imaging: is this the ultimate imaging modality? *Clinical Oral Implants Research* **11**: 1201-1208.

López-López, J., Estrugo-Devesa, A., Jane-Salas, E., Ayuso-Montero, R., & Gómez-Vaquero, C. (2011) Early diagnosis of osteoporosis by means of orthopantomograms and oral x-rays: a systematic review. *Medicina oral, patología oral y cirugía bucal*. **16**: e905-913.

Mardinger, O., Chaushu, G., Arensburg, B., Taicher, S. & Kaffe, I. (2000) Anatomic and radiologic course of the mandibular incisive canal. *Surgical and Radiologic Anatomy* **22**: 157-161.

Mohammadi, Z. (2010) Endodontics-related paresthesia of the mental and inferior alveolar nerves: an updated review. *Journal (Canadian Dental Association)*. **76**: a117.

Misch CM. Use of the mandibular ramus as a donor site for onlay bone grafting. (2000) *The Journal of Oral Implantology* **27**: 42-49

Misch, C.M., Misch, C.E., Resnik, R.R. & Ismail, Y.H. (1992) Reconstruction of maxillary alveolar defects with mandibular symphysis grafts for dental implants: a

preliminary procedural report. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. **7**: 360-366.

Misch, C.M. (1997) Comparison of intraoral donor sites for onlay grafting prior to implant placement. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. **12**: 767-76.

Mraiwa, N., Jacobs, R., Moerman, P., Lambrechts, I., van Steenberghe, D. & Quirynen, M. (2003) Presence and course of the incisive canal in the human mandibular interforaminal region: two-dimensional imaging versus anatomical observations. *Surgical and Radiologic Anatomy* **25**(5-6):416-423.

Naitoh, M., Hiraiwa, Y., Aimiya, H. & Arijji, E. (2009) Observation of bifid mandibular canal using cone-beam computerized tomography. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants* **24**(1):155-159.

Naitoh, M., Hiraiwa, Y., Aimiya, H. & Gotoh, K. & Arijji, E. (2009) Accessory mental foramen assessment using cone-beam computed tomography. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology & Endodontics* **107**:289-294.

Neville, B.W., Damm, D.D., Allen, C.M. & Bouquot, J.E. (2008) *Oral and Maxillofacial Pathology*, 3rd edition. Louis, MO: Saunders.

Ozturk, A., Potluri, A. & Vieira, A.R. (2012). Position and course of the mandibular canal in skulls. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology & Endodontics* **113**:453-458.

Oliveira-Santos, C., Souza, P. H., Azambuja Berti-Couto, S., Stinkens, L., Moyaert, K., Rubira-Bullen, I. R. & Jacobs, R. (2012) Assessment of variations of the mandibular canal through cone beam computed tomography. *Clinical Oral Investigation* **16**:387-393.

Pires, C.A., Bissada, N.F., Becker, J.J., Kanawati, A. & Landers, M.A. (2012) Mandibular incisive canal: cone beam computed tomography. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. **14**: 67-73.

Pommer, B., Tepper, G., Gahleitner, A., Zechner, W. & Watzek G. (2008) New safety margins for chin bone harvesting based on the course of the mandibular incisive canal in CT. *Clinical Oral Implants Research*. **19**: 1312-1316.

Renton, T. (2010) Prevention of iatrogenic inferior alveolar nerve injuries in relation to dental procedures. *Dental Update*. **37**: 350-352, 354-356, 358-360.

Romanos, G. E. & Greenstein, G. (2009) The incisive canal. Considerations during implant placement: case report and literature review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants* **24**:740-745.

Romanos, G.E., Papadimitriou, D.E., Royer, K., Stefanova-Stephens, N., Salwan, R., Malmström, H., Caton, J.G. (2012) The Presence of the Mandibular Incisive Canal: A Panoramic Radiographic Examination. *Implant Dentistry*. **21**: 202-206.

Rouas, P., Nancy, J. & Bar, D. (2007) Identification of double mandibular canals: literature review and three case reports with CT scans and cone beam CT. *Dento Maxillo Facial Radiology* **36**:34-38.

Sanchis, J.M., Penarrocha, M. & Soler, F. (2003) Bifid Mandibular Canal. *Journal of Oral & Maxillofacial Surgery* **61**:422–424.

Sisman, Y., Sahman, H., Sekerci, A., Tokmak, T.T, Aksu, Y. & Mavili, E. (2012) Detection and characterization of the mandibular accessory buccal foramen using CT. *Dento Maxillo Facial Radiology*. Apr 12.

Sisman, Y., Ertas, E.T., Ertas, H. & Sekerci, A.E. (2011) The frequency and distribution of idiopathic osteosclerosis of the jaw. *European Journal of Dentistry*. **5**:409-414.

Stella, J.P., Tharanon, W. (1990) A precise radiographic method to determine the location of the inferior alveolar canal in the posterior edentulous mandible: Implications for dental implants. Part I: Technique. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants* **5**: 23-29.

Tepper, G., Hofschneider, U. B., Gahleitner, A. & Ulm, C. (2001) Computed tomographic diagnosis and localization of bone canals in the mandibular interforaminal region for prevention of bleeding complications during implant surgery. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants* **16**:68-72.

Waldron, C.A. (1993) Fibro-osseous lesions of the jaws. *Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*. **51**: 828-835.

Toh, H., Kodama, J., Yanagisako, M. & Ohmori, T. (1992) Anatomical study of the accessory mental foramen and the distribution of its nerve. *Okajimas Folia Anatomica Japonica*. **69**:85-8.

Yeler, H., Ozeç, I. & Kiliç, E. (2004) Infection-related inferior alveolar and mental nerve paresthesia: case reports. *Quintessence International*. **35**: 313-316.

