



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

EDUARDA HELENA LEANDRO DO NASCIMENTO

**RADIOLUCÊNCIA JUSTA-APICAL:
AVALIAÇÃO EM IMAGENS DE RADIOGRAFIA PANORÂMICA E
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO**

**JUXTA-APICAL RADIOLUCENCY:
EVALUATION USING PANORAMIC RADIOGRAPHY AND CONE
BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY IMAGES**

Piracicaba

2016

EDUARDA HELENA LEANDRO DO NASCIMENTO

**RADIOLUCÊNCIA JUSTA-APICAL:
AVALIAÇÃO EM IMAGENS DE RADIOGRAFIA PANORÂMICA E
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO**

**JUXTA-APICAL RADIOLUCENCY:
EVALUATION USING PANORAMIC RADIOGRAPHY AND CONE BEAM
COMPUTED TOMOGRAPHY IMAGES**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestra em Radiologia Odontológica, na Área de Concentração Radiologia Odontológica.

Orientadora: Profa. Dra. Deborah Queiroz de Freitas França

Coorientadora: Profa. Dra. Anne Caroline Costa Oenning

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL
DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA
EDUARDA HELENA LEANDRO DO NASCIMENTO, E
ORIENTADA PELA PROFA. DRA. DEBORAH
QUEIROZ DE FREITAS FRANÇA.

Piracicaba

2016

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): Não se aplica.

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Marilene Girello - CRB 8/6159

N17r Nascimento, Eduarda Helena Leandro do, 1993-
Radiolucência justa-apical : avaliação em imagens de radiografia panorâmica e tomografia computadorizada de feixe cônico / Eduarda Helena Leandro do Nascimento. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2016.

Orientador: Deborah Queiroz de Freitas França.
Coorientador: Anne Caroline Costa Oenning.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Terceiros molares. 2. Mandíbula. 3. Radiografia panorâmica. 4. Tomografia computadorizada de feixe cônico. I. Freitas, Deborah Queiroz de, 1977-. II. Oenning, Anne Caroline Costa, 1981-. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Juxta-apical radiolucency : evaluation using panoramic radiography and cone beam computed tomography images

Palavras-chave em inglês:

Third molars

Mandible

Radiography, panoramic

Cone-beam computed tomography

Área de concentração: Radiologia Odontológica

Titulação: Mestra em Radiologia Odontológica

Banca examinadora:

Deborah Queiroz de Freitas França [Orientador]

Flávia Maria de Moraes Ramos Perez

Matheus Lima de Oliveira

Data de defesa: 05-09-2016

Programa de Pós-Graduação: Radiologia Odontológica



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Odontologia de Piracicaba



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em 05 de Setembro de 2016, considerou a candidata EDUARDA HELENA LEANDRO DO NASCIMENTO aprovada.

PROF^a. DR^a. DEBORAH QUEIROZ DE FREITAS FRANÇA

PROF^a. DR^a. FLÁVIA MARIA DE MORAES RAMOS PEREZ

PROF. DR. MATHEUS LIMA DE OLIVEIRA

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Silvana e Valter,
por todo amor, dedicação e cuidado.
Sem vocês nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

A **Deus e à Nossa Senhora**, pela vida, pela saúde, pela minha família e por me ampararem nos momentos difíceis, me darem forças para superar as dificuldades, sempre me guiarem pelo caminho certo e suprirem todas as minhas necessidades.

Aos meus pais, **Silvana Leandro do Nascimento e Valter Leandro da Silva**, obrigada por não medirem esforços para tornar meus sonhos possíveis. Quero dizer que essa conquista não é só minha, mas nossa. Tudo o que consegui só foi possível graças ao amor, apoio e dedicação de vocês. Obrigada por sempre terem sido meus maiores exemplos e me ensinado a agir com respeito, honestidade e amor ao próximo. Espero agradecê-los e honrá-los a cada dia por tudo que fazem por mim. Agradeço por, apesar da distância, estarem sempre presentes e ao meu lado durante toda essa jornada. Eu amo vocês, incondicionalmente.

À minha irmã **Vanessa Leandro do Nascimento**, pela amizade, carinho e companheirismo de sempre. Obrigada por estar sempre torcendo pelas minhas conquistas e por todo apoio e incentivo para que eu pudesse seguir em frente com meus estudos. Você é muito importante na minha vida.

Aos meus avós maternos, **Sônia do Nascimento Souza e Severino Paulino de Souza** (*in memorian*), e paternos, **Helena Monteiro e Pedro Leandro da Silva**, e aos demais familiares, pelo apoio, torcida e confiança que sempre depositaram em mim e pelos momentos que não estivemos juntos mas que souberam entender. Especialmente à minha avó Sônia, minha segunda mãe, por todo amor, carinho e dedicação à família. Exemplo de força e alegria. Obrigada por, mesmo distante, se fazer tão presente no meu dia-a-dia, sempre me fazendo sorrir, me animando e me aconselhando nos momentos difíceis. Agradeço a Deus por ter a senhora na minha vida. Me perdoe por não estar ao seu lado esse tempo, mas eu estou sempre em pensamento e oração. Te amo demais vovó.

AGRADEÇO TAMBÉM

À **Faculdade de Odontologia de Piracicaba** da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa do Prof. Dr. Guilherme Elias Pessanha Henriques, pela oportunidade de fazer parte de uma escola de excelência.

À **Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES)**, pelo auxílio financeiro, de grande importância durante todo o curso do Mestrado.

Agradeço à Prof.^a Dr.^a **Deborah Queiroz de Freitas França**, que, mais que minha orientadora de Mestrado, foi uma grande amiga. Obrigada pela confiança, compreensão e apoio em todos os momentos. Agradeço pelos ensinamentos e por todas as oportunidades que me deu, e pela certeza da sua contribuição essencial para a minha formação.

À Prof.^a Dr.^a **Anne Caroline Costa Oenning**. Sou muito feliz e grata por ter você como coorientadora. Agradeço por acreditar em meu potencial e por todo o auxílio e supervisão durante a realização dessa pesquisa. És um exemplo de força, sabedoria e determinação.

Ao Prof. Dr. **Matheus Lima de Oliveira**, por todo conhecimento transmitido, pela disponibilidade e pela atenção, estando sempre com as portas abertas para solucionar dúvidas e auxiliar no que for preciso. Admiro seu jeito de ser e de trabalhar, uma inspiração para mim.

Ao Prof. Dr. **Francisco Haiter Neto**, pela amizade, por todos os ensinamentos e por sempre estar disposto a ajudar. Agradeço por nos estimular a sermos profissionais cada vez mais dedicados. Obrigada por tudo.

Aos professores **Solange Maria de Almeida** e **Frab Norberto Bóscolo**, pelo convívio, pelo maneira como conduz seus ensinamentos, pelo incentivo e carinho dispensados.

Aos membros da banca de qualificação, **Prof. Dr. Francisco Haiter Neto**, **Prof. Dr. Alexander Tadeu Sverzut** e **Prof.^a Dr.^a Karla de Faria Vasconcelos**, pelas contribuições prestadas de forma a engrandecer esse trabalho.

À Prof.^a Dr.^a e amiga **Flávia Maria de Moraes Ramos Perez**, uma das principais responsáveis pela minha formação profissional. Por meio de seu exemplo, você me inspirou e incentivou a seguir a carreira acadêmica. Tenho muito orgulho de ter sido sua aluna e espero sempre honrar seus ensinamentos. Obrigada por acreditar em mim e por ser essa amiga tão especial, com quem pude sempre contar.

Em Piracicaba, aprendi que muitas vezes é necessário mudar, sair da nossa zona de conforto, para crescer. Aprendi também que Deus coloca anjos na nossa vida, e a medida que os reconhecemos, entendemos melhor o porquê de estarmos aqui. Por tanto, AGRADEÇO AINDA:

À **Danieli Moura Brasil**, por todos os momentos que passamos juntas. Me faltam palavras para expressar minha gratidão por toda ajuda e cuidado comigo. Obrigada por sempre me incentivar e acreditar em mim, suas orientações e conselhos foram fundamentais para meu crescimento pessoal e profissional. És um exemplo de generosidade e bondade, e pra mim é

uma honra conviver com você. Obrigada por compartilhar comigo alegrias, tristezas, preocupações e conquistas, e sempre procurar me mostrar o lado positivo de tudo. Sua amizade é um presente que ganhei da vida e vou levá-lo comigo para sempre.

À **Gina Delia Roque Torres**, agradeço pelo convívio diário, pelo carinho, pelos ensinamentos e, sobretudo, pela sua amizade. Obrigada por todas as experiências divididas, por cada desafio que você me ajudou a vencer, por ser uma companheira para todas as horas. Minha irmã peruana, não importa a distância ou o tempo, nossa amizade estará sempre no meu coração.

À **Karla de Faria Vasconcelos**, exemplo de simplicidade, dedicação, bom humor, sensibilidade, determinação e competência. Admiro demais seu jeito de ser, e te tenho como um exemplo a ser seguido. Obrigada por todos os ensinamentos, pelo apoio, incentivo e pelos momentos que passamos juntas. Sou muito feliz por ter a oportunidade de conviver com pessoas como você, que fazem a diferença na vida da gente. Sorrir e aprender contigo é fácil demais! Comigo, levo seu sábio conselho de sempre tentar fazer o meu melhor. Obrigada por sua amizade.

À **Karla Rovaris da Silva**, pelo seu jeito único e encantador de ser. Sou muito grata pela nossa amizade e por eu ter aprendido tanto com você. Obrigada por ter me ajudado antes mesmo de eu entrar no Mestrado, por ter me dado a oportunidade de trabalhar com você e por tantas experiências que passamos juntas. Jamais esquecerei das comemorações após cada conquista diária, como as submissões de artigo, e das aventuras que foram bem além da FOP. Admiro sua elegância, sua sabedoria e a forma alegre e sensata com que leva sua vida. Espero que você conquiste tudo o que almeja, que possamos ainda trabalhar muito juntas e que eu possa contar sempre com o privilégio da sua amizade. Obrigada por tudo.

Aos amigos **Gustavo Machado Santaella (Guga)**, pela educação, generosidade e por ser sempre tão solícito; **Yuri Nejaim**, pela sua energia e bom humor contagiantes; **Amanda Farias Gomes**, por seu carinho e disposição em ajudar; **Amaro Ilídio Vespasiano Silva**, por todos os ensinamentos e convívio; **Mayra Cristina Yamasaki**, pela amizade, pelo apoio nos desafios diários e aprendizados no biotério; **Neiandro dos Santos Galvão**, por ser essa pessoa tão alegre e especial, com a qual pude sempre contar; **Thiago Oliveira Sousa (Caju)**, pelos risos compartilhados e conhecimentos divididos; e a **Henrique Maia Martins**, **Thiago de Oliveira Gamba**, **Débora Duarte Moreira**, **Leonardo Vieira Peroni**, **Luciana Jácome Lopes**, **Carolina Vieira Valadares e Souza**, muito obrigada por fazerem parte dos meus dias,

por dividirem conhecimentos e por terem me proporcionado tantos momentos de alegria e aprendizado.

Mariana Rocha Nadaes, pelo convívio, pela disposição em ajudar e pela contribuição essencial para a realização desse trabalho.

À **Ana Caroline Ramos de Brito (Carol)**, **Helena Aguiar Ribeiro do Nascimento** e **Liana Matos Ferreira**, que me acolheram assim que cheguei à Piracicaba e logo tornaram-se grandes amigas. Nunca esquecerei do apoio e dos conselhos que vocês me deram durante todo esse tempo. Obrigada pelas histórias compartilhadas e pelo nosso maravilhoso convívio.

Aos meus amigos de turma do Mestrado: **Amanda Pelegrin Candemil**, **Carlos Augusto de Souza Lima**, **Larissa Pereira Lagos de Melo** e **Roberto Juns da Silva**, pela amizade, por compartilharem desafios e conquistas e por participarem intensamente dessa etapa da minha vida. Foi extremamente enriquecedor conhecer e conviver com cada um de vocês.

Aos novos amigos do Mestrado, **Bernardo Barbosa Freire**, **Hugo Gaêta Araújo**, **Victor de Aquino Wanderley**, **Priscila de Azeredo Lopes** e **Larissa Moreira de Souza**, que logo que chegaram já se mostraram uma turma especial. Torço para que alcancem seus objetivos e que possamos ainda aprender muitas coisas juntos.

Aos demais colegas da pós-graduação em Radiologia Odontológica, **Eliana Dantas da Costa**, **Tiago de Barros de Melo e Silva Nascimento**, **Polyane Mazucato Queiroz**, **Rafaela Argento**, pelo convívio e aprendizado.

Aos funcionários do Departamento de Radiologia Odontológica: **Waldeck Ribeiro Moreira** e **José Fernando Souza Andrade**, pela colaboração e disponibilidade constantes, pois ao transmitirem seus conhecimentos, contribuíram imensamente para o meu aprendizado; e à **Luciane Aparecida Duarte Sattolo** e **Sarah do Amaral Bacchim**, por conduzirem as secretarias da Pós-graduação e da Clínica de Radiologia Odontológica de maneira tão eficiente e por estarem sempre dispostas a nos ajudar no que for preciso.

Resumo

A radiolucência justa-apical (RJA) representa uma variação do aspecto normal do osso trabecular na região de terceiros molares inferiores, cuja identificação em exames de imagem tem sido apontada como preditora de injúrias nervosas. Os objetivos no presente estudo foram: determinar a prevalência da radiolucência justa-apical, investigar sua associação com o terceiro molar inferior, descrever suas principais características imaginológicas e avaliar sua relação com o canal mandibular e as corticais ósseas. Para os três primeiros objetivos, foram utilizadas radiografias panorâmicas e, para o último, exames de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Hum mil e cinquenta radiografias panorâmicas (1830 terceiros molares) foram analisadas quanto a presença da RJA. Um grupo RJA e um grupo controle foram formados e classificados de acordo com o posicionamento, profundidade de impactação e desenvolvimento radicular dos terceiros molares. Adicionalmente, a presença de sinais radiográficos de proximidade entre o terceiro molar e o canal mandibular e as principais características imaginológicas da RJA, como corticalização, presença de cortical alveolar e relação espacial com o canal mandibular, foram registradas. Para a análise estatística, os testes de qui-quadrado e regressão logística múltipla foram realizados. A RJA foi identificada em 116 (11%) pacientes e 130 (7,1%) terceiros molares, e sua presença foi significativamente associada ao sexo feminino ($p=0,0061$) e à 2ª e 3ª décadas de vida ($p<0,0001$). A presença da RJA demonstrou associação significativa com dentes em posição vertical ($p=0,0003$) e com formação radicular completa ($p=0,0011$). Não foi observada associação entre a profundidade de impactação dentária e a presença ou ausência da RJA ($p=0,1849$). Os sinais radiográficos de proximidade estiveram ausentes em 66,2% dos casos de RJA ($p=0,0233$). Quanto às suas características radiográficas, houve presença de cortical alveolar na região da RJA e ela esteve corticalizada e radiograficamente sobreposta ao canal mandibular na maioria dos casos. Para a análise das imagens de TCFC, 47 casos de RJA foram avaliados de acordo com sua posição em relação ao terceiro molar e classificados segundo sua relação anatômica com o canal mandibular e com as corticais ósseas da mandíbula. A posição do canal mandibular na região dos terceiros molares também foi registrada e comparada com um grupo controle. Análises descritivas e testes de qui-quadrado foram realizados. Houve uma associação significativa entre a presença da RJA e a posição do canal mandibular ($p=0,0193$), que esteve por lingual em 59,6% dos casos. Na maioria dos casos, a RJA estava localizada por distal em relação ao dente (66%) e em contato com o canal mandibular, sendo em 53,2% com cortical entre as estruturas e 40,4% sem a detecção da mesma. Em 22 (46,82%) casos, a RJA causou afinamento das corticais ósseas, não

sendo encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as corticais vestibular e lingual ($p=0,5728$). Foi possível concluir que a RJA não representa um achado radiográfico raro. A descrição de suas principais características imaginológicas e da sua relação com o canal mandibular são importantes para alertar os profissionais e contribuir para o seu correto diagnóstico.

Palavras-chave: Terceiro Molar. Mandíbula. Radiografia Panorâmica. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico.

