

# AVALIAÇÃO DA REABSORÇÃO RADICULAR APICAL EXTERNA EM INCISIVOS INFERIORES APÓS O ALINHAMENTO E NIVELAMENTO DENTÁRIO

*Evaluation of the external apical root reabsorption in lower incisors after the initial phase of the orthodontic treatment*

Ângela Graciela Deliga Schröder<sup>1</sup>

Lizandra Gonzaga Rodrigues<sup>2</sup>

Juliana de Carvalho Carmelo<sup>2</sup>

Izabella Lucas de Abreu Lima<sup>2</sup>

Amaro Ilídio Vespasiano Silva<sup>2</sup>

Flávio Ricardo Manzi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC-PR

<sup>2</sup> Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas

manzi@pucminas.br

## RESUMO

O objetivo desse estudo foi avaliar a reabsorção radicular apical externa (RRAE) nos incisivos inferiores após o alinhamento e nivelamento dentário em ortodontia utilizando radiografias periapicais digitais. A amostra do presente estudo constou de 90 incisivos centrais inferiores, de 45 pacientes, onde foram realizadas e comparadas as radiografias periapicais iniciais e após a fase de alinhamento e nivelamento dentário, sendo todos os pacientes tratados pelo mesmo ortodontista. Observou-se que 47,8% dos incisivos avaliados apresentaram RRAE, sendo na maioria do grau 1 (contorno irregular até 1 mm de RRAE). Verificou-se associação positiva da RRAE com a forma radicular tipo triangular. Não houve associação da RRAE com o tipo de má oclusão e a severidade da RRAE. Foi observado associação entre a idade e a severidade de RRAE, ou seja, os pacientes que já atingiram a maturação óssea apresentaram mais chances de desenvolver RRAE. Em relação ao sexo, quando os homens desenvolvem a RRAE, essa tende a ser mais severa. Pacientes adultos, com raiz em forma triangular ou de pipeta, independente do tipo de má oclusão são mais propensos a desenvolver RRAE durante o tratamento ortodôntico.

**Palavras-chave:** Reabsorção da Raiz. Ortodontia. Radiografia Digital

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate external apical root resorption (EARR) in lower incisors after tooth alignment and leveling in orthodontics using digital periapical radiographs. The present study sample consisted of 90 lower central incisors from 45 patients, treated by the same orthodontist, where initial periapical radiographs were performed and compared after the dental alignment and leveling phase. It

was observed that 47.8% of the evaluated incisors presented EARR, most of them being grade 1 (irregular contour up to 1 mm EARR). There was a positive association of the EARR with the triangular root shape. There was no association of EARR with the type of malocclusion and the severity of EARR. An association was observed between age and the severity of EARR, due to the fact that patients who had already reached bone maturation were more likely to develop EARR. In relation to gender, when men develop the EARR, it tends to be more severe. Adult patients, with a triangular or pipette-shaped root, regardless of the type of malocclusion, are more likely to develop EARR during orthodontic treatment.

**Key words:** Root Resorption. Orthodontics. Digital Radiography.

## INTRODUÇÃO

Uma alta frequência de reabsorção radicular apical externa (RRAE) em pacientes tratados ortodonticamente vem sendo relatadas em diversos estudos<sup>1,2,3,4</sup>. Uma perda de até aproximadamente três milímetros no terço apical pode ser considerada mínima e sem significado clínico<sup>2</sup>, não fazendo necessários cuidados especiais<sup>5</sup>. Entretanto, mesmo com baixa frequência, 10 a 20% de toda movimentação ortodôntica pode estar associada a danos extremos e irreversíveis à raiz dentária, como a RRAE<sup>2</sup>. Este grau de reabsorção é caracterizado por um encurtamento significativo do comprimento do dente, algumas vezes chegando à redução de até 1/3 do comprimento total da raiz<sup>2</sup>.

O exame radiográfico é o método de diagnóstico mais comumente utilizado para detectar a presença de RRAE<sup>6</sup>, as imagens radiográficas digitais criam expectativas com associação a exames de diagnósticos mais sensíveis e específicos em diversas áreas da Odontologia<sup>6</sup>. Além disso, esse exame permite que o operador manipule as imagens, que, por sua vez, poderão ser ampliadas, transformadas em forma negativa, ter seu contraste, brilho, colorização de imagem e pseudo 3D (relevo) alterados, de forma a facilitar o diagnóstico<sup>7</sup>.