Yonetsu, K., Yuasa, K. & Kanda, S. (1997) Idiopathic osteosclerosis of the jaws: panoramic radiographic and computed tomographic findings *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology & Endodontics*. **83**: 517-521.

Watanabe, H., Honda, E., Tetsumura, A. & Kurabayashi, T. (2011) A comparative study for spatial resolution and subjective image characteristics of a multi-slice CT and a cone-beam CT for dental use. *European Journal of Radiology* **77**: 397-402.

Table 1 – Anatomic variations of the mandibular canal detected in the 250 CBCT exams evaluated

Anatomic variation	Characteristics	Frequency
Large mandibular incisive canal	Total	129 (51.6%)
	Unilateral	51
	Bilateral	78
Mandibular canal ramification	Total	32 (12.8%)
	Unilateral	27
	Bilateral	5
Accessory mental foramen	Total	8 (3.2%)
	Unilateral	8
	Bilateral	0

Table 2 – Lesions of mandibular canal detected in the 250 CBCT exams evaluated

Lesion	Characteristics	Frequency
Hypomineralization of the canal walls	Total	52 (20.8%)
	Unilateral	28
	Bilateral	24
Idiopathic osteosclerosis	Total	22 (8.8%)
	Unilateral	21
	Bilateral	1
Osteolytic lesions	Total	8 (3.2%)
	Periapical lesion (unilateral)	3
	Suggestive of abscess (unilateral)	2
	Endo-perio lesion (unilateral)	2
	Expansive tumoral lesion (unilateral)	1
Iatrogenic perforation of the mandibular canal	Total	7 (2.8%)
	By dental implant (unilateral)	2
	By tooth extraction (unilateral)	2
	By graft removal (unilateral)	2
	By steel wire (unilateral)	1
Fibro-osseous lesions	Total	4 (1.6%)
	Focal cemento-osseous dysplasia	2
	Periapical cemento-osseous dysplasia	1
	Florid cemento-osseous dysplasia	1

Table 3 – Distance among the mandibular canal and the buccal cortical bone detected in the 500 mandibular canals evaluated

Distance values	Ramus region¹	Molar region²	P value³
Minimum	0.57 mm	0.40 mm	
Percentile 25	1.80 mm	3.00 mm	
Percentile 50 (Median)	2.20 mm	3.79 mm	<0.05
Percentile 75	3.00 mm	4.43 mm	
Maximum	5.80 mm	7.00 mm	

¹ Ramus region: identified by a line tangent to the anterior edge of the mandibular ramus

² Molar region: identified by a parallel line positioned 30 millimeters anterior to the line that locates of the ramus region