Abstract

Justa-apical radiolucency (JAR) represents a variation of the normal aspect of the trabecular bone in the region of mandibular third molars whose identification on imaging exams has been appointed as a predictor of nerve injuries. The aims of this study were: to determine the prevalence of the juxta-apical radiolucency, to investigate its association with third molars status, to describe its main radiologic features and to assess its relationship with mandibular canal and with cortical plates. Panoramic radiographs were used for the first three objectives, and cone beam computed tomography (CBCT) were used for the latter. One thousand and fifty panoramic images (1830 third molars) were evaluated for the presence of JAR. A JAR group and a control group were classified according to positioning, depth of impaction and root development of the third molar. In addition, the presence of radiographic signs of proximity between the mandibular canal and the third molar and the main imaging features of the JAR, as corticalization, presence or absence of lamina dura and radiographic relationship with the mandibular canal were recorded. Chi-square test and multiple logistic regression were performed for data analysis. The JAR was visualized in 116 (11%) patients and in 130 (7.1%) mandibular third molars, and its presence was significantly associated with female ($p=0.0061$) and with the 2nd and 3rd decade of life ($p<0.0001$). The presence of JAR demonstrated a significant association with teeth in vertical position ($p=0.0003$) and with complete root formation ($p=0.0011$). No association was observed between depth of impaction and presence or absence of the JAR ($p=0.1849$). The proximity radiographic signs were absent in 66.2% of cases JAR ($p=0.0233$). Regarding its image features, there was dental lamina dura in the JAR area and it was corticalized and overlapped to the mandibular canal in most cases. For the CBCT analyses, 47 cases of JAR were assessed according to its position relative to the third molar and classified according to its relationship with the mandibular canal and the cortical plates of the mandible. The position of the mandibular canal in the third molar region was also recorded and compared with a control group. Descriptive statistics and chi-square tests were performed. There was a statistically significant association between the presence of JAR and the position of the mandibular canal ($p=0.0193$), which was positioned lingually in 59.6% of JAR cases. In most cases, the JAR was located distal to the tooth (66%) and was in contact with the mandibular canal, being in 53.2% with cortical and 40.4% without cortical. In 22 (46.82%) cases, the JAR caused thinning of the cortical plates, but no statistically significant differences were found among the buccal and lingual cortical plates ($p=0.5728$). It was concluded that JAR is not a rare image finding. The description of its imaging features and of its relationship with

mandibular canal is important to call attention of professionals and contribute to its correct diagnosis.

Keywords: Third Molar. Mandible. Panoramic Radiography. Cone-beam Computed Tomography.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 ARTIGOS	18
2.1 Juxta-apical radiolucency. Part 1: Prevalence, association with the third molars status and image characterization	18
2.2 Juxta-apical radiolucency. Part 2: Relation with the mandibular canal and cortical plates based on cone beam CT imaging	33
3 DISCUSSÃO	46
4 CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS	52
APÊNDICES	57
Apêndice 1: Metodologia detalhada (artigo 1)	57
Apêndice 2: Metodologia detalhada (artigo 2)	63
ANEXOS	67
Anexo 1 – Comitê de Ética em Pesquisa	67
Anexo 2 – Documento de submissão do artigo “Juxta-apical radiolucency. Part 1: Prevalence, association with the third molars status and image characterization” ao periódico “Dentomaxillofacial Radiology”	68
Anexo 3 – Documento de submissão do artigo “Juxta-apical radiolucency. Part 2: Relation with the mandibular canal and cortical plates based on cone beam CT imaging” ao periódico “Dentomaxillofacial Radiology”	69

1 INTRODUÇÃO

Em virtude da crescente demanda de cirurgias para a remoção de terceiros molares inferiores e suas possíveis intercorrências trans e pós-operatórias, a relação entre esses dentes e as estruturas adjacentes tem sido cada vez mais estudada na literatura (Renton et al., 2005; Nakamori et al., 2008; Ghaeminia et al., 2009; Hatano et al., 2009; Neves et al., 2012a; Hasegawa et al., 2013; Selvi et al., 2013; Nguyen et al., 2014). De fato, conhecer minuciosamente a anatomia da região e suas variações, bem como identificar fatores que podem predispor a complicações cirúrgicas, é essencial para o manejo adequado do paciente e para minimizar o risco de distúrbios neurovasculares (Renton, 2010; Nguyen et al., 2014).

Lesões ao nervo alveolar inferior ocorrem entre 0,35% e 19% dos casos de remoção dos terceiros molares (Renton et al., 2005; Susarla and Dodson, 2007; Ghaeminia et al., 2009; Hatano et al., 2009; Nakayama et al., 2009; Cheung et al., 2010; Jerjes et al., 2010; Szalma et al., 2010; Hasegawa et al., 2013; Selvi et al., 2013; Xu et al., 2013; Kim; Lee, 2014; Nguyen et al., 2014) e, dentre os fatores relacionados ao aumento dessa incidência, são citados: tipo e profundidade da impaction dentária (Jerjes et al., 2010; Szalma et al., 2010), idade do paciente (Renton et al., 2001; Jerjes et al., 2010; Hasegawa et al., 2013; Nguyen et al., 2014), estágio de desenvolvimento radicular (Gülicher; Gerlach, 2001) e relação do dente com as estruturas adjacentes (Renton et al., 2005; Nakayama et al., 2009; Hasegawa et al., 2013; Kim; Lee, 2014). Nesse contexto, os exames por imagem aparecem como um dos principais instrumentos dos profissionais na elaboração de planejamentos e escolha de técnicas cirúrgicas que melhor se apliquem a cada caso, pois, além de fornecerem dados importantes sobre a posição dos dentes e o número e morfologia das raízes, também permitem a avaliação da relação espacial entre o dente e as demais estruturas anatômicas (corticais ósseas e canal mandibular) (Tantanapornkul et al., 2007; Tantanapornkul et al., 2009; Ghaeminia et al., 2009; Neves et al., 2012a).

A radiografia panorâmica é o exame mais utilizado para a avaliação pré-operatória de terceiros molares inferiores e seu uso é justificado por permitir uma ampla visualização dos dentes e maxilares com menor dose de radiação e menor custo quando comparado aos exames tomográficos (Flygare; Öhman, 2008; Neves et al., 2012a; Matzen; Wenzel, 2015). Porém, por ser uma imagem bidimensional, a radiografia apresenta sobreposição de estruturas e retrata a relação entre os dentes e canal mandibular apenas no sentido superior-inferior e ântero-posterior, não sendo capaz de demonstrar as relações anatômicas que ocorrem no sentido vestibulo-lingual (Hatano et al., 2009; Neves et al., 2012a; Hasegawa et al., 2013; Kapila et al., 2014a; Peker et al., 2014). Apesar disso, essas imagens podem ser altamente sugestivas de risco

cirúrgico por sugerir relação de proximidade entre as raízes dos terceiros molares e o canal mandibular, predizendo a ocorrência de exposição ou dano ao nervo alveolar inferior durante a remoção desses dentes (Neves et al., 2012a; Hasegawa et al., 2013).

Além dos sinais radiográficos clássicos que indicam uma íntima relação entre os terceiros molares e o canal mandibular (desvio do canal, estreitamento do canal, estreitamento das raízes, escurecimento das raízes, curvatura das raízes, ápice radicular bífido e perda da cortical do canal) (Rood; Shehab, 1990), um sinal ainda pouco estudado, conhecido como ‘radiolucência justa-apical’ (RJA), tem sido apontado como preditor de injúrias ao nervo alveolar inferior (Renton et al., 2005). A RJA é descrita como uma área radiolúcida, bem definida, localizada lateralmente à raiz e aos ápices radiculares de terceiros molares inferiores vitais (Renton et al., 2005; Kapila et al., 2014a), e vem sendo considerada como uma variação do aspecto normal do osso trabecular, e não como uma lesão patológica (Umar et al., 2010).

Nos casos em que a imagem radiográfica bidimensional/radiografia panorâmica apresenta sinais sugestivos de risco, e quando se acredita que a informação sobre a real relação anatômica entre o dente e o canal mandibular é capaz mudar o planejamento cirúrgico ou o resultado de tratamento, a avaliação do paciente por meio de imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) pode ser indicada (SEDENTEXCT, 2012; Matzen; Wenzel, 2015). Isso porque esse exame possibilita a avaliação da relação tridimensional entre o dente e o canal mandibular (Tantanapornkul et al., 2007), graças às suas imagens de alta resolução, ideais para a avaliação de tecidos ósseos e dentários, e principalmente à possibilidade de avaliação multiplanar, sem sobreposição e distorção de estruturas (Flygare; Öhman, 2008).

Dessa maneira, o uso da TCFC é justificado nos casos em que são acrescentadas informações importantes ao diagnóstico e plano de tratamento do paciente (SEDENTEXCT, 2012). Estudos que avaliaram a RJA por meio de imagens de TCFC (Kapila et al., 2014a) verificaram que não existe uma relação íntima bem estabelecida entre ela e canal mandibular, suportando assim a ideia de que ainda são necessárias mais investigações para elucidar essa questão. Além disso, há evidências de que a RJA está relacionada a um maior adelgaçamento das corticais mandibulares, que parece ser um dos fatores que também levam a um aumento da incidência de tais lesões neurossensoriais (Kapila et al., 2014b).

Apesar de muitos dos fatores pré-disponentes a complicações cirúrgicas e injúrias nervosas, como o tipo e a profundidade de impactação dentária e a relação entre o dente e o canal mandibular serem conhecidos, a possível associação entre a RJA e algum desses fatores

ainda não foi investigada na literatura consultada. Além disso, foi observado que terceiros molares inferiores em estágios precoces de desenvolvimento radicular apresentam uma área radiolúcida apical similar à RJA. No entanto, essa característica ainda não foi estudada como uma possível origem da imagem descrita como radiolucência justa-apical.

Assim, por ser um sinal radiográfico que sugere uma íntima relação entre os terceiros molares inferiores e o canal mandibular, e por se tratar de uma imagem ainda pouca estudada na literatura científica, o objetivo desse estudo foi determinar a prevalência da RJA, investigar sua associação com a posição, profundidade de impactação e estágio de desenvolvimento radicular do terceiro molar inferior, relacionar sua presença com a dos outros sinais clássicos de proximidade radiográfica, descrever suas principais características imaginológicas e avaliar sua relação com o canal mandibular e com as corticais ósseas da mandíbula.

2 ARTIGOS

2.1 Juxta-apical radiolucency. Part 1: Prevalence, association with the third molars status and image characterization

Esse artigo foi submetido à apreciação, visando a publicação, ao periódico Dentomaxillofacial Radiology (Anexo 2), considerado Qualis A1 pela CAPES, com fator de impacto de 1.919. A estruturação do artigo baseou-se nas “Instruções aos autores” preconizadas pela editora do periódico.

Juxta-apical radiolucency. Part 1: Prevalence, association with the third molars status and image characterization

Running head: Juxta-apical radiolucency: prevalence and image characterization

Research Article

Eduarda H. L. Nascimento, DDS¹, Anne C. C. Oenning, DDS, MS, PhD¹, Mariana R. Nadaes, DDS, MS¹, Gláucia Maria Bovi Ambrosano, MS, PhD², Francisco Haiter-Neto, DDS, MS, PhD¹, Deborah Q. Freitas, DDS, MS, PhD¹

¹Department of Oral Diagnosis, Division of Oral Radiology, Piracicaba Dental School, University of Campinas (UNICAMP), Sao Paulo, Brazil.

²Department of Community Dentistry, Piracicaba Dental School, University of Campinas, São Paulo, Brazil

Corresponding author:

Eduarda Helena Leandro do Nascimento

University of Campinas. Piracicaba Dental School, Department of Oral Diagnosis. Av. Limeira, 901, Zip Code 13414-903, Piracicaba, Sao Paulo, Brazil.

Phone: +55 – 19 – 2106-5327

E-mail: eduarda.hln@gmail.com

ABSTRACT

Objectives: To determine the prevalence of juxta-apical radiolucency (JAR) while assessing its association with third molar status and describing its main radiologic features through panoramic radiography.

Methods: One thousand and fifty panoramic radiographs (1830 third molars) were evaluated for the presence of JAR. JAR and control groups were classified according to third molar's angulation, depth of impaction and stage of root development. In addition, records were taken for radiographic signs of proximity between the mandibular canal and the third molar. Furthermore, a description of JAR's main imaging features was recorded. Statistical analysis included Chi-square tests and multiple logistic regression.

Results: JAR was identified in 116 (11%) patients and 130 (7.1%) third molars. Its prevalence was significantly higher in females ($p=0.0061$) and in the 2nd and 3th decades of life ($p<0.0001$). There was also a positive association with teeth in a vertical angulation and complete root formation ($p<0.05$). While 77% of JAR cases occurred in non-erupted or partially erupted teeth, such association was not significant ($p=0.1849$). Radiographic signs of proximity with the mandibular canal were absent in 66.2% of JAR cases ($p=0.0233$). In most of cases, there was lamina dura surrounding the root in the JAR area that appeared overlapped to the mandibular canal and with an outline cortical.

Conclusions: JAR is not a rare image finding. Due to its possible relationship with nerve injuries and its differential diagnostic possibilities, knowing the characteristics of the JAR is important to assist professionals in treatment planning and correct diagnosis.

Keywords: Molar, Third; Alveolar Nerve, Inferior; Radiography, Panoramic

INTRODUCTION

Surgical removal of mandibular third molars is possibly the most common procedure in the daily practice of oral and maxillofacial surgeons. Nevertheless, recent studies show that the overall risk of neurosensory impairment after third molar extraction ranges from 0,35% to 19%,¹⁻¹⁴ which highlights the importance of judicious preoperative planning and case discussion with the patient.

A careful preoperative radiological evaluation is essential to predict the risks of injury to the inferior alveolar nerve (IAN) because of third molar extractions. The panoramic radiography remains the most widely used imaging modality for assessment of these teeth. It offers several advantages, such as providing a broad view of both jaws, with low cost, being widely accessible and delivering a lower radiation dose when compared to computed tomography scans.¹⁵⁻¹⁷ Moreover, panoramic images are useful for predicting involvement of the mandibular canal during mandibular third molar surgery, thus being the most indicated imaging modality for an initial screening.⁴

Several clinical studies have demonstrated that specific radiographic signs such as darkening of roots, diversion or narrowing of the mandibular canal and interruption of the superior cortical line of the mandibular canal are highly suggestive of close proximity between lower third molars and the mandibular canal.^{9,10} The juxta-apical radiolucency (JAR), a radiographic sign that has been described only recently, has been pointed out as yet another possible predictor of IAN injury.¹ The JAR is a well-defined radiolucent area located laterally to the roots rather than at the apex of healthy third molars,^{1,18} and it has been considered as an image created by cancellous bony architecture instead of pathology.¹⁹

Despite being a radiographic sign suggestive of risks of complications to the IAN during third molar surgery,^{1,5} there have not been reports on JAR prevalence thus far. In addition, no information has been made available regarding possible associations of JAR and other factors related to nerve injuries, such as third molar angulation, depth of impaction and stage of root development, or concerning the concomitant presence of other radiographic signs of proximity to the mandibular canal. Still, knowledge of JAR's radiographic characteristics such as the presence of a surrounding cortical, lamina dura surrounding adjacent roots and the radiographic relationship with the mandibular canal is important for oral surgeons and general dental practitioners for safer treatment planning and good communication with patients.

Therefore, the purpose of this study was to determine the prevalence of JAR while assessing its association with third molar status and describing its main radiologic features through panoramic radiography.

MATERIAL AND METHODS

This retrospective radiologic study was approved by the local institutional research ethics committee (protocol number # 074/2015).

Study sample

Panoramic radiographs of patients referred to the Oral Radiology Service of a public dental school over a 3 years period were initially screened. Panoramic images were obtained using an Orthopantomograph® OP100 D digital unit (Instrumentarium Corp., Imaging Division, Tuusula, Finland), set with a 0.35x0.5 mm focal spot and operating at 66 kVp, 2.5mA and with an exposure time of 17.6 s. Radiographs showing one or more mandibular third molars with at least two thirds of root completed were included in this study. Third molars with carious lesions, large restorations, endodontic treatment, traumatic injuries (bone, dental or alveolar fracture) and/or associated with intraosseous lesions were excluded. Thus, the study sample consisted of 1050 radiographs (1830 mandibular third molars) being 457 (43.5%) male and 593 (56.5%) female patients ranging from 14 to 79 years of age (mean age 31.8 ± 13.2 years).

Image evaluation

All radiographs were evaluated by two experienced oral radiologists on a computer display (Dell, 23.8-inch LCD monitor with 1920x1080 resolution, Dell, Round Rock, USA) in a quiet room under dim lighting conditions. The examiners were allowed to adjust zoom, brightness and contrast as they pleased.

The examiners were calibrated by assessing fifty panoramic radiographs with and without JAR that were not part of the study sample. At this stage, they were asked to record the presence of JAR and third molar status (angulation, impaction and root development). After calibration, the examiners assessed the images independently. In case of disagreement, they discussed their impressions until consensus was reached.

All third molars were first assessed for the presence or absence of JAR. In addition, JAR distribution (unilateral or bilateral) and its association with demographic data was investigated.

Subsequently, two groups with the same number of teeth and patients were arranged: the JAR group, composed by all cases of JAR in the sample and the control group, composed by randomly selected cases without JAR. These teeth were evaluated according to the following parameters:

- *Angulation*: Third molar angulation was classified considering the inclination of their long axes (vertical, horizontal, mesioangular or distoangular) as proposed by Winter.²⁰
- *Depth of impaction*: the depth of impaction of third molars in relation to bone was classified as: unerupted (completely surrounded by bone tissue), partially erupted (partially surrounded by bone tissue) and erupted (fully erupted).
- *Root development*: third molars were classified according to the stage of root formation as follows: 1, incomplete root formation and 2, complete root formation (root completely formed, with open or closed apex).