Como as RRAE induzidas ortodonticamente em estágios precoces não apresentam sinais e/ou sintomas clínicos, o paciente com risco de desenvolver este tipo de lesão em grau severo deve ser identificado por meio de controle radiográfico nos primeiros seis meses do início do tratamento ortodôntico<sup>1,2</sup>. Sendo assim, o objetivo desse trabalho é: (1) relacionar o nível de reabsorção radicular externa com a forma radicular, forma apical, idade, gênero e tipo de má oclusão; (2) descrever um perfil de paciente com maior probabilidade de desenvolver RRAE durante o tratamento ortodôntico.

## MATERIAL E MÉTODOS

A amostra constou de 90 incisivos centrais inferiores, de 45 pacientes, sendo 19 homens e 26 mulheres, com idade entre 12 e 36 anos (média 22,7 anos), onde foi realizada a digitalização das radiografias periapicais iniciais e após a fase de alinhamento e nivelamento dentário, por meio de scanner de transparência. Os pacientes foram tratados por um mesmo ortodontista em consultório particular. A seleção de pacientes ocorreu seguindo os seguintes critérios de inclusão: não terem sido submetidos a tratamento ortodôntico

prévio; ausência de exodontias, agenesias, má formação ou anomalias dentárias; dentes supranumerários; tratamento endodôntico e incisivos impactados.

Todos os pacientes foram tratados pelo mesmo ortodontista pela técnica StraightWire, com slot 0.22"x0,028", (Abzil-3M, Sumaré BR), utilizando a sequência de fios (Abzil-3M, Sumaré, BR): 0,014"NiTi, 0,016"SS, 0,018"SS, 0,017x0,025"SS, sendo que o fio 0,014"NiTi permaneceu um mês no arco e os demais fios permaneceram em média dois meses. Os critérios de exclusão durante o tratamento foram: história de trauma, alteração na porção incisal da coroa dos incisivos (desgastes ou fraturas) durante o tratamento ortodôntico.

Todas as radiografias periapicais foram adquiridas pela técnica do paralelismo, sendo realizada pelo mesmo profissional. O intervalo de tempo entre as radiografias inicial e pós-nivelamento foi de 6 a 12 meses, tendo como tempo médio 9 meses. Esse período de tempo foi variável devido à quantidade de movimentação necessária para realizar o nivelamento e alinhamento dentário. Foi utilizado para obtenção de todas as radiografias o mesmo aparelho de raios X Heliodont 70 Dental X-Ray (Sirona - The Dental Company, Bensheim - Alemanha), de 70 kVp e 10 mA utilizando filme Kodak Insight (Eastman Kodak Co, Rochester, EUA). Foi realizada a digitalização das radiografias, por meio de scanner de transparência (HP 4050, Califórnia EUA).

A avaliação das imagens digitais foi realizada por 2 avaliadores especialistas em radiologia odontológica, após treinamento e calibração dos mesmos. Para o treinamento dos avaliadores foram selecionadas 50 radiografias de 100 dentes,

os quais foram medidos duas vezes por cada avaliador com um período de intervalo entre uma medição e outra de uma semana. O teste Kappa foi aplicado para verificar o nível de concordância intra e inter examinadores, obtendo-se um nível de concordância entre 0,85-0,92.

Após o treinamento, as radiografias periapicais dos incisivos centrais inferiores do início do tratamento e após a fase de alinhamento e nivelamento foram avaliadas por cada examinador. O comprimento longitudinal total do dente sobre a imagem radiográfica foi obtido utilizando o programa Adobe Photoshop CS3 a partir da mensuração da distância dos pontos incisal coronário e o apical radicular. O ponto IC foi obtido pela(o) ponto médio do comprimento mesio-distal borda incisal dos incisivos, enquanto o ponto AR foi localizado na porção mais apical do ápice radicular (Figura 1). Sendo essa medida realizada duas vezes para cada dente e por dois avaliadores.

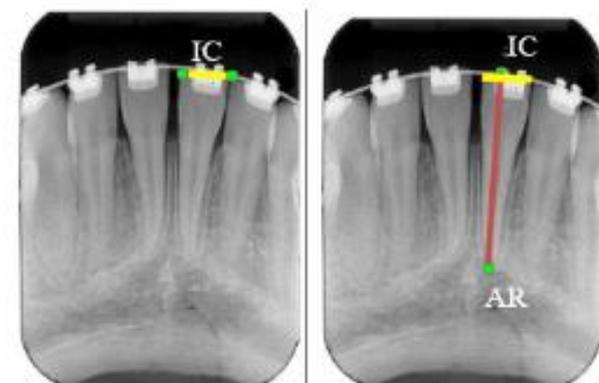


FIGURA 1: método para medida do comprimento do longo eixo dos incisivos inferiores sobre a radiografia. IC: incisal coronário e AR: apical radicular.