³ P value was obtained by the t paired test

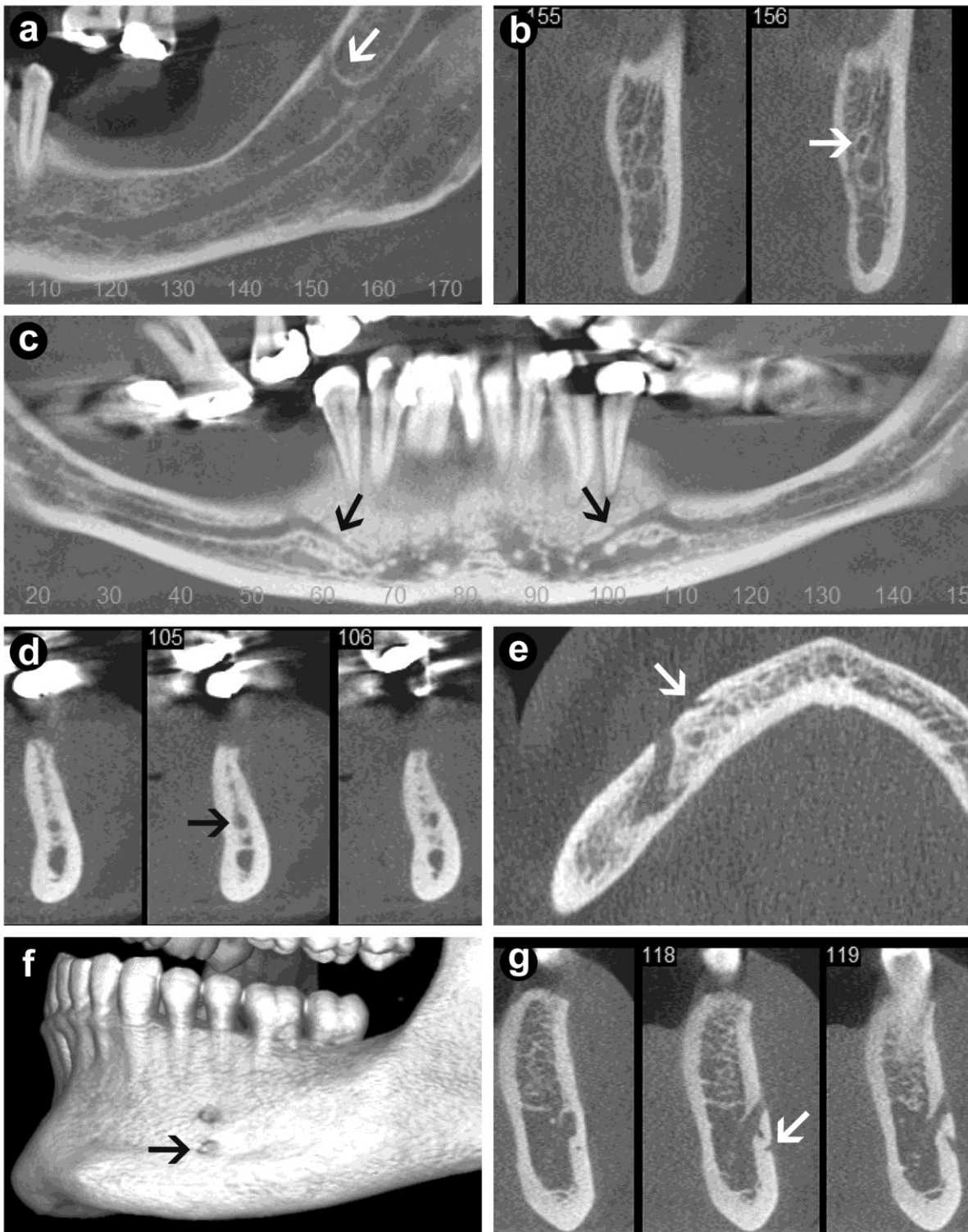


Figure 1 – Mandibular canal ramification (a, b), large mandibular incisive canal (c, d), and accessory foramen (e, f, g).

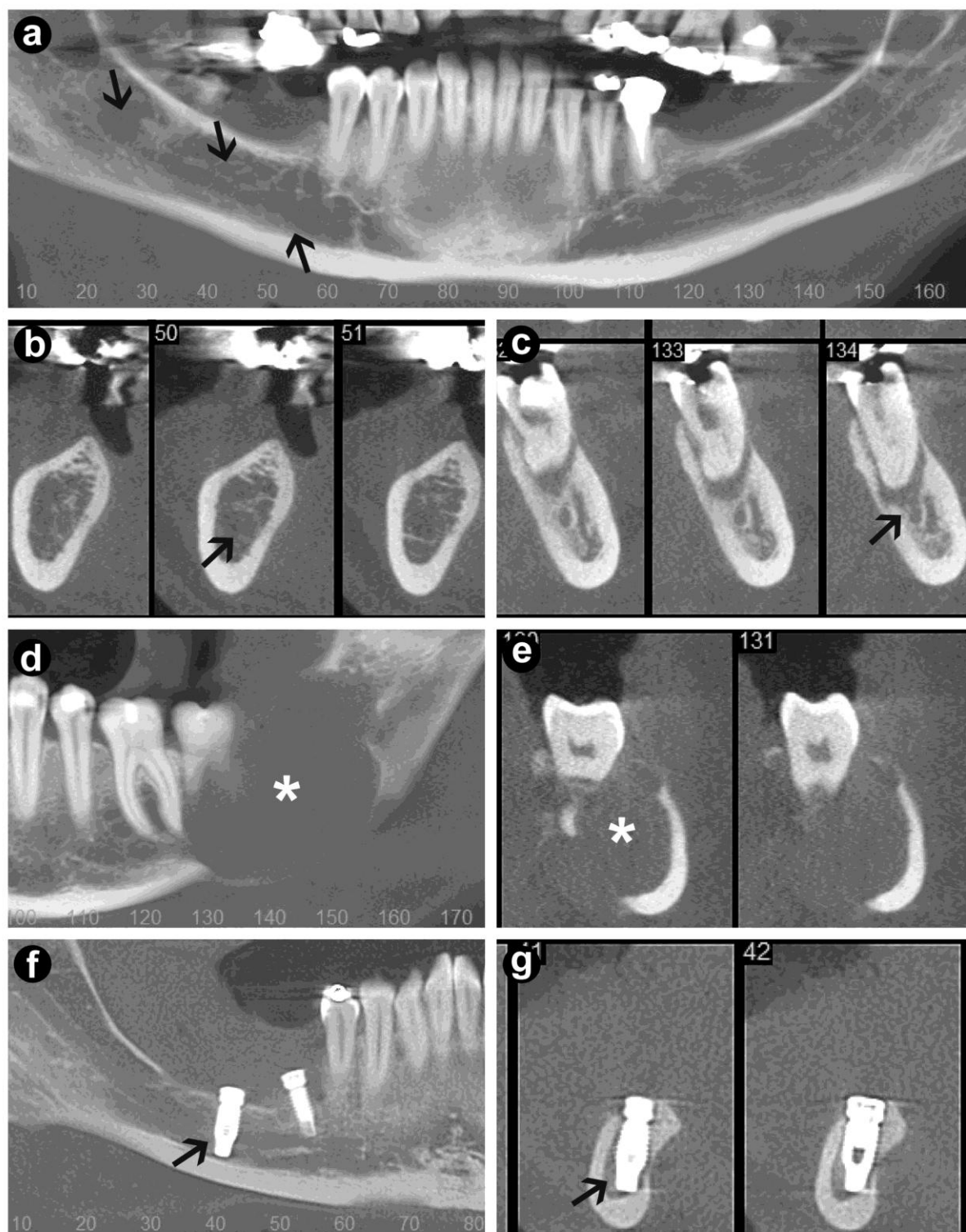


Figure 2 – Hypomineralization of the canal walls (a, b), periapical lesion (c), expansive tumoral lesion (d,e), and iatrogenic perforation of the mandibular canal by dental implant (f,g).



Figure 3 – Idiopathic osteosclerosis (a, b) and focal cemento-osseous dysplasia (c,d).