The relation between the teeth and the mandibular canal was also evaluated taking into account the presence or absence of radiographic signs of proximity established by Rood and Shehab²¹ (darkening of roots, deflected roots, narrowing of the root, dark and bifid root, diversion of mandibular canal, narrowing of mandibular canal and interruptions of the cortical lines). The JAR group was further assessed for some radiolucency features such as 1) image corticalization (absent, partial or complete), 2) presence or absence of lamina dura in the JAR region and 3) radiographic relationship with the mandibular canal (distant, in contact or overlapped).

After 30 days of conclusion of the evaluations, 20% of the sample was selected randomly and fully reevaluated to assess the reproducibility of the methods used in this study.

Statistical analysis

The data were analyzed using specific software (SAS System Release 9.2, Cary, NC, USA). Intraexaminer agreement was calculated using the kappa test, for the presence or absence of JAR, and the weighted kappa test, for cases when there were more than two response possibilities (0.40, poor agreement; 0.40–0.59, moderate agreement; 0.60–0.74, good

agreement; 0.75–1.00, excellent agreement). Individual and multiple logistic regression analyses were performed to evaluate which demographic factors could be associated with JAR, and gross odds ratios (OR) were estimated and adjusted to the respective 95% confidence intervals. Association between presence of JAR and third molar parameters (angulation, impaction, root development and radiographic signs of proximity) was evaluated using the Chi-square test. Significance level was set to 5%.

RESULTS

The JAR was visualized in 116 (11%) radiographs and in 130 (7.1%) of the 1830 mandibular third molars included in the study sample. The chance of identifying JAR in females is almost twice that for males (OR 1.72). In addition, panoramic radiographs from individuals in the second and third decades of life seem much more likely to feature JAR (OR 3.18 and 5.29, respectively) (Table1).

Of the 116 radiographs depicting JAR, 97 had third molars bilaterally assessed, of which 83 (85.6%) presented JAR in one side only and 14 (14.4%) on both sides.

Table 1 - Associations between juxta-apical radiolucency and demographic factors

	JAR n(%)		Individual analyzes			Adjusted analyzes		
	Absence	Presence	OR	IC 95%	p-value	OR	IC 95%	p-value
<i>Gender</i>								
Male (n=457)	420 (45)	37 (31.9)	1			1		
Female (n=593)	514 (55)	79 (68.1)	1.74	1.16-2.63	0.0099	1.72	1.17-2.53	0.0061
<i>Age (years)</i>								
Less than 20 (n=159)	139 (14.9)	20 (17.2)	3.88	1.96-7.70	< 0.0001	3.18	1.76-5.78	0.0001
20 to 30 years (n=443)	363 (38.9)	80 (69)	5.95	3.42-10.36	< 0.0001	5.29	3.14-8.92	<0.0001
More than 30 (n = 448)	432 (46.3)	16 (13.8)	1			1		

JAR: juxta-apical radiolucency; OR: odds ratio; IC: interval of confidence

Table 2 describes patients' demographic features and summarizes the association of third molar status and radiographic signs of proximity with or without JAR. Patients' characteristics were similar in both groups (JAR vs. control, $p > 0.05$). Tooth angulation and stage of root development showed statistically significant association with JAR ($p < 0.05$), being

more prevalent in vertical third molars (62.3%) and with complete root formation (96.2%) (Figure 1). In most cases (77%), JAR occurred in partially erupted or unerupted teeth; however, this association was not statistically significant ($p=0.1849$).



Figure 1 – Cropped panoramic radiograph showing a JAR (arrow) associated with a partially erupted, vertical third molar with complete root formation.

JAR and absence of radiographic signs of proximity to the mandibular canal showed a statistically significant association ($p=0.0233$). Nevertheless, when there was simultaneous presence of the JAR and any proximity signs, darkening of the roots appeared in 30 (68.2%) of the 44 cases, diversion of the roots in 5 cases (11.4%) and interruption of the superior cortical line, narrowing of the mandibular canal and the combination of more than one sign were seen in 3 cases each (6.8%).

Table 2 – Comparison of panoramic radiography findings between control and JAR groups

Variables	Control group n(%)	JAR group n(%)	p-value
Demographic data (n=116 patients)			
Age (years) ± SD	24.9 ± 9.53	24.8 ± 6.95	0.4358
Gender n(%)			
Male	45 (54.9)	37 (45.1)	
Female	71 (47.3)	79 (52.7)	
Third molar status (n=130 third molars)			
Position			0.0003
Vertical	48 (36.9)	81 (62.3)	
Mesioangular	55 (42.3)	38 (29.2)	
Horizontal	26 (20)	10 (7.7)	
Distoangular	1 (0.8)	1 (0.8)	
Depth of impaction			0.1849
Unerupted	17 (13.1)	13 (10)	
Partially erupted	95 (73.1)	88 (67.7)	
Erupted	18 (13.8)	29 (22.3)	
Root development			0.0011
Incomplete	22 (16.9)	5 (3.8)	
Complete	108 (83.1)	125 (96.2)	
Radiographic sign of proximity (n=130 third molars)			
Absent	67 (51.5)	86 (66.2)	0.0233
Present	63 (48.5)	44 (33.8)	
JAR: juxta-apical radiolucency			

Complete corticalization was seen in 43.8% of the JAR cases. On the other hand, partial corticalization was seen 26.9% of the time, and corticalization was absent in 29.2% of the cases. Most often, the JAR was overlapping with the mandibular canal, and the dental lamina dura was present in the JAR region (Figure 2, Table 3).

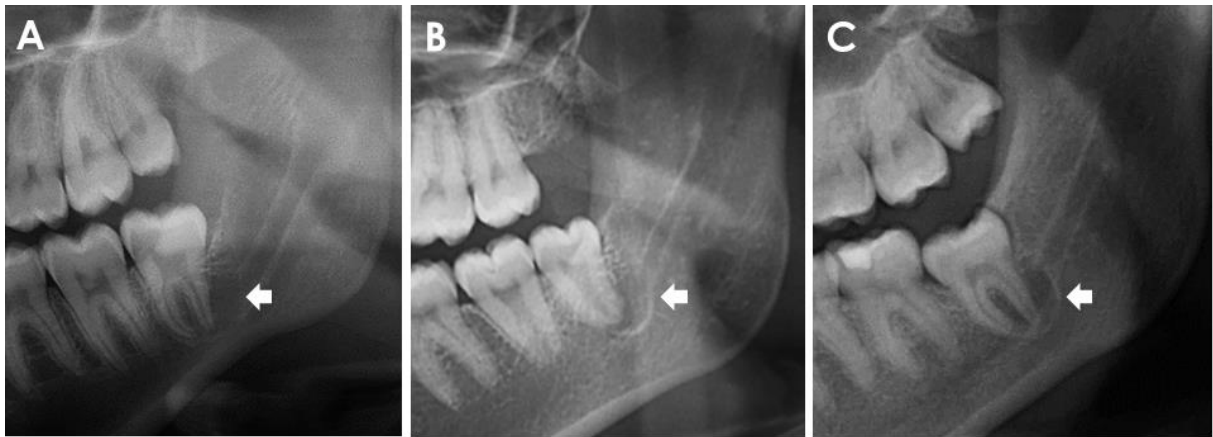


Figure 2 – Cropped panoramic radiograph images showing JAR (arrows) without corticalization (A), partially (B) and fully corticalized (C). The absence (A and B) or presence (C) of lamina dura in the JAR region can also be recognized. JAR overlaps the mandibular canal in all cases depicted.

Table 3 - Distribution of imaging characteristics of the juxta-apical radiolucency

JAR imaging features	N	(%)
<i>Total cases</i>	130	100
<i>Corticalization</i>		
Absent	38	29.2
Partial	35	26.9
Complete	57	43.8
<i>Dental lamina dura in JAR region</i>		
Absent	55	42.3
Present	75	57.7
<i>Radiographic relationship with mandibular canal</i>		
Distant	12	9.2
In contact	19	14.6
Overlapped	99	76.2

JAR: juxta-apical radiolucency

Intraexaminer agreement ranged from good (0.71 for the depth of impaction) to excellent (0.90 for determining the presence of JAR; 0.93 for tooth angulation; 0.93 for root development; 0.81 for radiographic proximity signs; 0.77 for presence of lamina dura; 0.89 for radiographic relationship between the JAR and the mandibular canal; and 1.00 for JAR corticalization).

DISCUSSION

Preoperative identification of potential risk factors for the IAN exposure or injury is essential for a safe surgical treatment of mandibular third molars.²² In this context, the panoramic radiograph stands out as a valuable imaging choice since it unveils tooth morphology, tooth angulation and radiographic signs of proximity to the mandibular canal, all of that delivered with low radiation doses and at low cost.^{16,17}

The present study assessed the recently described JAR, a radiographic sign that has been termed a risk predictor for complications in surgical third molar removal.¹ As it is known, data on prevalence may vary according to the population studied, diagnostic criteria and different evaluation methods. We regarded as JAR any well-defined radiolucent images located in the juxta-apical region of mandibular third molars, regardless of its size. The choice for panoramic radiographs was based on its widespread use for preoperative third molar evaluation. We believe this study to be the first to assess JAR prevalence and its association with other data retrievable from panoramic radiographs, which makes hard the comparisons with similar studies. Still, the prevalence of JAR in our sample is considerable.

We regard that the prevalence of JAR was substantial and the knowledge of factors associated is important to assist professionals in their identification. Also, to know the main JAR image characteristics is essential for its correct diagnosis.

JAR was significantly associated with young (below 30 years of age) and female patients. According to the literature, increasing age is reported as a risk factor for IAN injury.^{8,11,14,23} In fact, injury to the IAN is more prevalent in patients above 25 years of age.^{8,14} Thus, there is some overlap with the age group showing the highest prevalence of JAR, suggesting an association between the presence of JAR and surgical complications in third molar surgery. Regarding gender, several studies showed that IAN injuries have no predilection for males or females,^{4,7,8,10} and therefore no inferences can be made regarding that specific subject.

Our results showed that JAR had stronger association with vertical teeth. Kapila et al²⁴ found that JAR was more prevalent in third molars with mesioangular angulation; their study sample, however, was smaller and composed only of impacted teeth, and a control group was not assembled. Thus, the authors could report on the distribution of JAR according to tooth position. Although horizontal angulation has been reported as a predisposing factor for IAN injury,^{8,9} our findings suggest that JAR presence may increase such risk in vertical third molars.

However, more clinical studies are necessary to confirm this hypothesis. Regarding the depth of impaction, most teeth with JAR were inferiorly positioned (unerupted or partially erupted). This may have some relation with the increased risk of injuries in the case of impacted teeth.^{7,9,10}

The degree of root formation was investigated in order to find a possible origin of the JAR, since radiolucent areas at the apical region is also observed in developing teeth. Interestingly, our results showed that JAR has a significant association with teeth with complete root formation. This latter feature has been correlated with a greater incidence of sensory loss of IAN secondary to surgical third molar removal.²⁵

There is a void in the literature about the origin of JAR. Some have suggested that the image is created by an increased space among the trabeculae of cancellous bone¹⁹ distinct from the dental lamina dura and the mandibular canal.¹⁸ Histological investigations would be necessary to assess the tissue origin and characteristics of JAR, but there are several ethical restraints regarding such studies in humans.

Given that the association of two or more radiographic signs increase the risk of IAN exposure^{17,26} or injury,^{3,27} we assessed the concomitant presence of JAR and any other radiographic signs that could predict IAN involvement. We found that JAR was associated with the absence of other signs, suggesting that JAR itself seems to pose an inherent risk of nerve impairment after third molar surgery. Nevertheless, the sign that occurred concomitantly with JAR more often was darkening of the root, which is reported in the literature as one of the main risk predictors of IAN injury.^{4,22} Therefore, the possibility that a given level of synergism occurs should not be ruled out. To confirm this hypothesis, more clinical studies would be needed.

While JAR appears to be just an anatomic variation of the juxta-apical area of third molars, some of its radiographic characteristics had not been previously described. As a well-defined radiolucent image, JAR can be interpreted radiographically as focal bone dysplasia, which in its earliest stages is also radiolucent and well defined, showing corticalized limits and lamina dura, or not. On the other hand, focal bone dysplasia affects older patients and is normally restricted to the apical area,²⁸ whereas JAR generally appears at apical areas but does show lateral extension. Another condition similar to JAR is the inflammatory periapical lesion, but the presence of lamina dura and the absence of dental pathology are important factors that distinguish the two entities. However, the presence of tooth damage, large coronal restoration or endodontic treatment associated with the absence of lamina dura in a JAR site can make such

distinction impossible only through imaging exams and requires clinical correlations. Therefore, teeth with these characteristics were excluded from the sample.

The prevalence of JAR in our sample and the likeliness of an increased risk of nerve injuries following third molar removal in its presence highlight the importance of knowing it appropriately. We evaluated several characteristics related to JAR that could be seen in panoramic radiographs in an attempt to identify any possible associations and aid general dental practitioners and maxillofacial surgeons in their diagnostic and treatment planning process. Studies with other populations and three-dimensional imaging methods, as well as clinical studies correlating radiographic findings related to JAR with post-surgical results are important for a better understanding of the true role of the JAR in predicting nerve injuries.

Based on our results, it is possible to conclude that 1) JAR is not a rare image finding; 2) third molars in women under 30 years of age are more strongly associated with JAR presence; 3) JAR has a stronger association with vertical third molars with complete root formation; and 4) in most cases, JAR is seen along with unerupted or partially erupted teeth and overlaps the mandibular canal, which suggests a relation between JAR presence and the occurrence of neurosensorial injuries following third molar surgery.

REFERENCES

1. Renton T, Hankins M, Sproate C, McGurk M. A randomised controlled clinical trial to compare the incidence of injury to the inferior alveolar nerve as a result of coronectomy and removal of mandibular third molars. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2005; 43:7–12.
2. Susarla SM, Dodson TB. Preoperative computed tomography imaging in the management of impacted mandibular third molars. *J Oral Maxillofac Surg* 2007; 65:83-88.
3. Nakamori K, Fujiwara K, Miyazaki A, Tomihara K, Tsuji M, Nakai M, et al. Clinical assessment of the relationship between the third molar and the inferior alveolar canal using panoramic images and computed tomography. *J Oral Maxillofac Surg* 2008 66:2308-2313.
4. Ghaeminia H, Meijer GJ, Soehardi A, Borstlap WA, Mulder J, Bergé SJ. Position of the impacted third molar in relation to the mandibular canal. Diagnostic accuracy of cone beam computed tomography compared with panoramic radiography. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2009; 38:964-971.

5. Hatano Y, Kurita K, Kuroiwa Y, Yuasa H, Arijji E. Clinical evaluations of coronectomy (intentional partial odontectomy) for mandibular third molars using dental computed tomography: a case-control study. *J Oral Maxillofac Surg* 2009; 67:1806–1814.
6. Nakayama K, Nonoyama M, Takaki Y, Kagawa T, Yuasa K, Izumi K, et al. Assessment of the relationship between impacted mandibular third molars and inferior alveolar nerve with dental 3-dimensional computed tomography. *J Oral Maxillofac Surg* 2009; 67:2587-2591.
7. Cheung LK, Leung YY, Chow LK, Wong MC, Chan EK, Fok YH. Incidence of neurosensory deficits and recovery after lower third molar surgery: a prospective clinical study of 4338 cases. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2010; 39:320-326.
8. Jerjes W, Upile T, Shah P, Nhembe F, Gudka D, Kafas P, et al. Risk factors associated with injury to the inferior alveolar and lingual nerves following third molar surgery-revisited. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109:335-345.
9. Szalma J, Lempel E, Jeges S, Szabó G, Olasz L. The prognostic value of panoramic radiography of inferior alveolar nerve damage after mandibular third molar removal: retrospective study of 400 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109:294-302.
10. Hasegawa T, Ri S, Shigeta T, Akashi M, Imai Y, Kakei Y, et al. Risk factors associated with inferior alveolar nerve injury after extraction of the mandibular third molar - a comparative study of preoperative images by panoramic radiography and computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2013; 42:843-851.
11. Selvi F, Dodson TB, Nattestad A, Robertson K, Tolstunov L. Factors that are associated with injury to the inferior alveolar nerve in high-risk patients after removal of third molars. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2013; 51:868-873.
12. Xu GZ, Yang C, Fan XD, Yu CQ, Cai XY, Wang Y, et al. Anatomic relationship between impacted third mandibular molar and the mandibular canal as the risk factor of inferior alveolar nerve injury. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2013; 51:e215-e219.
13. Kim HG, Lee JH. Analysis and evaluation of relative positions of mandibular third molar and mandibular canal impacts. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 2014; 40: 278-284.
14. Nguyen E, Grubor D, Chandu A. Risk factors for permanent injury of inferior alveolar and lingual nerves during third molar surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2014; 72:2394-2401.