Também foi realizada a calibração da magnificação entre as radiografias, uma vez que foram obtidas em momentos diferentes e que poderiam conter alguma distorção. Como se tratava de dentes em movimentação não foi possível utilizar para

a aquisição das radiografias um molde de resina ou silicóna do primeiro momento para isso. Para efetuar a padronização das medidas sem alongamento ou encurtamento radicular, foi medida a distância da junção amelo-cementária até a borda incisal do dente 41 e realizado a correção linear entre os dois momentos através de uma regra de três simples, sendo que somente as médias das medidas do segundo momento foram calibradas.

Cada dente foi classificado de acordo a forma da raiz, a forma do ápice radicular, o comprimento inicial e comprimento final. As raízes foram classificadas de acordo com a morfologia radicular em triangular, rombóide e quadrada, e a morfologia apical foi classificada em normal, pipeta e com dilaceração<sup>14</sup>.

A classificação da gravidade de RRAE foi baseada no trabalho de Levander e Malmgren (1988)<sup>2</sup> onde, grau 0 - não há RRAE, grau 1 - contorno irregular até 1 mm de RRAE, grau 2 - RRAE entre 1 e 2 mm, grau 3 - RRAE entre 2 e 3 mm e grau 4 - RRAE maior que 3 mm.

Após a tabulações dos dados, os mesmos foram submetidos à tratamento estatístico Q-Quadrado e Exato de Fisher, com nível de significância de 5%.

## RESULTADOS

Na amostra avaliada 52,2% dos incisivos não apresentaram RRAE detectada por meio de radiografia periapical digital, apesar de 88,9% apresentarem forma radicular triangular. Dos incisivos que apresentaram RRAE 53,55% foram grau 1 (RRAE de até 1mm), 25,52% grau 2 (RRAE de até 2mm) e 20,92% grau 3 (RRAE de até 3mm). A RRAE grau 4 (RRAE de mais de 3mm), não foi encontrada na amostra.

Quando se associou o grau de RRAE e a forma da raiz (triangular, rombóide e quadrada), 88,9% da amostra era composta de forma radicular triangular, destes 45,6% apresentaram RRAE e somente 2,2% dos pacientes com RRAE apresentavam forma radicular quadrada. A análise estatística demonstrou que a forma radicular apresenta associação positiva com o grau de RRAE apesar de 43,3% dos pacientes sem RRAE (grau 0) também apresentarem forma da raiz triangular, conforme a tabela 1 pode demonstrar.

Dos dentes que apresentavam RRAE e forma radicular triangular, 23,4% apresentavam reabsorção grau 1, 12,2% grau 2 e 10% grau 3. Quando se associou à forma apical da raiz (normal, pipeta, dilaceração) dos casos com RRAE, 32,2% apresentavam forma apical da raiz normal, 12,3% apresentavam forma apical da raiz em pipeta e somente 3,3% com dilaceração, isso demonstra uma associação positiva entre a forma da raiz e a presença de reabsorção radicular.

RRAE	FORMA DA RAIZ			TOTAL
	TRIANGULAR	ROMBÓIDE	QUADRADA	
SEM RRAE	39 - 43,3%	6 - 6,7%	2 - 2,2%	47 - 52,2%
COM RRAE	41 - 45,6%	0 - 0%	2 - 2,2%	43 - 47,8%
TOTAL	80 - 88,9%	6 - 6,7%	4 - 4,4%	90 - 100%

TABELA 1: associação entre a forma da raiz (triangular, rombóide e quadrada) e a presença ou ausência de RRAE. ( $p > 0,05$  (Qui-Quadrado)).