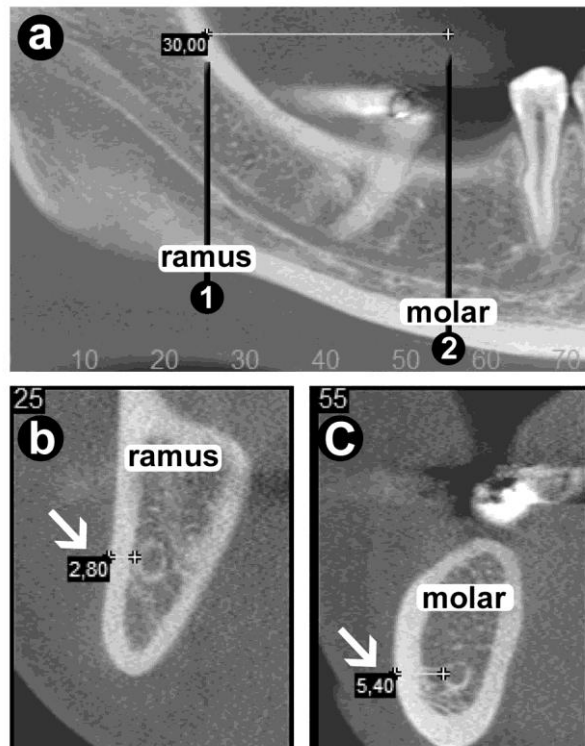


Figure 4 – The distance among the mandibular canal and the buccal cortical bone was evaluated in two distinct regions (a): 1) the ramus region (identified by a line tangent to the anterior edge of the mandibular ramus); 2) the molar region (identified by a parallel line positioned 30 millimeters anterior to the line that locates of the ramus region). The arrow point the result of the measurement in the ramus area (b) an in the molar area (c).

ARTIGO 2

Artigo de revisão da literatura que será submetido ao periódico Revista Gaúcha de Odontologia (Qualis B3)

As normas do periódico podem ser acessadas em:

<http://revodonto.bvsalud.org/revistas/rgo/pinstruc.htm>

Variações anatômicas do canal mandibular e sua importância no planejamento em
implantodontia

Anatomical variations of the mandibular canal and its importance in dental implants
planning

Categoria: Revisão de literatura

Short title: Variações anatômicas do canal mandibular

Guilherme Mariano Fiuza Leite ¹

Juliana Pelinsari Lana ²

Vinícius de Carvalho Machado ²

Paulo Eduardo Alencar de Souza ¹

Flávio Ricardo Manzi ¹

Martinho Campolina Rebello Horta ¹

¹ Departamento de Odontologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais,
Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

² Slice Diagnóstico Volumétrico por Imagem, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

Autor correspondente: Martinho Campolina Rebello Horta

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - Departamento de Odontologia

Av. Dom José Gaspar 500 - Prédio 45 - Sala 110

Belo Horizonte - MG - Brasil - CEP: 30535-901

Phone: (+55) 31 33194341- Fax: (+55) 31 33194166

e-mail: martinhhorta@pucminas.br

RESUMO

O canal mandibular é um canal ósseo, que se inicia no forame mandibular e termina no forame mentoniano, no interior do qual se localizam a artéria alveolar inferior e o nervo alveolar inferior. O conhecimento da localização e do curso do canal mandibular e das variações anatômicas que acometem esta estrutura é de fundamental importância para o planejamento em implantodontia. O presente estudo tem como objetivo revisar a literatura sobre as variações anatômicas do canal mandibular e sua importância no planejamento em implantodontia.

Termos de indexação: Mandíbula. Nervo alveolar inferior. Implante dentário

ABSTRACT

The mandibular canal is a bony canal located in the mandible, which starts at the mandibular foramen and ends at the mental foramen. It contains the inferior alveolar artery and the inferior alveolar nerve. The knowledge of the location and course of the mandibular canal as well as of the anatomical variations that affect this structure is essential for planning in implantology. The present study aims to review the literature on the anatomical variations of the mandibular canal and its importance in implant dentistry planning.

Indexing terms: Mandible. Inferior alveolar nerve. Dental implants.

INTRODUÇÃO

O canal mandibular é um canal ósseo localizado na mandíbula, que se inicia no forame mandibular e termina no forame mentoniano. Em seu interior encontram-se a artéria alveolar inferior e o nervo alveolar inferior. Ramos dentais e incisivos deixam o nervo alveolar inferior para fornecer inervação aos dentes inferiores e estruturas adjacentes¹.

A localização e o curso do canal mandibular são de grande importância no planejamento de implantes dentários e quaisquer procedimentos cirúrgicos envolvendo a mandíbula². Estes parâmetros interferem diretamente no posicionamento e tamanho dos implantes bem como na dimensão de enxertos ósseos de áreas doadoras como ramo, linha oblíqua externa, mento e região retromolar².

Há várias maneiras por meio das quais o nervo alveolar inferior pode ser danificado durante uma cirurgia associada ao tratamento com implantes dentários³⁻⁴: injeção intraneural de anestésico, compressão do nervo por um implante sobre o canal mandibular, pressão sobre o nervo mentoniano em um retalho refletido, penetração do canal mandibular pela broca utilizada no preparo do leito receptor do implante, osteotomias para obtenção de enxertos ósseos. Ellies⁵ relatou, após a inserção de implante na região mandibular, uma frequência de parestesia transitória em 24% e persistente em 13% dos casos.

O conhecimento da anatomia do canal mandibular e de suas variações anatômicas é de fundamental importância para o planejamento adequado em implantodontia, prevenindo lesões iatrogênicas sobre esta importante estrutura anatômica^{1,6}. Portanto, o presente estudo tem como objetivo revisar a literatura sobre as variações anatômicas do canal mandibular e sua importância no planejamento em implantodontia.