15. Tantanapornkul W, Okouchi K, Fujiwara Y, Yamashiro M, Maruoka Y, Ohbayashi N, et al. A comparative study of cone-beam computed tomography and conventional panoramic radiography in assessing the topographic relationship between the mandibular canal and impacted third molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 103:253-259.
16. Flygare L, Ohman A. Preoperative imaging procedures for lower wisdom teeth removal. *Clin Oral Investig* 2008; 12:291-302.
17. Neves FS, Souza TC, Almeida SM, Haiter-Neto F, Freitas DQ, Boscolo FN. Correlation of panoramic radiography and cone beam CT findings in the assessment of the relationship between impacted mandibular third molars and the mandibular canal. *Dentomaxillofac Radiol* 2012; 41:553-557.
18. Kapila R, Harada N, Araki K, Goto TK. Evaluation of juxta-apical radiolucency in cone beam CT images. *Dentomaxillofac Radiol* 2014;43: 20130402.
19. Umar G, Bryant C, Obisesan O, Rood JP. Correlation of the radiological predictive factors of inferior alveolar nerve injury with cone beam computed tomography findings. *Oral Surgery* 2010; 3:72-82.
20. Winter GB, ed. Principles of exodontia as applied to the impacted third molar. St Louis: American medical Books, 1926.
22. Rood JP, Shehab BAAN. The radiological prediction of inferior alveolar nerve injury during third molar surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1990; 28:20–25.
22. Renton T. Prevention of iatrogenic inferior alveolar nerve injuries in relation to dental procedures. *Dent Update* 2010; 37:350-352, 354-356, 358-360 passim. Review.
23. Renton T, Smeeton N, McGurk M. Factors predictive of difficulty of mandibular third molar surgery. *Br Dent J* 2001; 190:607-610.
24. Kapila R, Harada N, Araki K, Sano T, Goto TK. Relationships between third-molar juxta-apical radiolucencies and mandibular canals in panoramic and cone beam computed tomography images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2014; 117:640-644.
25. Gülicher D, Gerlach KL. Sensory impairment of the lingual and inferior alveolar nerves following removal of impacted mandibular third molars. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2001; 30:306-312.

26. Szalma J, Lempel E, Jeges S, Olasz L. Darkening of third molar roots: panoramic radiographic associations with inferior alveolar nerve exposure. *J Oral Maxillofac Surg* 2011; 69: 1544-1549.
27. Blaeser BF, August MA, Donoff RB, Kaban LB, Dodson TB. Panoramic radiographic risk factors for inferior alveolar nerve injury after third molar extraction. *J Oral Maxillofac Surg* 2003; 61:417-421.
28. Su L, Weathers DR, Waldron CA. Distinguishing features of focal cemento-osseous dysplasia and cemento-ossifying fibromas. II. A clinical and radiologic spectrum of 316 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997; 84:540–549.

2.2 Juxta-apical radiolucency. Part 2: Relation with the mandibular canal and cortical plates based on cone beam CT imaging

Esse artigo foi submetido à apreciação, visando a publicação, ao periódico Dentomaxilofacial Radiology, considerado Qualis A1 pela CAPES, com fator de impacto de 1.919. A estruturação do artigo baseou-se nas “Instruções aos autores” preconizadas pela editora do periódico.

Juxta-apical radiolucency. Part 2: Relation with the mandibular canal and cortical plates based on cone beam CT imaging

Running head: Juxta-apical radiolucency: evaluation using cone beam CT imaging

Research Article

Eduarda H. L. Nascimento, DDS¹, Anne C. C. Oenning, DDS, MS, PhD¹, Mariana R. Nadaes, DDS, MS¹, Gláucia Maria Bovi Ambrosano, MS, PhD², Francisco Haiter-Neto, DDS, MS, PhD¹, Deborah Q. Freitas, DDS, MS, PhD¹

¹Department of Oral Diagnosis, Division of Oral Radiology, Piracicaba Dental School, University of Campinas (UNICAMP), Sao Paulo, Brazil.

²Department of Community Dentistry, Piracicaba Dental School, University of Campinas, São Paulo, Brazil

Corresponding author:

Eduarda Helena Leandro do Nascimento

University of Campinas. Piracicaba Dental School, Department of Oral Diagnosis. Av. Limeira, 901, Zip Code 13414-903, Piracicaba, Sao Paulo, Brazil.

Phone: +55 – 19 – 2106-5327

E-mail: eduarda.hln@gmail.com

ABSTRACT

Objectives: To evaluate the relation of the juxta-apical radiolucency (JAR) with the mandibular canal and with the cortical plates on cone beam computed tomography (CBCT) images, as well as to assess whether the presence of JAR is related to the position of the mandibular canal. influences the position of the mandibular canal.

Methods: Forty-seven images identified as JAR were evaluated through CBCT imaging. JAR position and its relationship with the mandibular canal and the cortical plates was investigated. The position of the mandibular canal was recorded and compared with other 47 images without JAR as a control group. Descriptive analyses and Chi-square test were performed.

Results: A statistically significant association was established between JAR and the position of the mandibular canal ($p=0.0193$), which was running lingually in 59.6% of JAR cases. In most cases, the JAR was located distally to the tooth (66%) and was in contact with the mandibular canal, with (53.2%) or without (40.4%) cortical preservation. In 22 cases (46.8%), thinning of the cortical plates was observed, but no statistical differences were found between the buccal and lingual cortical plates ($p=0.5728$).

Conclusions: JAR is generally in contact with the mandibular canal, which runs mostly lingual to it in the third molar region. These relations may increase the risk of nerve injury during surgical removal of third molars. In addition, the thinning of the cortical plates in the JAR region was a common condition, being present in almost half of cases.

Keywords: Molar, Third; Alveolar Nerve, Inferior; Cone-Beam Computed Tomography

INTRODUCTION

Proper planning in third molar surgery is one of the keys to preventing trans- and post-surgical complications such as dry socket, pain, infection and, especially, nerve damage.¹⁻³ Therefore, the evaluation by imaging exams is essential for allowing the pre-visualization of important anatomical landmarks in a noninvasive way.

Preoperative assessment of mandibular third molars should contemplate morphology, angulation and relationship to adjacent structures (mandibular canal and cortical plates).⁴⁻⁸ Even though the panoramic radiograph is the most widely used imaging modality for this purpose, two-dimensional images can only show the superior-inferior and mesio-distal relationships between the mandibular canal and the third molars; the bucco-lingual relationship, therefore, cannot be assessed.^{4,6} Thus, when a panoramic radiograph suggests an intimate relationship between the roots of a third molar and the mandibular canal, asking for a cone-beam computed tomography (CBCT) scan is a very reasonable choice.^{2,9}

There are some classic radiographic signs suggestive of surgical risk of inferior alveolar nerve (IAN) that are well established in the literature as darkening of the roots, diversion of the canal and interruption of the lamina dura.⁶ But the juxta-apical radiolucency (JAR), a recently described and still little studied radiographic sign, has also been pointed out as an important predictor of IAN damages during third molar surgery.¹ Nevertheless, studies using CBCT images found that there is no definitive intimate relationship between JAR and mandibular canal, supporting the idea that more research is still needed to clarify this issue.¹⁰ Moreover, there is evidence that JAR is related to thinning of the cortical plates, which may be one of the factors leading to an increased incidence of IAN injuries.¹¹

As it is known, the position of the mandibular canal is one determinant of surgery-related nerve damage,^{6,12,13} while thinning of cortical plates still needs to be further investigated to be considered as such.¹⁰ To the best of our knowledge, an analysis of the association of JAR on the mandibular canal position and of JAR position on the cortical plate thinning has not yet been performed. Furthermore, the relationship between JAR and the mandibular canal needs to be elucidated, since integrity of the mandibular canal cortices is critical to preserve the neurovascular bundles¹⁴ and JAR may pose a challenge to this cortical preservation.

The purpose of this study was to investigate, through CBCT images, the anatomical relationship of JAR with the mandibular canal and cortical plates of the mandible. We also

aimed to assess whether the presence of JAR would be associated to the position of the mandibular canal in the third molar region.

MATERIAL AND METHODS

The present study was carried out following the local institutional research ethics committee approval (protocol # 074/2015).

The JAR group was composed 47 cases of JAR observed in 40 patients (10 males and 30 females, mean age 22.4 years) who underwent pre-operative CBCT evaluation before extraction of their mandibular third molars and had at least one JAR previously identified in a panoramic radiograph. The same number of patients (12 males and 28 females, mean age 24.8 years) and third molars (47) were randomly selected to form the control group. Teeth with radiographic evidence of carious lesions, large restorations, endodontic treatment or associated with intraosseous lesions were excluded from the study.

Exams were obtained using a Picasso Trio CBCT unit (Vatech, Hwaseong, South Korea). The acquisition parameters (kVp, mA and field of view - FOV) were selected according to each patient's treatment needs, but the FOV should include the mandibular third molar and surrounding tissues. Moreover, only exams acquired with a 0.2-voxel size were used to avoid spatial resolution variations. All images were evaluated independently by two experienced oral radiologists on a 23.8-inch LCD monitor with a spatial resolution of 1.920 x 1.080 pixels (Dell, Round Rock, USA), under dim lighting conditions. Examiners were allowed to use conventional image adjustment tools (zoom, gamma curve, brightness and contrast). In cases of disagreement, the examiners discussed their findings until consensus could be reached.

CBCT images were analyzed with the Ez3D Plus Software 3.4,3 (E-WOO Technology Giheung-gu, Republic of Korea), and oblique multiplanar reconstructions (axial, coronal, and sagittal) for each selected volume adjusted to the long axis of the third molar were assessed for the following parameters:

- JAR position in relation to the roots of the third molar (buccal, lingual, apical, between the dental roots, mesial or distal). If the JAR extended to more than one location, the face scored was the one where it was mainly located;
- Relationship between the JAR and the mandibular canal: 1, distant; 2, contact with cortical preservation; and 3, contact without cortical preservation (Figure 1);

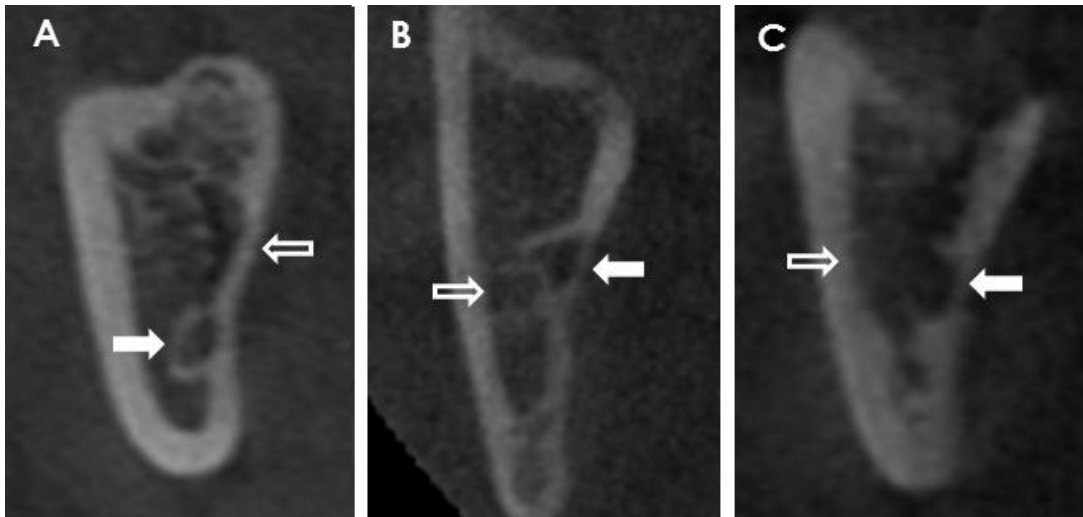


Figure 1 –CBCT images showing the anatomical relationship between JAR (unfilled arrows) and the mandibular canal (filled arrows): A, distant; B, contact with cortical preservation; and C, contact without cortical preservation.

- Thickness of buccal and lingual cortical plates in the JAR region, according to the methodology proposed by Kapila et al.¹⁰ Briefly, the narrowest point of the cortical plates near the JAR was recorded and classified as J1, J2 and J3 when the remaining cortical thickness was $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{2}$ and $\frac{1}{4}$ of the maximum cortical thickness, respectively. The presence of cortical perforation was also recorded (Figure 2).

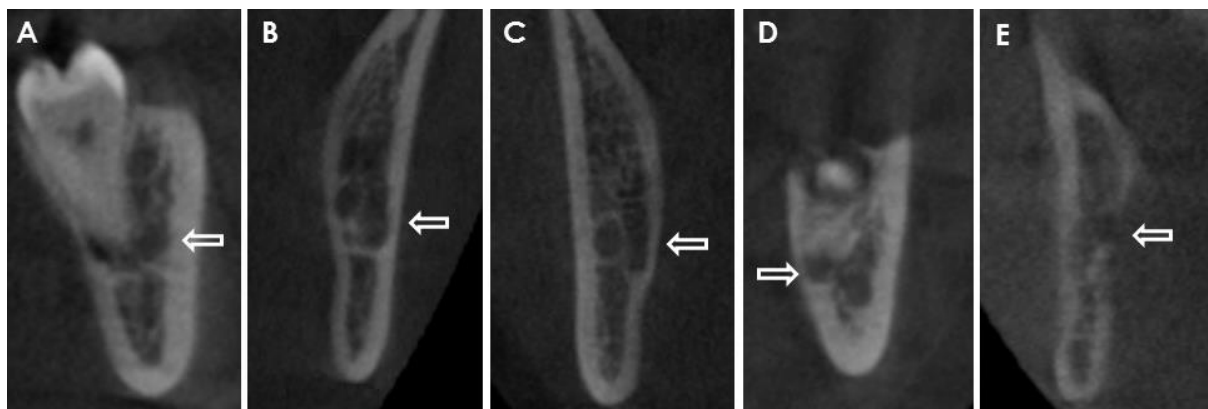


Figure 2 – CBCT images showing the relationship between JAR (arrows) and the cortical plates according to the classification proposed by Kapila et al.¹⁰ A, full cortical; B, mild thinning of cortical bone (J1); C, moderate thinning of the lingual cortical (J2); D, severe thinning of the lingual cortical (J3); and E, the lingual cortical perforation.

- Position of the mandibular canal in the third molar region (buccal, lingual and apical) (Figure 3).

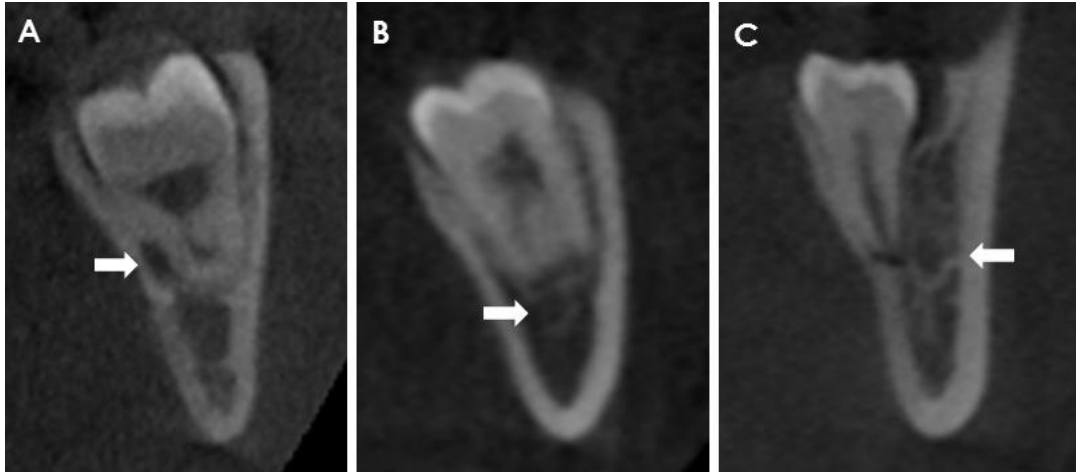


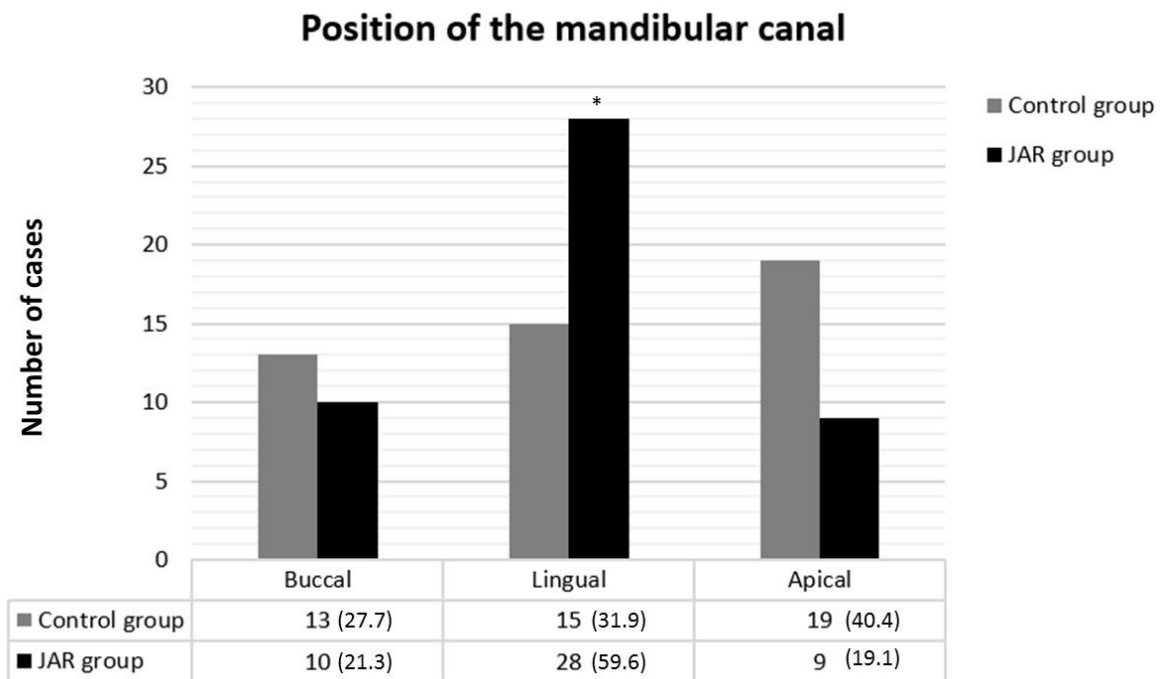
Figure 3 – CBCT images illustrating the position of the mandibular canal in relation to the third molar roots (arrows): A, lingual position; B, apical position; and C, buccal position.