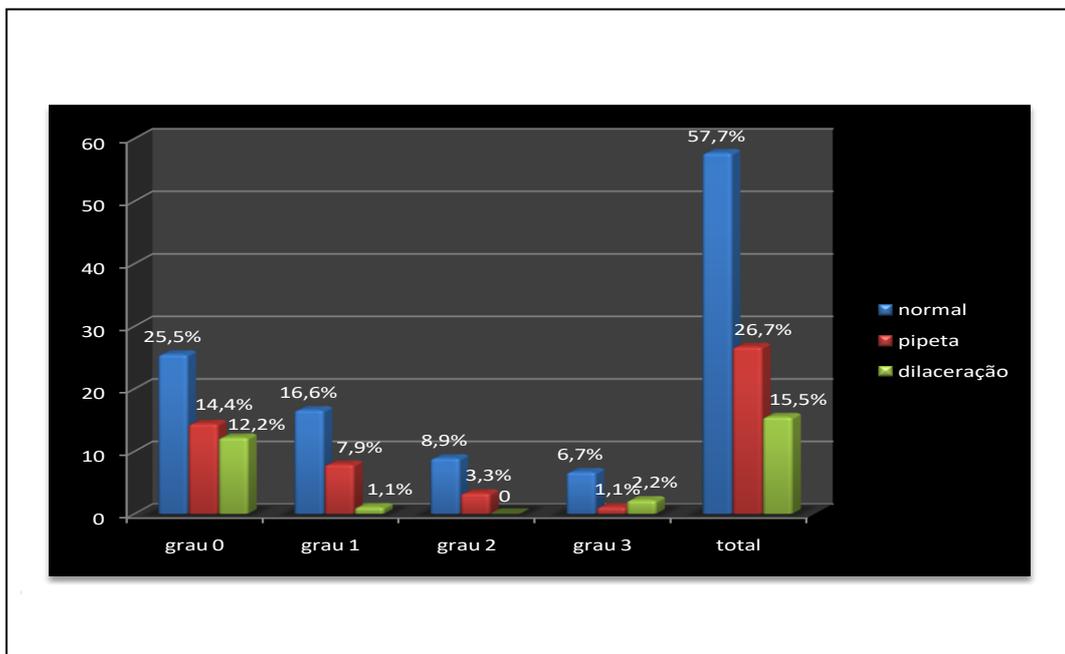


Gráfico 1: Associação entre a forma apical da raiz (normal, pipeta e dilaceração) e o grau de RRAE (Grau), 1, 2, 3 e 4.

No gráfico 1 pode-se observar que a forma apical da raiz normal foi a predominante na amostra, tanto no grupo sem reabsorção como com RRAE, nos seus diferentes graus de severidade: grau 1= 16,6%, grau 2= 8,9% e grau 3= 6,7%.

Já na avaliação da má oclusão e sua associação com a RRAE (Tabela 2), a análise

estatística demonstrou que não há associação entre o tipo de má oclusão e grau de RRAE, mas há associação entre a idade e grau de reabsorção (Gráfico 2), pois o paciente adulto apresenta mais chances de desenvolver RRAE ( $p < 0,05$  (Qui-Quadrado) do que aquele paciente que ainda está em crescimento, mas essa

reabsorção tende a apresentar um grau mais leve (grau 1= 20%).

REABSORÇÃO RADICULAR	TIPO DE MÁ OCLUSÃO			TOTAL
	CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III	
SEM RR	9 – 10%	29 – 32,3%	9 – 10%	47 – 52,2%
COM RR	15 – 16,7%	23 – 25,5%	5 – 5,5%	43 – 47,8%
TOTAL	24 – 26,7%	52 – 57,7%	14 – 15,5%	90 – 100%

TABELA 2: associação entre o tipo de má oclusão (classe I, II e III) e a presença ou ausência de reabsorção radicular externa.  $p > 0,05$  (Qui-Quadrado).