REVISÃO DE LITERATURA

Ramificação do canal mandibular (canal bífido)

O termo bífido é derivado do latim e significa uma fissura em duas partes ou ramificação⁷. Durante o desenvolvimento embrionário, o canal mandibular se forma após a fusão de três ramos nervosos independentes que inervam incisivos, pré-molares e molares inferiores⁸. Uma fusão incompleta destes três ramos nervosos embrionários poderia explicar a existência de ramificações do canal mandibular⁹. A figura 1b ilustra esta variação anatômica.

Vários estudos foram realizados propondo uma classificação dos canais mandibulares bífidos utilizando parâmetros como presença de forame mandibular

adicional e largura do canal⁷. Naitoh et al.¹⁰ classificaram esta variação anatômica de acordo com sua configuração e localização em: tipo I – canal retromolar (observado em 25,4% dos casos, quando um forame da ramificação é notado na superfície óssea da região retromolar); tipo II – canal dental (observado em 7,4% dos casos, quando a ramificação termina no ápice do segundo ou terceiro molar); tipo III canal para a frente (observado em 44,3% dos casos, nos quais origina-se da parede superior do canal mandibular, com ou sem confluência com o canal principal); tipo IV - canal buco-lingual (observado em 1,6% dos casos, nos quais origina-se da parede bucal ou lingual do canal mandibular).

Rouas et al.¹¹ revisaram a literatura a respeito da detecção desta variação anatômica por meio de radiografias panorâmicas e observaram frequências que variavam entre 0,08% e 8,3%. Estudos utilizando tomografia computadorizada reportam prevalências maiores, que variam entre 19%⁶ e 65%¹⁰. Naitoh et al.¹⁰, que observaram frequência de 65% anteriormente citada, destacam que há uma óbvia limitação para a identificação desta variação anatômica por meio de exames por imagem bidimensionais como a radiografia panorâmica.

Cabe destacar que as ramificações apresentam em seu interior um feixe neurovascular com veias, artérias e fibras nervosas derivadas do nervo alveolar inferior¹². Portanto, complicações como hemorragia e parestesia podem ocorrer na instalação de implantes dentais e na remoção de enxertos ósseos em áreas apresentando esta variação anatômica^{10,12}.

Canal incisivo mandibular

A existência do canal incisivo mandibular já foi questionada na literatura¹⁴. Localizado na região anterior da mandíbula, em sentido anterior após o forame mentoniano, esta estrutura contém o nervo incisivo, que inerva primeiro pré-molar, canino, incisivo lateral e incisivo central¹. A figura 1b ilustra esta variação anatômica.

Denissen et al.¹⁴ não observaram o canal incisivo mandibular em um estudo anatômico em mandíbulas realizado em 1984. Entretanto, estudos anatômicos recentes indicam sua presença^{15,16}. Mraiwa et al.¹⁵ observaram um canal incisivo bem definido e visível macroscopicamente em 48 (96%) de 50 mandíbulas de adultos. Estes canais apresentaram um diâmetro médio de 1,8 milímetros, com desvio padrão de 0,5 milímetros¹⁵. Mardinger et al.¹⁶ observaram a presença do feixe

do nervo incisivo em 100% de 46 hemimandíbulas. Entretanto, o nervo incisivo era envolvido por um canal apresentando paredes corticais completas em 10 amostras e parciais em 27 amostras¹⁶. Em 9 amostras, o nervo atravessava o espaço medular sem a presença de um canal corticalizado¹⁶. De Andrade¹⁷ descreveram o comprimento do nervo incisivo em 20 mandíbulas: média de 20,58 e desvio padrão de 2,99 milímetros no lado direito e média de 21,45 e desvio padrão de 2,06 milímetros no lado esquerdo.

Não obstante a controvérsia sobre de sua observação em estudos anatômicos^{14,15,16}, a frequência de detecção do canal incisivo mandibular em radiografias panorâmicas é muito pequena^{18,19}. Avaliando radiografias panorâmicas de 545 pacientes, Jacobs et al.¹⁸ detectaram o canal incisivo em 15% dos casos, sendo que apenas 1,3% apresentaram boa visibilidade. Romanos et al.¹⁹ observaram a presença do canal incisivo em apenas 2,7% em uma amostra de 1045 radiografias panorâmicas. Entretanto, estudos recentes utilizando tomografia computadorizada de feixes cônicos (TCFC) observaram o canal incisivo em uma frequência de 83%^{20,21} e 100%²² dos exames.

A região interforames, localizada entre os forames mentonianos e sítio anatômico do canal incisivo, é uma área de grande atuação em implantodontia^{1,5,22,23}. Misch et al.²³ e Misch²⁴ estudaram esta região como doadora de enxertos ósseos e relataram a ocorrência de complicações raras e de menor importância, considerando-a uma zona segura. Ellis² descreveu um índice menor de parestesia persistente após a inserção de implantes nesta área (11,3%), quando comparada à inserção de implantes na região posterior ao forame mentoniano (16,7%). Entretanto, o aumento de relatos de complicações cirúrgicas na região interforames proporcionou uma reavaliação do conceito de zona segura, principalmente no que tange à remoção de enxertos ósseos^{22,25}. Pommer et al.²⁵, utilizando 50 mandíbulas dentadas avaliadas por meio de tomografias computadorizadas, demonstraram que a aplicação os parâmetros clássicos para a remoção de enxerto na região interforames resultou em ruptura do canal incisivo em 57% das amostras. Após estes resultados, os autores sugeriram novas margens seguras para este procedimento: o enxerto deve ser removido 8 milímetros abaixo dos ápices dos incisivos e deve apresentar uma espessura máxima de 4 milímetros²⁵.

A falha na osseointegração de um implante que atinge um canal ósseo pode ser atribuída à migração de tecido mole do canal ao redor da superfície do implante, impedindo sua osseointegração²⁶. Outra complicação decorrente da inserção de um implante através de um feixe nervoso é a formação de um neuroma traumático, uma proliferação de tecido conjuntivo e fibras nervosas decorrente da tentativa de regeneração das fibras nervosas após sua secção por um trauma mecânico²⁷.