Thirty days after the first evaluation, 25% of CBCT images were reassessed to calculate the method's reproducibility.

Data were analyzed using SAS System Release 9.2 (Cary, NC, USA). The weighted Kappa test was used to calculate intraexaminer agreement (0.40, poor agreement; 0.40–0.59, moderate agreement; 0.60–0.74, good agreement; 0.75–1.00, excellent agreement). The other parameters were compared using the chi-square test with a significance level of 5% ($\alpha=0.05$).

RESULTS

JAR presence showed a significant association with lingual positioning of the mandibular canal ($p = 0.0193$), which occurred in 59.6% of cases of the JAR group (Figure 4).



*Chi-square (χ^2) test: (p=0.0193)

Figure 4 – Position of the mandibular canal in relation to the third molar in the control and JAR groups.

Table 1 summarizes the CBCT findings concerning relationship between JAR and the mandibular canal and presence of cortical plate thinning. There was no significant association between JAR position and its relationship with the mandibular canal or cortical thinning ($p>0.05$). JAR was most frequently found distal to the tooth (66%). The anatomical relationship between JAR and mandibular canal showed that in most cases the JAR is in contact with the canal, being in 53.2% with cortical and 40.4% without cortical. Regarding to the involvement of the mandibular cortical plates, JAR was related to cortical plate thinning in 46.8% of the sample. Comparing the buccal and lingual cortical plates, there were no statistical differences between the faces nor the degree of thinning ($p=0.5728$) (Table 2).

The weighted Kappa values showed good (0.60 for JAR positioning) and excellent intraexaminer agreement (1.00 for position of the mandibular canal; 1.00 for relationship between JAR and mandibular canal; and 0.90 for thinning of the cortical plates).

Table 1 – Relationship between JAR and mandibular canal and thinning of the cortical plates distributed according to JAR position, viewed in CBCT images

JAR Position	Relationship between JAR and mandibular canal* n (%)			Thinning of the cortical plates n (%)		Total
	1	2	3	Absent	Present	
Buccal	0	4	2	3	3	6 (12.8)
Lingual	0	3	0	2	1	3 (6.4)
Apical	0	1	1	1	1	2 (4.3)
Mesial	1	3	0	3	1	4 (8.5)
Distal	2	14	15	15	16	31 (66)
Between the roots	0	0	1	1	0	1 (2.1)
Total	3 (6.4)	25 (53.2)	19 (40.4)	25 (53.2)	22 (46.8)	47 (100)

*Classification based on anatomical relationship between JAR and mandibular canal: 1, distant; 2, contact with cortical; and 3, contact without cortical.

Table 2 – Distribution of degree cortical thinning according to the cortical face (buccal or lingual)

Degree of thinning*	Cortical plates n (%)		p-value
	Buccal	Lingual	
<i>J1</i>	6 (42.9)	3 (37.5)	0.5728
<i>J2</i>	3 (21.4)	2 (25)	
<i>J3</i>	5 (35.7)	2 (25)	
<i>Perforation</i>	0 (0)	1 (12.5)	
Total	14 (63.6)	8 (36.4)	

*Classification based on maximum narrowing of the cortical plates (Kapila et al., 2014): J1, remaining thickness was 2/3 of the maximum thickness; J2, remaining thickness was 1/2 of the maximum thickness; J3, remaining thickness was 1/3 of the maximum thickness; and J4, perforation.

DISCUSSION

The juxta-apical radiolucency (JAR) has been described just recently compared to other important signs in dental radiology.^{1-3,10,11,15} It was first described by Renton et al,¹ who conducted a controlled clinical trial and found a significant association between JAR presence

and the occurrence of nerve injuries during third molar surgery. Since then, some studies were performed using panoramic radiographs,¹ CBCT,^{2,10} or both imaging modalities^{11,15} to clarify the role of the JAR as a risk predictor for neurosensory disturbances secondary to third molar removal.

While there have been reports of significant association between nerve injuries and JAR,^{1,2} its relationship with mandibular canal is unclear since CBCT scanning has shown the dissociation of these images in some cases.^{10,11} In addition, it has been suggested that thinning of the cortical plates may be associated with a higher risk of surgical complications in third molar surgery.¹⁰ Still, there is no information concerning the association of JAR with the mandibular canal position or if JAR positioning could affect its relationship with the adjacent structures.

Our findings have shown that JAR was associated with lingual positioning of the mandibular canal. This may be of clinical relevance, since some studies have reported on a higher risk of injury^{6,13} or exposure^{6,12,16,17} of the IAN in cases when the mandibular canal runs lingually to the third molar. This could be explained by the fact that unfavorable forces are generated and propagated in a lingual direction even though the majority of surgeons usually perform the procedure using a vestibular approach.⁶

Another important factor that may be associated with an increased incidence of trans- and postoperative complications secondary to third molar removal is the direct contact between the JAR and the mandibular canal, which was identified in 40.4% of our sample and in 28.6% of the cases of a previous study.¹¹ There is evidence that the direct relationship between the tooth and the mandibular canal (lack of cortical preservation of the mandibular canal) greatly increases the risk of nerve injuries.^{2,16,17} However, whether the direct contact of the JAR with the nerve also produces the same effect is unknown. It is fair to believe that the contact between the JAR and the mandibular canal, either with or without cortical preservation, could generate a fragility area in the region of the mandibular canal and would leave the IAN more prone to injuries. However, to confirm this hypothesis, studies combining CBCT imaging and trans and post-surgical data should be performed.

Regarding to the cortical thinning caused by JAR, it occurred in 46.8% of our sample, while Kapila et al¹⁰ found at least some degree of thinning in 70% of their cases. The authors compared the thinning caused by JAR with the thinning caused by the third molar/mandibular canal in a control group and found a significant association between cortical thinning and JAR.

We have not performed this analysis in the control group since the relationship of JAR with the cortices differs from that of the tooth/canal with those structures, making difficult any comparison. While some studies have suggested that cortical thinning may be related to an increased incidence of paresthesia following third molar extraction,¹⁰ we highlight another potential complication, such as risk of herniation of tooth fragments into the lingual fossa when the lingual cortical plate is thinned substantially.¹⁵

In addition to cases of cortical thinning, a case of lingual cortical perforation was found in this study. Certainly, one should not disregard the possibility of occurring of a partial volume effect that is inherent in CBCT and can affect the quality and quantitative accuracy of reconstructed images due to the data interpolation into a voxel.^{18,19} While the voxel size used was small (0.2 mm), the fact of cortical discontinuity has been detected indicates that the assessed region was at least extremely thinned.

Although the position of JAR has not been associated to its relationship with mandibular canal or cortical thinning, knowing the location of JAR is important because this area probably requires special attention in surgical procedures. In our study, the JAR was seen on a distal position relative to the third molar roots in most cases. Contrarily, Kapila et al¹⁰ assessed the position of JAR relative to the mandibular canal and found that the buccal position was more prevalent, followed by the superior position.

The bucco-lingual position and the actual relationship of the JAR with the mandibular canal was assessed by tomographic images, which allowed the three-dimensional reconstructions that avoided overlapping and distortion of anatomic structures.^{4,6,12,15} The additional information provided by CBCT may help professionals to decide, for example, the approach or surgical technique (extraction or coronectomy) that will most likely prevent nerve injury.^{1,2,15}

Despite the rising interest on the topic, the origin of JAR is still unknown. Renton³ indicated that the JAR might be an extension of the IAN lamella with the dental lamina dura. However, Kapila et al¹⁰ assessed JAR in CBCT images and were able to clearly locate and differentiate the JAR and the mandibular canal. Other study using CBCT scans suggested that JAR radiographic characteristics were related to those of a large cancellous bone space, implying that JAR is a superimposition of the canal over large cancellous bone spaces.¹⁵ We believe that the JAR is indeed an image created by increased separation of the trabeculae in cancellous bone, but not necessarily associated with the mandibular canal. However, the

literature offers no explanation on the timing of JAR onset or on form and size changes over time. Histological and longitudinal studies would address these questions more appropriately.

The associations found here highlight the importance of identifying the JAR before surgical removal of mandibular third molars. The results seemed to confirm that JAR relates to risk factors for IAN injuries and reinforce the role of CBCT in the assessment of these patients. Therefore, knowing the relationship of JAR with adjacent structures (tooth, mandibular canal and cortical plates) on an individual basis is important to guide the professionals during surgical planning and patient management. Still, further research combining clinical findings and CBCT data will certainly expand our knowledge on the topic.

In conclusion, CBCT imaging for JAR assessment delivered interesting insights on the entity's relationship with the mandibular canal and the mandibular cortical plates. In most of JAR cases, the mandibular canal runs lingual to third molar and contacts the JAR. Both situations (contact and position) may increase the risk for nerve injury during removal of mandibular third molars when a JAR is present. Moreover, the thinning of the cortical plates in the JAR region was a common condition, being present in almost half of cases.

REFERENCES

1. Renton T, Hankins M, Sproate C, McGurk M. A randomised controlled clinical trial to compare the incidence of injury to the inferior alveolar nerve as a result of coronectomy and removal of mandibular third molars. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2005; 43:7–12.
2. Hatano Y, Kurita K, Kuroiwa Y, Yuasa H, Arijji E. Clinical evaluations of coronectomy (intentional partial odontectomy) for mandibular third molars using dental computed tomography: a case-control study. *J Oral Maxillofac Surg* 2009; 67: 1806–1814.
3. Renton T. Prevention of iatrogenic inferior alveolar nerve injuries in relation to dental procedures. *Dent Update* 2010; 37:350-352, 354-356, 358-360 passim. Review.
4. Tantanapornkul W, Okouchi K, Fujiwara Y, Yamashiro M, Maruoka Y, Ohbayashi N, et al. A comparative study of cone-beam computed tomography and conventional panoramic radiography in assessing the topographic relationship between the mandibular canal and impacted third molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 103:253-259.

5. Tantanapornkul W, Okochi K, Bhakdinaronk A, Ohbayashi N, Kurabayashi T. Correlation of darkening of impacted mandibular third molar root on digital panoramic images with cone beam computed tomography findings. *Dentomaxillofac Radiol* 2009; 38:11-16.
6. Ghaeminia H, Meijer GJ, Soehardi A, Borstlap WA, Mulder J, Bergé SJ. Position of the impacted third molar in relation to the mandibular canal. Diagnostic accuracy of cone beam computed tomography compared with panoramic radiography. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2009; 38:964-971.
7. Neves FS, Souza TC, Almeida SM, Haiter-Neto F, Freitas DQ, Boscolo FN. Correlation of panoramic radiography and cone beam CT findings in the assessment of the relationship between impacted mandibular third molars and the mandibular canal. *Dentomaxillofac Radiol* 2012; 41:553-557.
8. Nguyen E, Grubor D, Chandu A. Risk factors for permanent injury of inferior alveolar and lingual nerves during third molar surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2014; 72:2394-2401.
9. The SEDENTEXCT Project Radiation protection: cone beam CT for dental and maxillofacial radiology. Evidence based guidelines. Geneva, Switzerland: European Commission; 2012. Available from: <http://www.sedentexcte.eu/guidelines>
10. Kapila R, Harada N, Araki K, Goto TK. Evaluation of juxta-apical radiolucency in cone beam CT images. *Dentomaxillofac Radiol* 2014; 43:20130402.
11. Kapila R, Harada N, Araki K, Sano T, Goto TK. Relationships between third-molar juxta-apical radiolucencies and mandibular canals in panoramic and cone beam computed tomography images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2014; 117:640-644.
12. Hasegawa T, Ri S, Shigeta T, Akashi M, Imai Y, Kakei Y, et al. Risk factors associated with inferior alveolar nerve injury after extraction of the mandibular third molar - a comparative study of preoperative images by panoramic radiography and computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2013; 42:843-851.
13. Kim HG, Lee JH. Analysis and evaluation of relative positions of mandibular third molar and mandibular canal impacts. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 2014; 40:278-284.
14. Nakamori K, Fujiwara K, Miyazaki A, Tomihara K, Tsuji M, Nakai M, et al. Clinical assessment of the relationship between the third molar and the inferior alveolar canal using

panoramic images and computed tomography. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008 Nov;66(11):2308-13.

15. Umar G, Bryant C, Obisesan O, Rood JP. Correlation of the radiological predictive factors of inferior alveolar nerve injury with cone beam computed tomography findings. *Oral Surgery* 2010; 3:72-82.

16. Nakayama K, Nonoyama M, Takaki Y, Kagawa T, Yuasa K, Izumi K, et al. Assessment of the relationship between impacted mandibular third molars and inferior alveolar nerve with dental 3-dimensional computed tomography. *J Oral Maxillofac Surg* 2009; 67:2587-2591.

17. Neves FS, de Almeida SM, Bóscolo FN, Haiter-Neto F, Alves MC, Crusoé-Rebello I, et al. Risk assessment of inferior alveolar neurovascular bundle by multidetector computed tomography in extractions of third molars. *Surg Radiol Anat* 2012; 34:619-624.

18. Zou Y, Sidky EY, Pan X. Partial volume and aliasing artefacts in helical cone-beam CT. *Phys Med Biol* 2004; 49:2365-2375.

19. Schulze R, Heil U, Gross D, Bruellmann DD, Dranischnikow E, Schwanecke U, Schoemer E. Artefacts in CBCT: a review. *Dentomaxillofac Radiol* 2011; 40:265-273.

3 DISCUSSÃO

A cirurgia para remoção dos terceiros molares é um dos procedimentos mais comumente realizados na prática clínica dos cirurgiões maxilofaciais, seja por razões terapêuticas, profiláticas ou ortodônticas (Gülicher; Gerlach, 2001; Marciani, 2007; Neves et al., 2012b). Para a avaliação e planejamento pré-cirúrgico, exames por imagem são solicitados com o objetivo de fornecer informações não disponíveis clinicamente, como a posição e morfologia dentária e a relação entre os dentes e as estruturas adjacentes, especialmente o canal mandibular (Nakayama et al., 2009; Kim; Lee, 2014; Tantanapornkul et al., 2007; Ghaeminia et al., 2009; Neves et al., 2012a).

A radiografia panorâmica e a TCFC são as modalidades de imagem mais utilizadas para a avaliação de pacientes que serão submetidos à exodontia dos terceiros molares. A radiografia panorâmica se destaca por ser o exame de eleição para a avaliação inicial do paciente, pois permite uma ampla visualização das arcadas dentárias e ossos maxilares, possui baixo custo, fácil acessibilidade e expõe o paciente a menores doses de radiação quando comparada a TCFC (Flygare; Öhman, 2008; Neves et al., 2012a). Já a TCFC é indicada nos casos em que as imagens convencionais indicam uma íntima relação entre os terceiros molares e o canal mandibular, e informações adicionais são necessárias para esclarecer a relação vestibulo-lingual entre as estruturas e melhorar o planejamento cirúrgico, a fim de reduzir o risco de injúrias nervosas (Umar et al., 2010; SEDENTEXCT, 2012).