Forame mentoniano acessório

Forame mentoniano acessório é definido como um forame vestibular, mostrando continuidade com o canal mandibular, que não seja o forame mentoniano²⁸. O nervo mentoniano acessório (associado ao forame mentoniano acessório) pode inervar a mucosa adjacente, a mucosa da região labial mediana e a pele próxima à comissura labial²⁹. Adicionalmente, pode se comunicar com ramos dos nervos bucal e facial²⁹. A figura 1c ilustra esta variação anatômica.

Sisman et al.³⁰ observaram esta variação anatômica em 14 (2%) de 504 pacientes, utilizando tomografia computadorizada como método de diagnóstico. Segundo os autores, o forame acessório estava localizado em média a 5 milímetros do forame mentoniano e a medida de seu longo eixo apresentou uma média de 1,4 milímetros.

Kalender et al.³¹, analisando 193 pacientes por meio de TCFC, observaram uma frequência de 6,5% de forames mentonianos acessórios. A média das medidas da extensão do forame acessório foi de 1,5 milímetros no seu sentido horizontal e de 1,3 milímetros no sentido vertical³¹.

Naitoh et al.²⁸ avaliando 157 pacientes por meio de TCFC encontrou uma prevalência de 7% desta variação anatômica, observando também uma distância média de 6,3 milímetros entre o forame mentoniano e o forame acessório.

Oliveira-Santos et al.⁶ investigando alterações do canal mandibular por meio de TCFC observaram uma frequência de 14% de forames mentonianos acessórios em uma amostra de 100 pacientes.

A possibilidade da existência de um forame mentoniano acessório deve ser considerada durante procedimentos cirúrgicos associados à implantodontia, com o objetivo de se evitar complicações neurovasculares decorrentes de ruptura iatrogênica.³²

Variações do curso do canal mandibular

A localização e o curso intraósseo do canal mandibular são de grande importância no planejamento de implantes dentários e cirurgias de enxertia óssea². Estes parâmetros interferem diretamente no posicionamento e tamanho dos implantes bem como na dimensão de enxertos ósseos de áreas doadoras como ramo, linha oblíqua externa, mento e região retromolar².

Nortjé et al.³³ estudaram o percurso do canal mandibular, no sentido vertical, em 3612 radiografias panorâmicas, classificando-o em três categorias: alto, baixo e intermediário. Na categoria alto (46,7% dos casos), o canal mandibular estava localizado rente aos ápices dos segundos molares. Na categoria baixo (48,9% dos casos), o canal mandibular passava próximo à base da mandíbula. Na categoria intermediário (3,3% dos casos), o canal mandibular estava situado em uma posição mediana em relação aos ápices dos molares e à base da mandíbula.

Kieser et al.³⁴ avaliaram o curso vertical do canal mandibular em 39 mandíbulas secas edêntulas. Em 30,8% dos casos o canal mandibular localizava-se na parte superior do corpo da mandíbula. Em 69,2% o canal mandibular estava na metade inferior do corpo da mandíbula ou rente à sua base.

Ozturk et al.² avaliaram a posição e o curso do canal mandibular, tanto no sentido vertical quanto no vestibulo-lingual, em 52 crânios dentados, por meio de tomografias computadorizadas. No sentido vertical, o curso do canal foi classificado em três categorias principais: 1) curso em linha reta, em que a última parte do canal mandibular se encontrava praticamente no mesmo nível do forame mentoniano (12,2% dos casos); 2) curso progressivo descendente (de posterior para anterior), no qual o canal mandibular desce até estabilizar na região de molar e depois sobe para alcançar o forame mentoniano na região de pré-molar (36,7%); 3) curso semelhante à catenária (família de curvas semelhantes às que seriam geradas por um fio suspenso entre dois pontos), no qual o canal, na altura dos terceiros molares, está situado no mesmo nível da borda superior do forame mentoniano (51,1%). No sentido vestibulo-lingual, na maioria dos casos, o canal estava em contato ou próximo à cortical lingual na região dos molares. Na região mesial do primeiro molar, a média da distância entre o canal mandibular e a cortical vestibular foi de 4,47

milímetros (variando de 2,0 a 7,6 milímetros). Nesta mesma região, a média da distância entre o canal mandibular e a cortical lingual foi de 1,81 milímetros (variando de 0 a 7,3 milímetros).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mandíbula é uma região de grande atuação da implantodontia, seja como sítio para instalação de implantes, seja como área doadora de enxertos ósseos. A localização, as variações anatômicas e o curso intraósseo do canal mandibular devem ser atenciosamente avaliados durante o planejamento cirúrgico em implantodontia com o objetivo de evitar complicações relacionadas ao rompimento desta estrutura anatômica. A adequada indicação e interpretação de exames de imagem, principalmente tomografias computadorizadas, é fundamental para o diagnóstico apropriado destas variações.

REFERÊNCIAS

1. Greenstein G, Cavallaro J, Tarnow D. Practical application of anatomy for the dental implant surgeon. *J Periodontol*. 2008 Oct; 79(10):1833-46.
2. Ozturk A, Potluri A, Vieira AR. Position and course of the mandibular canal in skulls. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2012 Apr; 113(4):453-8.
3. Walton JN. Altered sensation associated with implants in the anterior mandible: a prospective study. *J Prosthet Dent*. 2000 Apr; 83(4):443-9.
4. Worthington P. Injury to the inferior alveolar nerve during implant placement: a formula for protection of the patient and clinician. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004 Sept-Oct; 19(5):731-4.
5. Ellies LG. Altered sensation following mandibular implant surgery: a retrospective study. *J Prosthet Dent*. 1992 Oct;68(4):664-71.
6. Oliveira-Santos C, Souza PH, Azambuja Berti-Couto S, Stinkens L, Moyaert K, Rubira-Bullen IR, Jacobs R. Assessment of variations of the mandibular canal through cone beam computed tomography. *Clin Oral Investig*. 2012 Apr; 16(2):387-93.
7. Claeys V, Wackens G. Bifid mandibular canal: literature review and case report. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2005; 34:55-8.