O presente estudo avaliou a RJA, um sinal radiográfico recentemente descrito e associado a predição de risco durante a remoção dos terceiros molares (Renton et al., 2005). A RJA foi encontrada em 7,1% dos dentes e 11% das radiografias panorâmicas examinadas e foi significativamente associada a pacientes jovens (até 30 anos) e ao sexo feminino. Como se sabe, dados sobre prevalência podem variar de acordo com a população estudada, critérios de diagnóstico e diferentes métodos de avaliação. Neste estudo, foram registradas como RJA todas as imagens radiolúcidas bem definidas, localizadas na região justa-apical dos terceiros molares inferiores, independentemente do seu tamanho. Além disso, a radiografia panorâmica foi a modalidade de imagem escolhida para a análise da prevalência por ela ser o exame mais utilizado para a avaliação dos terceiros molares.

De acordo com a literatura, o aumento da idade é relatado como um fator de risco para lesão do nervo alveolar inferior (Renton et al., 2001; Jerjes et al., 2010; Selvi et al., 2013; Nguyen et al., 2014), sendo mais prevalente em pacientes com mais de 25 anos (Jerjes et al., 2010; Nguyen et al., 2014). Essa idade compreende ainda a faixa etária com maior prevalência

de RJA no presente estudo (até 30 anos), o que pode indicar uma associação positiva entre a presença do RJA e sua predição de risco. Em relação ao sexo, muitos estudos mostraram que não há predileção de injúrias nervosas para o sexo masculino ou feminino (Ghaeminia et al., 2009; Cheung et al., 2010; Jerjes et al., 2010; Hasegawa et al., 2013; Nguyen et al., 2014), sugerindo que não há relação definida com esse parâmetro.

Conhecer a prevalência da RJA, os fatores a ela associados e suas principais características imaginológicas é importante para ajudar os profissionais na sua identificação e correto diagnóstico. Nessa pesquisa, a RJA foi significativamente associada a dentes em posição vertical e com formação radicular completa. Diferentemente, Kapila et al. (2014) encontraram que a RJA foi mais prevalente em terceiros molares mesioangulados. No entanto, sua amostra foi composta apenas por dentes impactados, o que pode explicar essa diferença entre os estudos. Embora a posição horizontal ser relatada como um fator predisponente (Jerjes et al., 2010; Szalma et al., 2010), pode-se sugerir a possibilidade da RJA aumentar o risco de distúrbios neurovasculares em dentes posicionados verticalmente. Para confirmar essa hipótese, mais estudos clínicos são necessários.

Já a formação radicular foi investigada a fim de encontrar uma possível origem da RJA, uma vez que uma área radiolúcida na região apical de dentes em desenvolvimento também é observada. Porém, essa relação não foi encontrada. Estudos têm sugerido a RJA é criada devido ao aumento do espaço entre as trabéculas de osso esponjoso (Umar et al., 2010), sendo distinta da cortical alveolar e do mandibular canal (Kapila et al., 2014b). No entanto, ainda não há informações disponíveis na literatura sobre sua exata composição, o momento do surgimento da RJA ou se sua aparência é alterada ao longo do tempo. Para elucidar essas questões, são necessários estudos histológicos e longitudinais.

Em relação à profundidade de impactação, a maioria dos dentes com RJA estava inferiormente posicionada (não irrompido ou parcialmente irrompido). Apesar desse dado não ter sido significativo, estudos mostraram que dentes impactados estão mais relacionados a complicações trans e pós-cirúrgicas devido a maior relação de proximidade com o canal mandibular (Cheung et al., 2010; Szalma et al., 2010; Hasegawa et al., 2013); portanto, esse fator também pode estar relacionado ao aumento da incidência de injúrias nervosas nos casos de RJA.

Devido à evidência de que a associação de dois ou mais sinais radiográficos de proximidade aumentam o risco de exposição (Szalma et al., 2011; Neves et al., 2012a) ou injúria

(Blaeser et al., 2003; Nakamori et al., 2008) ao nervo alveolar inferior, a possível relação entre a presença da RJA com a de algum outro sinal radiográfico foi avaliada. No entanto, verificou-se que a RJA está associada com a ausência desses sinais, sugerindo que essa condição possui características inerentes que aumentam o risco de comprometimento neurossensorial. No entanto, o sinal mais prevalente que ocorreu simultaneamente à RJA foi o escurecimento das raízes, justamente o sinal apontado pela literatura como um dos principais na predição de risco (Ghaeminia et al., 2009; Renton, 2010). Portanto, a possibilidade de um sinergismo ocorrer nesses casos não deve ser descartada.

Embora a RJA seja uma variação anatômica situada na área justa-apical dos terceiros molares, muitas das suas características imaginológicas não tinham sido anteriormente descritas. Por ser uma imagem radiolúcida bem definida, a RJA pode ser interpretada radiograficamente com uma displasia óssea focal, que em seus primeiros estágios de desenvolvimento também é radiolúcida, bem definida, com ou sem limites corticalizados e cortical alveolar, porém afeta pacientes mais velhos e sua localização é mais restrita à região periapical dos dentes (Su et al., 1997). Outras condições com características semelhantes à RJA são as lesões inflamatórias, mas a presença da cortical alveolar e ausência de patologia dental é um fator importante que leva ao seu diagnóstico. No entanto, a presença de cárie dentária, grande restauração coronária ou tratamento endodôntico, associado à ausência de cortical alveolar no local RJA, pode inviabilizar a sua identificação somente através de exames por imagem, sendo necessário a correlação com achados clínicos, como presença de sensibilidade pulpar, para concluir o diagnóstico.

A TCFC fornece uma visão confiável da posição da RJA e da relação vestibulo-lingual do terceiro molar com o canal mandibular e as corticais ósseas da mandíbula, informações essas que não podem ser obtidas através da radiografia panorâmica (Ghaeminia et al., 2009; Tantanapornkul et al., 2007; Umar et al., 2010; Kapila et al., 2014b). Esses dados são importantes durante o planejamento e a execução da exodontia, uma vez que podem guiar o cirurgião a evitar submeter o canal mandibular à pressão dos movimentos das raízes ou o uso descuidado de brocas e elevadores (Ghaeminia et al., 2009).

O presente estudo encontrou uma associação significativa entre a presença da RJA e a posição lingual do canal mandibular. Essa informação é clinicamente relevante porque estudos têm demonstrado que os pacientes estão em maior risco de lesão (Ghaeminia et al., 2009; Nakayama et al., 2009; Hasegawa et al., 2013; Kim; Lee, 2014) ou exposição (Ghaeminia et al., 2009; Neves et al., 2012b) do nervo alveolar inferior nos casos onde o canal mandibular é

posicionado lingualmente ao terceiro molar. Uma explicação para isso é que, quando o cirurgião inicia a abordagem cirúrgica no lado vestibular do dente e o nervo está posicionado por lingual, forças desfavoráveis são geradas e dirigidas lingualmente (Ghaeminia et al., 2009).

Há evidências de que a relação direta (sem cortical) entre o dente e o canal mandibular aumenta consideravelmente o risco de lesões nervosas (Hatano et al., 2009; Neves et al., 2012b; Nakayama et al., 2009). No entanto, ainda não se sabe se a relação direta da RJA com o canal mandibular, vista em 40,4% dos casos no presente estudo e em 28,6% dos casos de um estudo prévio (Kapila et al., 2014), também provoca o mesmo efeito. De qualquer modo, acredita-se que a presença de contato, com ou sem cortical entre as estruturas, pode gerar uma zona de fragilidade na região do canal mandibular e agir como um fator relacionado ao aumento de complicações trans e pós-operatórias.

Em relação ao afinamento das corticais relacionado à RJA, esse ocorreu em 46,8% da amostra, enquanto Kapila et al. (2014a) o identificaram em 70% dos casos. Esses autores compararam o afinamento causado pelo RJA com aquele causado pelo terceiro molar/canal mandibular em um grupo controle, e encontraram um aumento significativo do afinamento no grupo RJA. No presente estudo, optou-se por não realizar essa comparação com o grupo controle porque percebeu-se que a relação da RJA com as corticais muitas vezes difere da relação do dente/canal com a cortical. Embora estudos tenham sugerido que o afinamento da cortical pode estar relacionado ao aumento da incidência de parestesia após a exodontia dos terceiros molares (Kapila et al., 2014a), destaca-se também o risco de hérnia de fragmentos de dentes na fossa lingual quando a cortical lingual é afinada substancialmente (Umar et al., 2010).

Além dos casos de afinamento, um caso de perfuração da cortical lingual foi encontrado no presente estudo. Certamente, não se deve desconsiderar a possibilidade de ocorrência de um artefato de volume parcial, efeito importante inerente à TCFC e que pode afetar a qualidade e precisão quantitativa das imagens reconstruídas devido à interpolação de dados em um mesmo voxel (Zou et al., 2004; Schulze et al., 2011). Apesar disso, o fato da descontinuidade da cortical ter sido detectada indica que a região avaliada foi ao menos extremamente afinada, pois o voxel em que as imagens foram adquiridas e analisadas é pequeno (0,2mm), considerado adequado e bastante utilizado para a avaliação dos terceiros molares.

O presente estudo avaliou a posição da RJA em relação à raiz do terceiro molar, que esteve por distal na maioria dos casos. Diferentemente, Kapila et al. (2014a) avaliaram a posição de RJA em relação ao canal mandibular e encontraram que ela esteve mais

frequentemente localizada por vestibular, seguido pela posição superior ao canal mandibular. Na literatura consultada, nenhuma informação sobre a possível associação do posicionamento da RJA com a sua relação com o canal mandibular e com o afinamento das corticais ósseas estava disponível até o momento. Apesar de termos encontrado que sua posição não foi um fator determinante para estabelecer sua relação com as estruturas adjacentes, conhecer a localização da RJA é importante porque essa área provavelmente requer atenção especial durante procedimentos cirúrgicos.

A prevalência significativa de RJA, as possibilidades de diagnóstico diferencial e, principalmente, sua relação com um risco aumentado de lesões nervosas durante a remoção dos terceiros molares destacam a importância de seu conhecimento. Foram avaliados vários fatores relacionados à RJA que poderiam ser obtidos através das imagens de radiografia panorâmica e TCFC, numa tentativa de esclarecer essas associações e auxiliar os dentistas e cirurgiões maxilo-faciais em seu diagnóstico. Os resultados apontam que a RJA está relacionada a fatores de risco para lesões nervosas e mostram como a TCFC é válida na avaliação desses pacientes, uma vez que esse exame fornece informações adicionais que podem ajudar os profissionais a decidir, por exemplo, a abordagem ou técnica cirúrgica (exodontia ou coronectomia) para evitar complicações (Renton et al., 2005; Ghaeminia et al., 2009; Hatano et al., 2009; Umar et al., 2010). A realização de estudos com outras populações, comparação entre métodos de imagem, bem como mais ensaios clínicos que correlacionem as descobertas relacionadas à RJA com resultados pós-cirúrgicos são importantes para uma melhor compreensão de como a RJA e seus fatores associados influenciam o risco de comprometimento neurosensorial.

4 CONCLUSÃO

Esse estudo mostrou que a RJA não é um achado imaginológico raro, sendo mais prevalente em pacientes jovens, do sexo feminino e associada a terceiros molares em posição vertical, semi-inclusos e com formação radicular completa. Na maioria dos casos, apresenta corticalização (parcial ou total), não interrompe a cortical alveolar e está radiograficamente sobreposta ao canal mandibular. A avaliação das imagens tomográficas permitiu a incorporação de informações tridimensionais e o melhor entendimento da relação da RJA com as estruturas adjacentes. Na maioria dos casos, a RJA esteve em contato com o canal mandibular e esse apresentou uma posição lingual na região do terceiro molar. Ambas as condições podem estar relacionadas ao aumento da incidência de lesões nervosas durante a exodontia de terceiros molares. Além disso, o afinamento das corticais mandibulares na região da RJA foi uma condição frequente, estando presente em quase metade dos casos. Pela descrição das principais características imaginológicas da RJA e dos fatores a ela associados, espera-se alertar os profissionais e contribuir para o seu correto diagnóstico.

REFERÊNCIAS*

- Blaeser BF, August MA, Donoff RB, Kaban LB, Dodson TB. Panoramic radiographic risk factors for inferior alveolar nerve injury after third molar extraction. *J Oral Maxillofac Surg.* 2003;61(4): 417-21.
- Cheung LK, Leung YY, Chow LK, Wong MC, Chan EK, Fok YH. Incidence of neurosensory deficits and recovery after lower third molar surgery: a prospective clinical study of 4338 cases. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2010;39(4): 320-6.
- Flygare L, Ohman A. Preoperative imaging procedures for lower wisdom teeth removal. *Clin Oral Investig.* 2008;12(4): 291-302.
- Ghaeminia H, Meijer GJ, Soehardi A, Borstlap WA, Mulder J, Bergé SJ. Position of the impacted third molar in relation to the mandibular canal. Diagnostic accuracy of cone beam computed tomography compared with panoramic radiography. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2009;38(9): 964-71.
- Güllicher D, Gerlach KL. Sensory impairment of the lingual and inferior alveolar nerves following removal of impacted mandibular third molars. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2001;30(4): 306-12.
- Hasegawa T, Ri S, Shigeta T, Akashi M, Imai Y, Kakei Y, Shibuya Y, Komori T. Risk factors associated with inferior alveolar nerve injury after extraction of the mandibular third molar - a comparative study of preoperative images by panoramic radiography and computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2013;42: 843-51.
- Hatano Y, Kurita K, Kuroiwa Y, Yuasa H, Arijji E. Clinical evaluations of coronectomy (intentional partial odontectomy) for mandibular third molars using dental computed tomography: a case-control study. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67: 1806–14.
- Jerjes W, Upile T, Shah P, Nhembe F, Gudka D, Kafas P, McCarthy E, Abbas S,

*De acordo com as normas da UNICAMP/FOP, baseadas na padronização do International Committee of Medical Journal Editors - Vancouver Group. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o PubMed.

Patel S, Hamdoon Z, Abiola J, Vourvachis M, Kalkani M, Al-Khawalde M, Leeson R, Banu B, Rob J, El-Maaytah M, Hopper C. Risk factors associated with injury to the inferior alveolar and lingual nerves following third molar surgery-revisited. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010;109(3): 335-45.

Kapila R, Harada N, Araki K, Goto TK. Evaluation of juxta-apical radiolucency in cone beam CT images. *Dentomaxillofac Radiol.* 2014a;43: 20130402.

Kapila R, Harada N, Araki K, Sano T, Goto TK. Relationships between third-molar juxta-apical radiolucencies and mandibular canals in panoramic and cone beam computed tomography images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2014b;117: 640-4.

Kim HG, Lee JH. Analysis and evaluation of relative positions of mandibular third molar and mandibular canal impacts. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2014;40(6): 278-84.

Landis JR, Koch GG. An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics.* 1977;33(2): 363-74.

Marciani RD. Third molar removal: an overview of indications, imaging, evaluation, and assessment of risk. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2007;19: 1-13.

Matzen LH, Wenzel A. Efficacy of CBCT for assessment of impacted mandibular third molars: a review - based on a hierarchical model of evidence. *Dentomaxillofac Radiol* 2015;44(1): 20140189.

Nakamori K, Fujiwara K, Miyazaki A, Tomihara K, Tsuji M, Nakai M, Michifuri Y, Suzuki R, Komai K, Shimanishi M, Hiratsuka H. Clinical assessment of the relationship between the third molar and the inferior alveolar canal using panoramic images and computed tomography. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008;66(11): 2308-13.

Nakayama K, Nonoyama M, Takaki Y, Kagawa T, Yuasa K, Izumi K, Ozeki S, Ikebe T. Assessment of the relationship between impacted mandibular third molars and inferior alveolar nerve with dental 3-dimensional computed tomography. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67(12): 2587-91.

Neves FS, Souza TC, Almeida SM, Haiter-Neto F, Freitas DQ, Boscolo FN. Correlation of panoramic radiography and cone beam CT findings in the assessment of the relationship between impacted mandibular third molars and the mandibular canal. *Dentomaxillofac Radiol.* 2012a;41: 553-7.

Neves FS, de Almeida SM, Bóscolo FN, Haiter-Neto F, Alves MC, Crusoé-Rebello I, Campos PS. Risk assessment of inferior alveolar neurovascular bundle by multidetector computed tomography in extractions of third molars. *Surg Radiol Anat.* 2012b;34(7): 619-24.

Nguyen E, Grubor D, Chandu A. Risk factors for permanent injury of inferior alveolar and lingual nerves during third molar surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2014;72(12): 2394-401.

Peker I, Sarikir C, Alkurt MT, Zor ZF. Panoramic radiography and cone-beam computed tomography findings in preoperative examination of impacted mandibular third molars. *BMC Oral Health.* 2014;14: 71.

Renton T, Smeeton N, McGurk M. Factors predictive of difficulty of mandibular third molar surgery. *Br Dent J.* 2001;190(11): 607-10.

Renton T, Hankins M, Sproate C, McGurk M. A randomised controlled clinical trial to compare the incidence of injury to the inferior alveolar nerve as a result of coronectomy and removal of mandibular third molars. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2005;43: 7–12.

Renton T. Prevention of iatrogenic inferior alveolar nerve injuries in relation to dental procedures. *Dent Update.* 2010;37(6):350-2, 354-6, 358-60 *passim*. Review.

Rood JP, Shehab BAAN. The radiological prediction of inferior alveolar nerve injury during third molar surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1990;28: 20–5.

Schulze R, Heil U, Gross D, Bruellmann DD, Dranischnikow E, Schwanecke U, Schoemer E. Artefacts in CBCT: a review. *Dentomaxillofac Radiol.* 2011;40(5): 265-73.

Selvi F, Dodson TB, Nattestad A, Robertson K, Tolstunov L. Factors that are associated with injury to the inferior alveolar nerve in high-risk patients after removal of third molars. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2013;51(8): 868-73.

Su L, Weathers DR, Waldron CA. Distinguishing features of focal cemento-osseous dysplasia and cemento-ossifying fibromas. II. A clinical and radiologic spectrum of 316 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997; 84: 540–9.

Susarla SM, Dodson TB. Preoperative computed tomography imaging in the management of impacted mandibular third molars. *J Oral Maxillofac Surg*. 2007;65(1): 83-8.

Szalma J, Lempel E, Jeges S, Olasz L. Darkening of third molar roots: panoramic radiographic associations with inferior alveolar nerve exposure. *J Oral Maxillofac Surg*. 2011;69(6): 1544-9.

Szalma J, Lempel E, Jeges S, Szabó G, Olasz L. The prognostic value of panoramic radiography of inferior alveolar nerve damage after mandibular third molar removal: retrospective study of 400 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010;109(2): 294-302.

The SEDENTEXCT Project Radiation protection: cone beam CT for dental and maxillofacial radiology. Evidence based guidelines. Geneva, Switzerland: European Commission; 2012. Disponível em: <http://www.sedentexct.eu/guidelines>

Tantanapornkul W, Okouchi K, Fujiwara Y, Yamashiro M, Maruoka Y, Ohbayashi N, Kurabayashi T. A comparative study of cone-beam computed tomography and conventional panoramic radiography in assessing the topographic relationship between the mandibular canal and impacted third molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2007;103(2): 253-9.

Tantanapornkul W, Okochi K, Bhakdinaronk A, Ohbayashi N, Kurabayashi T. Correlation of darkening of impacted mandibular third molar root on digital panoramic images with cone beam computed tomography findings. *Dentomaxillofac Radiol*. 2009;38(1): 11-6.

Umar G, Bryant C, Obisesan O, Rood JP. Correlation of the radiological predictive factors of inferior alveolar nerve injury with cone beam computed tomography findings. *Oral Surgery*. 2010;3: 72-82.

Xu GZ, Yang C, Fan XD, Yu CQ, Cai XY, Wang Y, He D. Anatomic relationship between impacted third mandibular molar and the mandibular canal as the risk factor of inferior alveolar nerve injury. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2013;51(8): e215-9.

Zou Y, Sidky EY, Pan X. Partial volume and aliasing artefacts in helical cone-beam CT. *Phys Med Biol*. 2004;49(11): 2365-75.

APÊNDICES

APÊNDICE 1: METODOLOGIA DETALHADA (ARTIGO 1)

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas – FOP/UNICAMP – protocolo nº 074/2015 (Anexo 1).

Seleção da amostra

A amostra foi composta por 1050 radiografias panorâmicas (1830 terceiros molares inferiores) selecionadas a partir do arquivo de imagens de pacientes atendidos na Clínica de Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas – FOP/UNICAMP, Brasil, durante um período de três anos. Os exames de pacientes que tinham pelo menos um dos terceiros molares inferiores com mais de um terço radicular formado foram incluídos no estudo. Dentes com presença de lesões de cárie, grandes restaurações, tratamentos endodônticos, lesões traumáticas (como fraturas óssea, dentária ou alveolar) e/ou associados a lesões intra-ósseas foram excluídos.

Obtenção das imagens

As radiografias panorâmicas foram adquiridas utilizando-se o aparelho Digital Orthopantomograph OP100 D (Instrumentarium Corp., Imaging Division, Tuusula, Finland), filtração de 2,5 mm de alumínio, área focal de 0,35x0,5 mm, sensor CCD, 66kVp, 2,5mA e tempo de exposição de 17,6s. Todas as imagens foram obtidas de acordo com o protocolo padrão da Clínica de Radiologia da FOP/UNICAMP, no qual os pacientes são mantidos em posição ortostática, com a cabeça posicionada e estabilizada pelos próprios dispositivos do aparelho, de modo que o plano sagital mediano fique perpendicular ao plano horizontal, o Plano de Frankfurt (linha imaginária que vai da porção mais superior do meato acústico externo ao ponto mais inferior do rebordo infraorbitário) paralelo ao plano horizontal, e os maxilares localizados dentro da camada de imagem do aparelho.

Avaliação das imagens

Todas as imagens foram avaliadas por duas examinadoras treinadas, uma cirurgiã-dentista e uma mestre em Radiologia Odontológica, ambas com experiência mínima de dois anos em diagnóstico por imagem, de maneira independente. As avaliações foram realizadas através de um computador com monitor LCD (Liquid Crystal Display) de 23.8 polegadas e resolução de 1920 x 1080 pixels (Dell, Round Rock, EUA), em uma sala silenciosa e em condições de pouca luminosidade. A manipulação das imagens (ajuste das ferramentas de zoom, brilho e contraste) foi realizada quando necessário, para facilitar as avaliações.

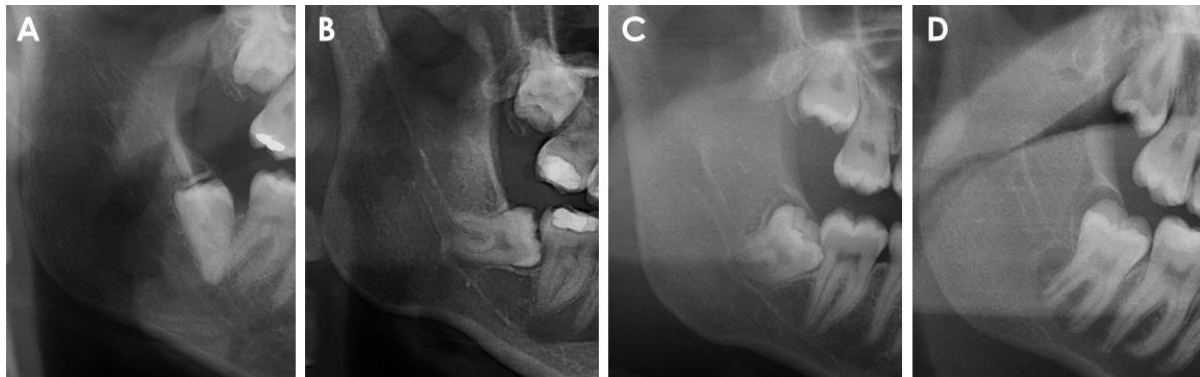
As examinadoras foram calibradas previamente com imagens de radiografia panorâmica com presença e ausência de RJA, obtidas a partir de dentes que não fizeram parte da amostra do estudo. Elas foram instruídas a registrar, além da presença de RJA, a posição, profundidade de impactação e estágio de desenvolvimento radicular dos terceiros molares inferiores, além das características imaginológicas da RJA. Após as examinadoras alcançarem sucesso nas sessões de calibração, avaliaram independentemente as imagens que fizeram parte do estudo. Em casos de discordância entre as avaliações, elas debateram seus achados e reavaliaram essas imagens em conjunto, tendo sido obtido um consenso final para todos os parâmetros avaliados.

Inicialmente, todos os terceiros molares foram avaliados quanto à presença ou ausência de RJA. Além disso, a distribuição da RJA (unilateral ou bilateral) e sua associação com os dados demográficos dos pacientes (idade e sexo) foi investigada.

Posteriormente, dois grupos foram formados, ambos com o mesmo número de dentes e pacientes: o grupo RJA, composto por todos os casos de RJA da amostra; e um grupo controle, composto por casos selecionados aleatoriamente sem a presença de RJA. Esses dentes foram avaliados de acordo com os seguintes critérios:

1 – *Posicionamento dentário*: a posição dos terceiros molares foi classificada em vertical, horizontal, mesioangular ou distoangular, de acordo com os critérios estabelecidos por Winter (1926), que considerou a inclinação do longo eixo desses dentes em relação ao longo eixo do segundo molar inferior (Figura 1).

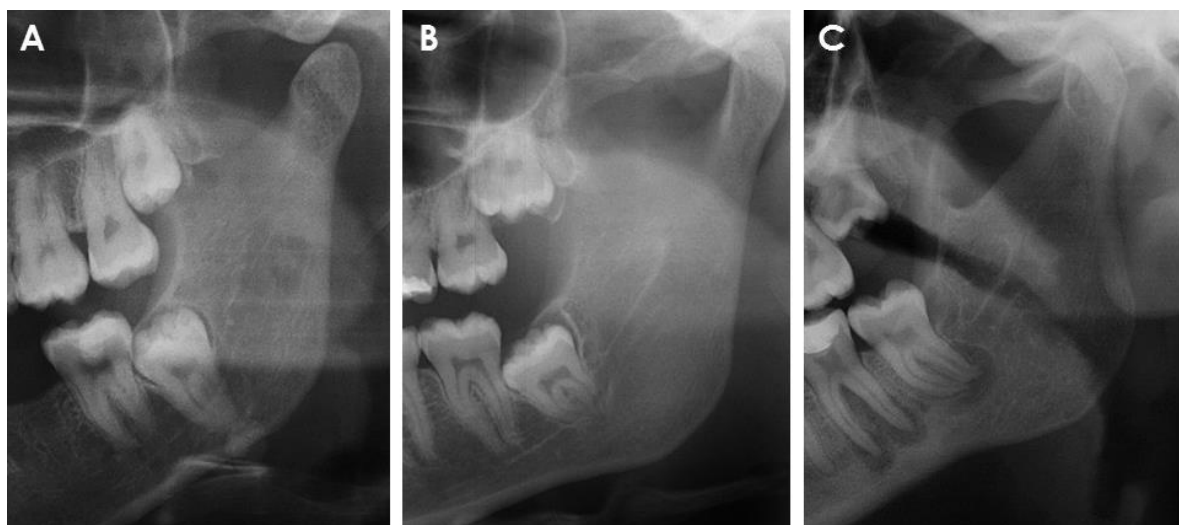
Figura 1 – Imagens parciais de radiografias panorâmicas mostrando o posicionamento dentário de acordo com a Classificação proposta por Winter (1926).



Terceiros molares em: A, posição distoangular; B, posição horizontal; C, posição mesioangular; e D, posição vertical.

2 – *Profundidade de impactação dentária*: a profundidade dos terceiros molares em relação ao tecido ósseo também foi objeto de avaliação para posterior associação, sendo os mesmos classificados como: inclusos (completamente envoltos por tecido ósseo), semi-inclusos (parcialmente envoltos por tecido ósseo) e irrompidos (totalmente irrompidos na cavidade bucal) (Figura 2).

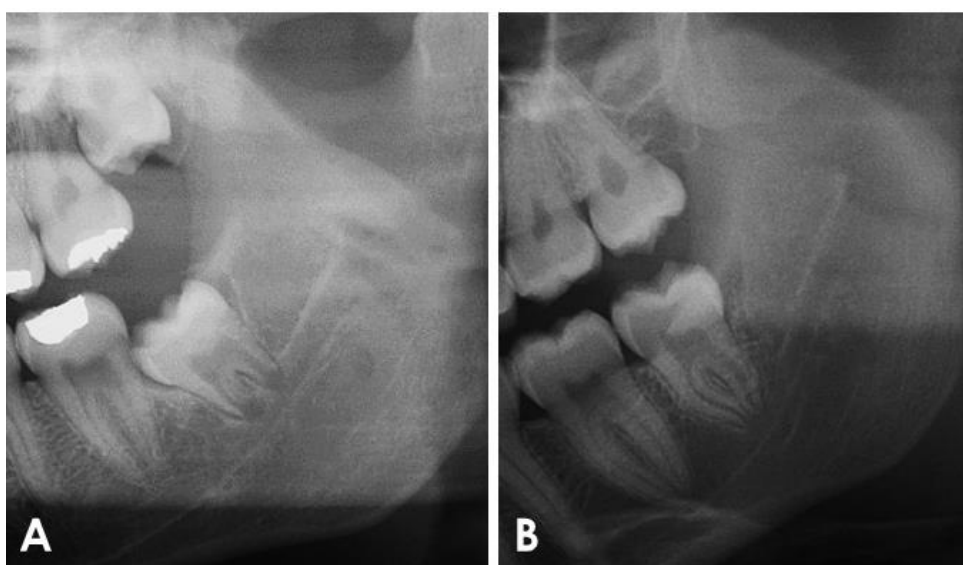
Figura 2 - Imagens parciais de radiografias panorâmicas mostrando a profundidade de impactação dentária de acordo com o nível de osso alveolar.



A, dente incluso; B, dente semi-incluso; C, dente irrompido. Exemplos de dentes com RJA.

3 – *Desenvolvimento radicular*: o estágio de desenvolvimento radicular foi classificado de acordo com a quantidade da raiz formada, da seguinte maneira: 1, formação radicular incompleta (com pelo menos um terço radicular não completamente formado); e 2, formação radicular completa (com terço apical completamente formado, com ápice aberto ou fechado) (Figura 3).

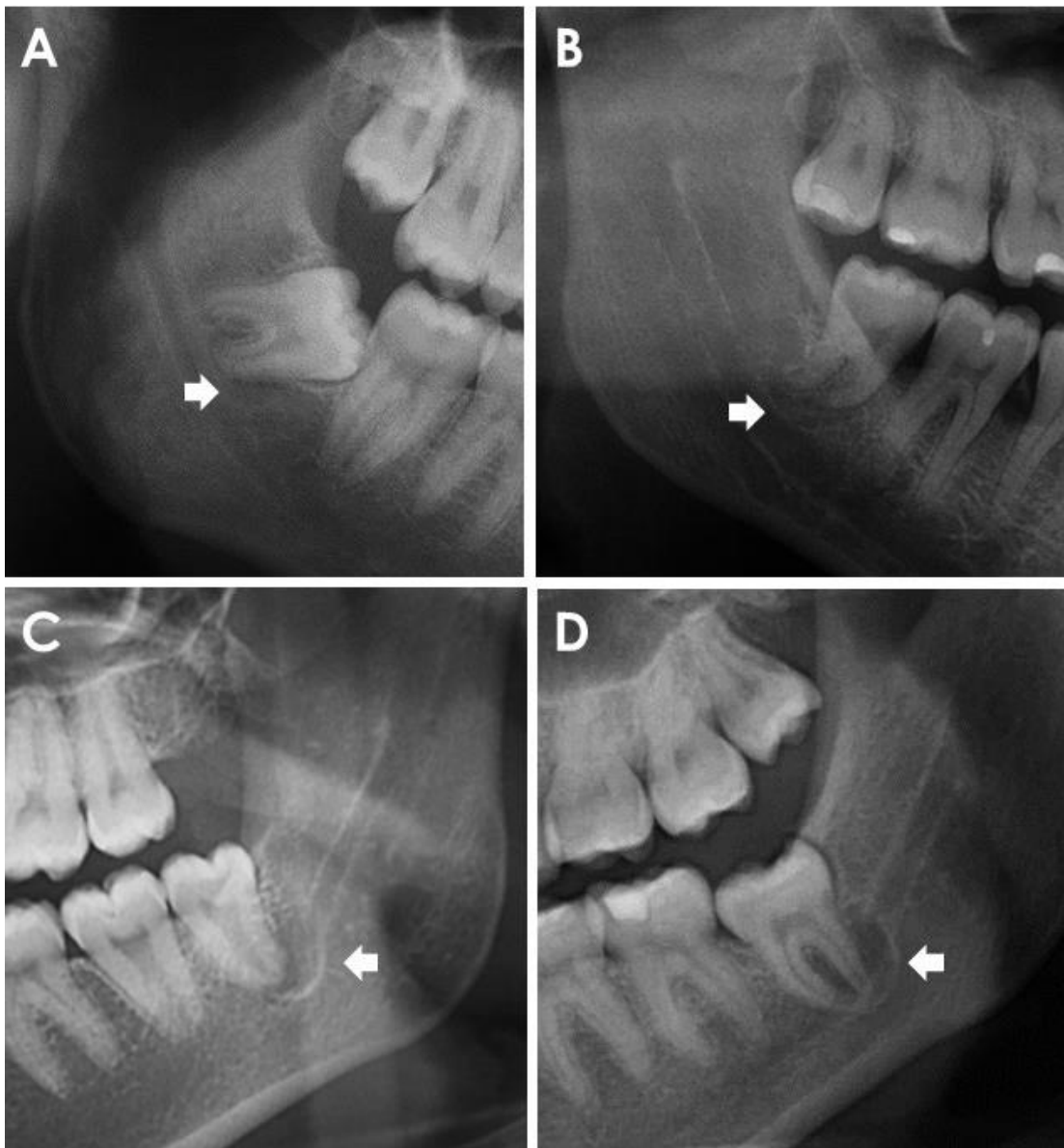
Figura 3 – Imagens parciais de radiografias panorâmicas mostrando terceiros molares inferiores de acordo com seu desenvolvimento radicular



Dentes com formação radicular incompleta (A) e completa (B).