8. Chávez-Lomeli ME, Mansilla-Lory J, Pompa JA, Kjær I. The human mandibular canal arises from three separate canals innervating different tooth groups. *J Dent Res*. 1996 Aug; 75(8):1540-4.
9. Sanchis JM, Peñarrocha M, Soler F. Bifid mandibular canal. *J Oral Maxillofac Surg*. 2003 Apr;61(4):422-4.
10. Naitoh M, Hiraiwa Y, Aimiya H, Arij E. Observation of bifid mandibular canal using cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009 Jan-Feb; 24(1):155-9.
11. Rouas P, Nancy J, Bar D. Identification of double mandibular canals: literature review and three case reports with CT scans and cone beam CT. *Dentomaxillofac Radiol*. 2007 Jan; 36(1):34-8.
12. Bilecenoglu B, Tuncer N. Clinical and anatomical study of retromolar foramen and canal. *J Oral Maxillofac Surg*. 2006 Oct; 64(10):1493-7.
13. Mizbah K, Gerlach N, Maal TJ, Bergé SJ, Meijer GJ. The clinical relevance of bifid and trifid mandibular canals. *Oral Maxillofac Surg*. 2012 Mar; 16(1):147-51.
14. Denissen HW, Veldhuis HA, van Faassen F. Implant placement in the atrophic mandible: an anatomic study. *J Prosthet Dent*. 1984 Aug;52(2):260-3.
15. Mraiwa 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 Radiol Anat*. 2003 Nov-Dec; 25(5-6):416-23.
16. Mardinger O, Chaushu G, Arensburg B, Taicher S, Kaffe I. Anatomic and radiologic course of the mandibular incisive canal. *Surg Radiol Anat*. 2000;22(3-4):157-61.
17. De Andrade E, Otomo-Corgel J, Pucher J, Ranganath KA, St George N Jr. The intraosseous course of the mandibular incisive nerve in the mandibular symphysis. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2001 Dec;21(6):591-7.
18. Jacobs R, Mraiwa N, Van Steenberghe D, Sanderink G, Quirynen M. Appearance of the mandibular incisive canal on panoramic radiographs. *Surg Radiol Anat*. 2004 Aug; 26(4):329-33.
19. Romanos GE, Papadimitriou DE, Royer K, Stefanova-Stephens N, Salwan R, Malmström H, Caton JG. The Presence of the Mandibular Incisive Canal: A Panoramic Radiographic Examination. *Implant Dent*. 2012 Jun;21(3):202-206.
20. Parnia F, Moslehifard E, Hafezeqoran A, Mahboub F, Mojaver-Kahnamoui H. Characteristics of anatomical landmarks in the mandibular interforaminal region: a cone-beam computed tomography study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2012 May 1;17(3):e420-5.

21. Pires CA, Bissada NF, Becker JJ, Kanawati A, Landers MA. Mandibular incisive canal: cone beam computed tomography. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2012 Mar;14(1):67-73.
22. Al-Ani O, Nambiar P, Ha KO, Ngeow WC. Safe zone for bone harvesting from the interforaminal region of the mandible. *Clin Oral Implants Res*. 2012 Jan 11.
23. Misch CM, Misch CE, Resnik RR, Ismail YH. Reconstruction of maxillary alveolar defects with mandibular symphysis grafts for dental implants: a preliminary procedural report. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1992 Fall;7(3):360-6.
24. Misch CM. Comparison of intraoral donor sites for onlay grafting prior to implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1997 Nov-Dec;12(6):767-76.
25. Pommer B, Tepper G, Gahleitner A, Zechner W, Watzek G. New safety margins for chin bone harvesting based on the course of the mandibular incisive canal in CT. *Clin Oral Implants Res*. 2008 Dec;19(12):1312-6.
26. Rosenquist B. Is there an anterior loop of the inferior alveolar nerve? *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1996 Feb;16(1):40-5.
27. Deng W, Chen SL, Huang DY. Traumatic neuroma of mental nerve following chin augmentation. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2009 Dec; 38(12):1324-6.
28. Naitoh M, Hiraiwa Y, Aimiya H, Gotoh K, Arijii E. Accessory mental foramen assessment using cone-beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009 Feb; 107(2):289-94.
29. Toh H, Kodama J, Yanagisako M, Ohmori T. Anatomical study of the accessory mental foramen and the distribution of its nerve. *Okajimas Folia Anat Jpn*. 1992 Aug;69(2-3):85-8.
30. Sisman Y, Sahman H, Sekerci A, Tokmak TT, Aksu Y, Mavili E. Detection and characterization of the mandibular accessory buccal foramen using CT. *Dentomaxillofac Radiol*. 2012 Apr 12.
31. Kalender A, Orhan K, Aksoy U. Evaluation of the mental foramen and accessory mental foramen in Turkish patients using cone-beam computed tomography images reconstructed from a volumetric rendering program. *Clin Anat*. 2012 Jul;25(5):584-92.
32. Balcioglu HA, Kocaelli H. Accessory mental foramen. *N Am J Med Sci*. 2009 Nov;1(6):314-5.
33. Nortjé CJ, Farman AG, Grotepass FW. Variations in the normal anatomy of the inferior dental (mandibular) canal: a retrospective study of panoramic radiographs from 3612 routine dental patients. *Br J Oral Surg*. 1977 Jul;15(1):55-63.