A relação entre os dentes e o canal mandibular foi também avaliada em ambos os grupos, tendo em conta a presença ou ausência dos sinais radiográficos de proximidade estabelecidos por Rood e Shehab (1990) (escurecimento das raízes, desvio das raízes, estreitamento das raízes, raiz escura e bífida, desvio do canal mandibular, estreitamento do canal mandibular e interrupção da cortical superior do canal mandibular). Além disso, o grupo RJA foi avaliado no que diz respeito às principais características de imagem da radiolucência, como corticalização da área (ausente, parcialmente presente ou completa), presença ou ausência de cortical alveolar na região da RJA e sua relação radiográfica espacial com o canal mandibular (distante, em contato ou sobreposta) (Figura 4).

Figura 4 - Imagens parciais de radiografias panorâmicas mostrando as características da imagem da radiolucência justa-apical avaliadas no estudo.



Características radiográficas da RJA (setas): corticalização (A e B, ausente; C, parcialmente presente; D, presente); cortical alveolar (A, B e D, presente; C, ausente); e relação espacial com o canal mandibular (A, distante; B, em contato; C e D, sobreposta).

Após 30 dias do término das avaliações, 20% da amostra foi aleatoriamente selecionada e reavaliada, sob os mesmos parâmetros, a fim de verificar a reprodutibilidade do método.

Análise estatística

Os dados foram analisados por meio de um *software* específico (SAS System Release 9.2, Cary, NC, USA). A concordância intraobservador foi calculada por meio do teste Kappa, para a presença ou ausência da RJA, e do teste Kappa ponderado, para os casos onde houve mais de duas variáveis de resposta, e interpretada segundo Landis & Kock (1977) (menor ou igual a 0,40, concordância pobre; 0,40-0,59, concordância moderada; 0,60-0,74, boa concordância; 0,75-1,00, excelente concordância). Regressão logística individual e múltipla foi realizada para avaliar a associação entre os fatores demográficos e a presença da RJA e, para isso, odds ratios (OR) brutos foram estimados e ajustados de acordo com seus respectivos intervalos de confiança de 95%. A associação entre a presença da RJA e as variáveis relacionadas aos terceiros molares (posição, impactação, desenvolvimento radicular e sinais radiográficos de proximidade) foi analisada por meio do teste de qui-quadrado. O nível de significância foi estabelecido em 5% ($\alpha=0.05$).

APÊNDICE 2: METODOLOGIA DETALHADA (ARTIGO 2)

O presente estudo foi realizado após a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas – FOP/UNICAMP – protocolo nº 074/2015 (Anexo 1).

Seleção da amostra

A amostra foi composta por imagens de TCFC de pacientes submetidos a avaliação radiográfica pré-operatória (radiografia panorâmica e TCFC) antes da exodontia dos terceiros molares inferiores. Os exames foram coletados a partir do arquivo de imagens de pacientes atendidos na Clínica de Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas – FOP/UNICAMP, Brasil, durante um período de três anos. De acordo com a presença ou ausência da RJA nas radiografias panorâmicas, os pacientes foram divididos em dois grupos: o grupo RJA e um grupo controle.

O grupo RJA foi formado por 47 casos de RJA em 40 pacientes (10 homens e 30 mulheres, idade média de 22,4 anos). Em seguida, o mesmo número de pacientes (12 homens e 28 mulheres, com idade média de 24,8 anos) e terceiros molares foram selecionados aleatoriamente para compor o grupo controle. Dentes associados com lesões de cárie, grandes restaurações, tratamento endodôntico ou com evidência radiográfica de lesões intra-ósseas foram excluídos do estudo.

Aquisição das imagens

A aquisição das imagens tomográficas foi realizada por meio do equipamento Picasso Trio (Vatech, Hwaseong, South Korea), operando a 90 kVp, 5 mA, voxel de 0.2 mm e com FOV incluindo a região dos terceiros molares inferiores. Todas as imagens utilizadas nesse estudo foram obtidas de acordo com o protocolo padrão da Clínica de Radiologia Odontológica da FOP/UNICAMP, com os pacientes posicionados em pé, com a posição da cabeça estabilizada pelos próprios dispositivos do aparelho, de modo que o plano sagital mediano ficasse perpendicular ao plano horizontal e o Plano de Camper (linha imaginária que vai do trágus auditivo à asa do nariz) paralelo ao plano horizontal.

Avaliação das imagens

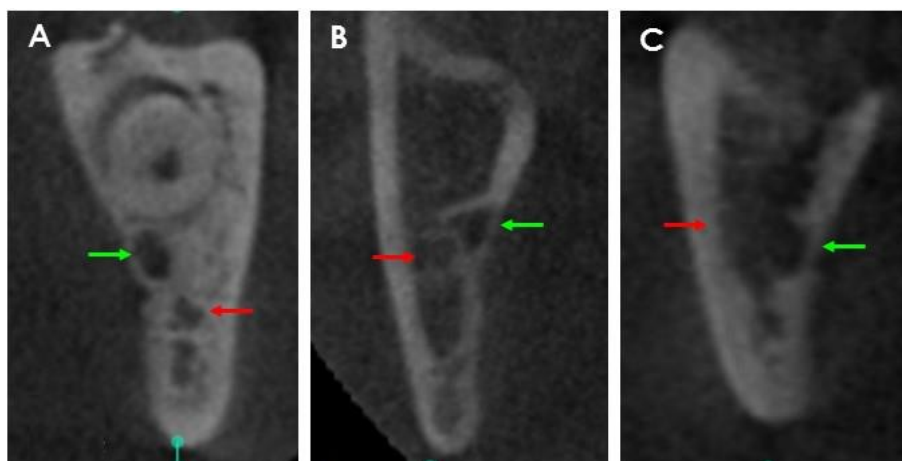
Todas as tomografias foram avaliadas independentemente por uma cirurgiã-dentista e uma mestre em Radiologia Odontológica, com pelo menos 2 anos de experiência em diagnóstico por imagem. As avaliações foram realizadas através de um monitor de 23.8 polegadas LCD (Liquid Crystal Display) com uma resolução espacial de 1.920 x 1.080 pixels (Dell, Round Rock, TX), em condições de pouca luz. O uso de ferramentas de ajuste de imagem (zoom, brilho e contraste) era permitido. Em caso de desacordo, as avaliadoras debateram suas conclusões até chegar a um consenso final.

As imagens de TCFC foram analisadas utilizando-se o *Software CS 3D Imaging 3.4.3* (Carestream Health Inc., Rochester, NY, USA), através de reconstruções multiplanares oblíquas (axial, coronal e sagital) de cada volume, ajustadas de acordo com o longo eixo do terceiro molar, para os seguintes parâmetros:

1 – *Posição da RJA*: a localização da RJA em relação às raízes do terceiro molar foi classificada como vestibular, lingual, apical, entre as raízes dentárias, mesial ou distal.

2 – *Relação entre a RJA e o canal mandibular*: a relação de proximidade anatômica entre a RJA e o canal mandibular foi classificada como distante, em contato com cortical (com a presença da cortical do canal mandibular entre as estruturas) e em contato sem cortical (com perda da integridade da cortical do canal mandibular na região da RJA) (Figura 1).

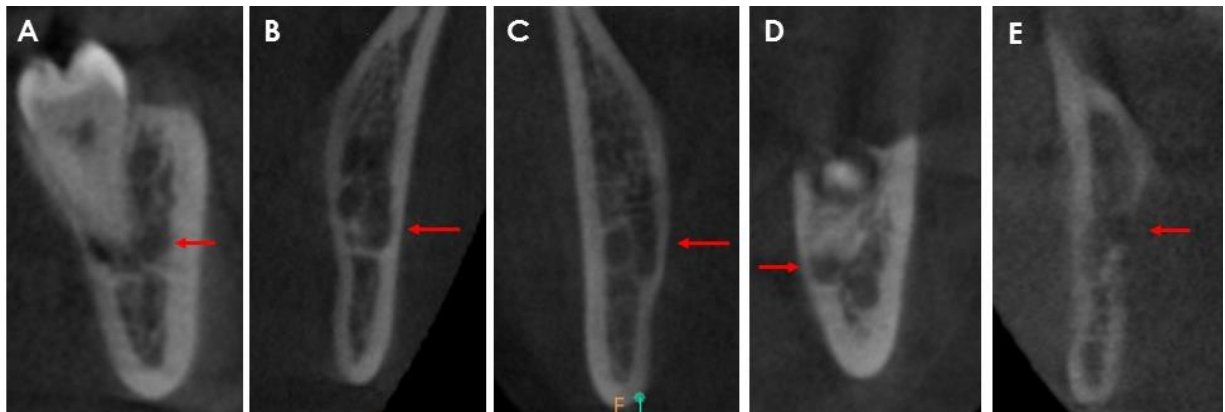
Figura 1 – Reconstruções paracoronais de TCFC ilustrando a relação de proximidade entre a radiolucência justa-apical e o canal mandibular.



Relação entre a RJA (setas vermelhas) e o canal mandibular (setas verdes): A, distante; B, contato com cortical; C, contato sem cortical.

3 – *Espessura das corticais ósseas da mandíbula na região da RJA*: as corticais vestibular e lingual foram avaliadas de acordo com o método proposto por Kapila et al (2014). Esses autores registraram o estreitamento máximo na região da RJA nas corticais e o classificaram em relação a sua maior espessura como J1, J2 e J3, quando a espessura remanescente da cortical foi de até 2/3, 1/2 e 1/4 em relação à região de espessura máxima, respectivamente. Além disso, os casos de perfuração também foram registrados (Figura 2).

Figura 2 – Reconstruções paracoronais de TCFC ilustrando a relação entre a radiolucência justa-apical e as corticais da mandíbula



Classificação das corticais mandibulares (seta vermelha) de acordo com a metodologia proposta por Kapila et al. (2014): A, cortical íntegra (sem afinamento); B, afinamento leve da cortical vestibular (J1); C, afinamento moderado da cortical lingual (J2); D, afinamento severo da cortical lingual (J3); e E, perfuração da cortical lingual.

Para determinar essas medidas, foi estabelecida a reconstrução paracoronal em que a cortical apresentou seu grau de afinamento máximo. Em seguida, foram realizadas mensurações para quantificar a espessura da cortical tanto na região mais adelgada como nas regiões mais espessas adjacentes ao estreitamento (uma medida na região acima e uma abaixo) e o cálculo do percentual de afinamento foi realizado.

4 – *Posição do canal mandibular na região do terceiro molar*: a posição do canal mandibular na região dos terceiros molares inferiores foi registrada de acordo com o seu posicionamento em relação às raízes dos terceiros molares, como vestibular, lingual e apical (Figura 3).

Figura 3 – Reconstruções paracoronais de TCFC ilustrando a posição do canal mandibular em relação às raízes do terceiro molar inferior.



A, posição lingual; B, posição apical; e C, posição vestibular.

Trinta dias após a primeira avaliação, 25% de imagens de TCFC foram reavaliadas para calcular a reprodutibilidade dos métodos do estudo.

Análise estatística

Os dados foram tabulados e analisados utilizando o *software* SPSS, versão 19.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL). O teste Kappa ponderado foi usado para calcular a concordância intraobservador, que foi interpretada segundo Landis & Kock (1977) (menor ou igual a 0,40, concordância pobre; 0,40-0,59, concordância moderada; 0,60-0,74, boa concordância; 0,75-1,00, excelente concordância). Os resultados obtidos a partir dos grupos RJA e controle foram comparados pelo teste do qui-quadrado, com nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$).

ANEXOS

ANEXO 1 - Comitê de Ética em Pesquisa

10/09/2015

Comitê de Ética em Pesquisa - Certificado



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



CERTIFICADO

O Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP certifica que o projeto de pesquisa "**Radiolucência justa-apical: um estudo retrospectivo utilizando imagens de radiografia panorâmica e tomografia computadorizada de feixe cônico**", protocolo nº 074/2015, dos pesquisadores Eduarda Helena Leandro do Nascimento, Anne Caroline Costa Oenning e Deborah Queiroz de Freitas França, satisfaz as exigências do Conselho Nacional de Saúde - Ministério da Saúde para as pesquisas em seres humanos e foi aprovado por este comitê em 10/06/2015.

The Ethics Committee in Research of the Piracicaba Dental School - University of Campinas, certify that the project "**Juxta-apical radiolucency: a retrospective study using panoramic radiography and cone beam computed tomography images**", register number 074/2015, of Eduarda Helena Leandro do Nascimento, Anne Caroline Costa Oenning and Deborah Queiroz de Freitas França, comply with the recommendations of the National Health Council - Ministry of Health of Brazil for research in human subjects and therefore was approved by this committee on Jun 10, 2015.

Prof. Dr. Jacks Jorge Junior
 Secretário
 CEP/FOP/UNICAMP

Prof. Dr. Felipe Bevilacqua Prado
 Coordenador
 CEP/FOP/UNICAMP

Nota: O título do protocolo aparece como fornecido pelos pesquisadores, sem qualquer edição.
 Notice: The title of the project appears as provided by the authors, without editing.

<http://w2.fop.unicamp.br/cep/sistema/certificado.php?Protocolo=074/2015&Id=2388&Passo=2&DataPar=2015-06-10>

ANEXO 2 - Documento de submissão do artigo “Juxta-apical radiolucency. Part 1: Prevalence, association with the third molars status and image characterization” ao periódico “Dentomaxillofacial Radiology”



Eduarda HL Nascimento <eduarda.hln@gmail.com>

Submission confirmation for "Juxta-apical radiolucency: Part 1: Prevalence, association with the third molars status and image characterization"

1 mensagem

DMFR Office <em@editorialmanager.com>

17 de agosto de 2016 14:26

Responder a: DMFR Office <rschulze@uni-mainz.de>

Para: Eduarda Helena Leandro Nascimento <eduarda.hln@gmail.com>

CC: anne.oenning@gmail.com, mmadaes@gmail.com, glaucia@fop.unicamp.br, haiter@fop.unicamp.br, deborahqf@hotmail.com

Dear Miss Nascimento,

You are receiving this e-mail as you are listed as the corresponding author or as a co-author on the submission entitled "Juxta-apical radiolucency: Part 1: Prevalence, association with the third molars status and image characterization", which has been received by Dentomaxillofacial Radiology.

You will be able to check on the progress of your paper by logging on to Editorial Manager as an Author at <http://dmfr.edmgr.com/>

You will be informed by email of the manuscript reference number in due course.

If you do not think you should be listed as an author of this work, please get in touch with the editor (rschulze@uni-mainz.de)

Thank you for submitting your work to DMFR.

Kind regards,
DMFR Office

ANEXO 3 – Documento de submissão do artigo “Juxta-apical radiolucency. Part 2: Relation with the mandibular canal and cortical plates based on cone beam CT imaging” ao periódico “Dentomaxillofacial Radiology”



Eduarda HL Nascimento <eduarda.hln@gmail.com>

Submission confirmation for "Juxta-apical radiolucency. Part 2: Relation with the mandibular canal and cortical plates based on cone beam CT imaging"

1 mensagem

DMFR Office <em@editorialmanager.com>

17 de agosto de 2016 14:48

Responder a: DMFR Office <rschulze@uni-mainz.de>

Para: Eduarda Helena Leandro Nascimento <eduarda.hln@gmail.com>

CC: anne.oenning@gmail.com, mmadaes@gmail.com, glaucia@fop.unicamp.br, haite@fop.unicamp.br, deborahqf@hotmail.com

Dear Miss Nascimento,

You are receiving this e-mail as you are listed as the corresponding author or as a co-author on the submission entitled "Juxta-apical radiolucency. Part 2: Relation with the mandibular canal and cortical plates based on cone beam CT imaging", which has been received by Dentomaxillofacial Radiology.

You will be able to check on the progress of your paper by logging on to Editorial Manager as an Author at <http://dmfr.edmgr.com/>

You will be informed by email of the manuscript reference number in due course.

If you do not think you should be listed as an author of this work, please get in touch with the editor (rschulze@uni-mainz.de)

Thank you for submitting your work to DMFR.

Kind regards,
DMFR Office