34. Kieser JA, Paulin M, Law B. Intrabony course of the inferior alveolar nerve in the edentulous mandible. *Clin Anat.* 2004 Mar; 17(2):107-11.

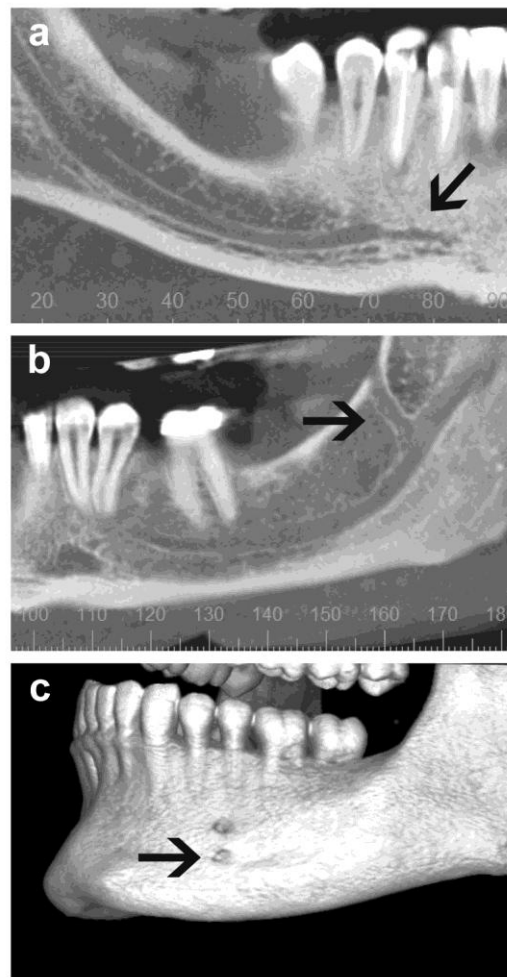


Figura 1 – Variações anatômicas do canal mandibular: canal incisivo mandibular (a), ramificação (b) e forame mentoniano acessório(c).

REFERÊNCIAS

ANGELOPOULOS, C.; AGHALOO, T. Imaging technology in implant diagnosis. **Dental Clinics of North America**, v.55, n.1, p. 141-158, 2011.

BOEDDINGHAUS, R.; WHYTE, A. Current concepts in maxillofacial imaging. **European Journal of Radiology**, v.66, n.3, p. 396-418, 2008.

GARIB, D.G. et al. Tomografia computadorizada de feixe cônico (*Cone Beam*): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. **Revista Dental Press Ortodontia e Ortopedia Facial**, v.12, n.2, p. 139-156, 2007.

GREENSTEIN, G.; CAVALLARO, J.; TARNOW, D. Practical application of anatomy for the dental implant surgeon. **Journal Periodontology**, v.79, n.10, p. 1833-1846, 2008.

KOONG, B. Cone beam imaging: is this the ultimate imaging modality? **Clinical Oral Implants Research**, v.21, n.11, p. 1201-1208, 2010.

NAITOH, M. et al. Comparison between cone-beam and multislice computed tomography depicting mandibular neurovascular canal structures. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology**, v.109, n.1, p. e25-31, 2010.

OLIVEIRA-SANTOS, C. et al. Assessment of variations of the mandibular canal through cone beam computed tomography. **Clinical Oral Investigations**, v.16, n.2, p. 387-393, 2012.

OZTURK, A.; POTLURI, A.; VIEIRA, A.R. Position and course of the mandibular canal in skulls. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology**, v.113, n.4, p. 453-458, 2012.

SUOMALAINEN, A. et al. Dosimetry and image quality of four dental cone beam computed tomography scanners compared with multislice computed tomography scanners. **Dento Maxillo Facial Radiology**, v.38, n.6, p. 367-378, 2009.

TEPPER, G. et al. Computed tomographic diagnosis and localization of bone canals in the mandibular interforaminal region for prevention of bleeding complications during implant surgery. **The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants**, v.16, n.1, p. 68-72, 2001.

WATANABE, H. et al. A comparative study for spatial resolution and subjective image characteristics of a multi-slice CT and a cone-beam CT for dental use. **European Journal of Radiology**, v.77, n.3, p. 397-402, 2011.

ANEXO: Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da PUC Minas

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Pró-Reitoria de Pesquisa e de Pós-Graduação
Comitê de Ética em Pesquisa

Belo Horizonte, 13 de dezembro de 2011.

De: Profa. Cristiana Leite Carvalho
Secretária Executiva do Comitê de Ética em Pesquisa

Para: Martinho Campolina Rebello Horta
Programa de Pós-graduação em Odontologia

Prezado (a) pesquisador (a),

O Projeto de Pesquisa CAAE – 0334.0.213.000-11 “*Alterações do canal mandibular em tomografias computadorizadas solicitadas para planejamento de implantes dentários*” foi **aprovado** pelo Comitê de Ética em Pesquisa da PUC Minas.

Informamos que, por solicitação da CONEP/MS – Carta Circular 003/2011 –, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido deverá conter rubrica do sujeito da pesquisa ou seu representante (se for o caso) e rubrica do pesquisador responsável em todas as folhas, além das assinaturas na última página do referido Termo.

Atenciosamente,

Profa. Cristiana Leite Carvalho
Secretária Executiva do Comitê de Ética em Pesquisa da
PUC Minas