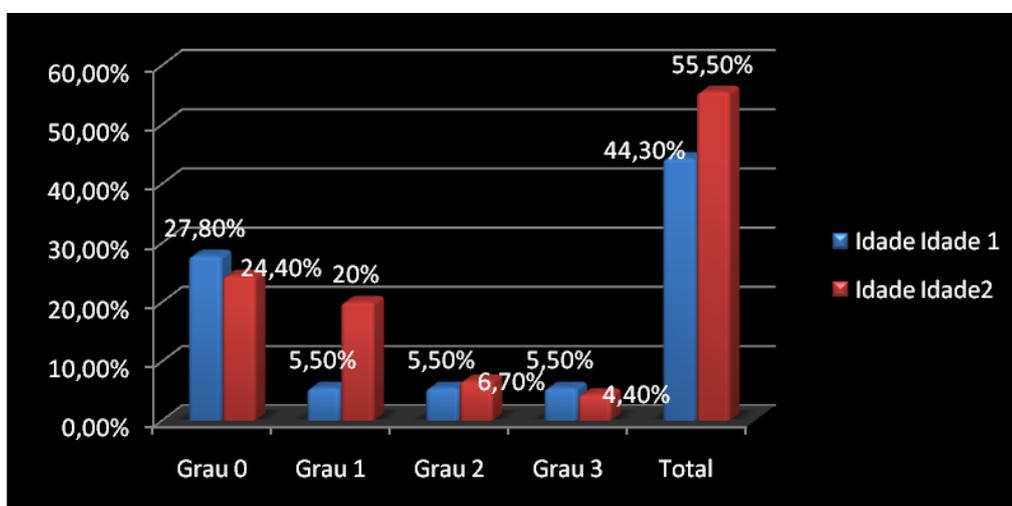


GRÁFICO 2: associação entre a idade e a presença ou ausência de RRAE (grau 0, 1, 2, 3 e 4).

Há associação entre o gênero e grau de reabsorção. Sendo que paciente do gênero feminino apresentou mais chances de apresentar reabsorção radicular (Gráfico 3). Analisando a frequência do desenvolvimento da RRAE, o sexo feminino apresenta uma maior probabilidade, mas quando o sexo masculino desenvolve a RRAE, essa tende a ser em um grau mais severo.

Como pode ser observado, o variável grau de RRAE apresentou associação positiva com a forma da raiz (triangular, rombóide e quadrada); a forma

apical da raiz (pipeta, dilaceração ou normal) e a idade do paciente (em crescimento e adulto); mas não houve associação com o tipo de má oclusão (Classe I, II, III) e com gênero (masculino ou feminino).

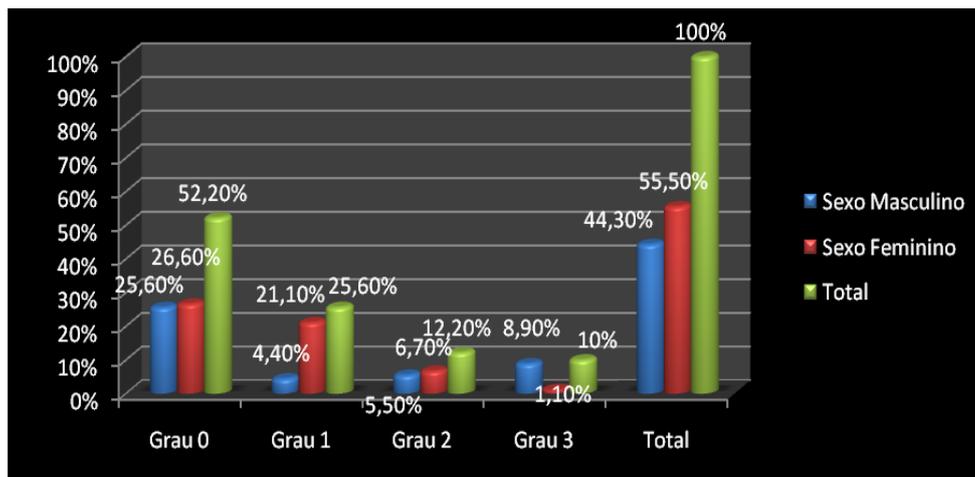


GRÁFICO 3: associação entre o gênero e o grau de RRAE (grau 0, 1, 2, 3 e 4).

## DISCUSSÃO

Há limitações em se estabelecer comparações entre os resultados e conclusões da grande maioria dos estudos acerca da RRAE, devido as diferenças metodológicas entre os trabalhos, principalmente no que diz respeito à classificação da reabsorção radicular externa, a qual pode ser feita de uma forma subjetiva 8-12 ou de forma objetiva, quantificando a mesma<sup>2</sup>.

Mesmo entre os estudos radiográficos, as comparações são limitadas devido as diferentes técnicas radiográficas utilizadas nos estudos: radiografia intraoral periapical<sup>2,4,5,11,13-20</sup>, radiografia panorâmica<sup>9,21</sup>, telerradiografia<sup>8</sup>, radiografia intraoral periapical e telerradiografia<sup>22, 23</sup>.

A técnica periapical tem se mostrado superior a panorâmica no diagnóstico de reabsorções radiculares externas<sup>24</sup>, a qual mostrou que a imagem da radiografia panorâmica pode superestimar em 20% ou mais a quantidade de perda radicular após a movimentação

ortodôntica em comparação com a imagem da radiografia periapical.

Com o surgimento das radiografias digitais diretas foram criadas grandes expectativas de aperfeiçoamento do radiodiagnóstico das reabsorções radiculares externas pequenas, isto é justificado pela possibilidade de manipulação das imagens radiográficas digitais por meio das ferramentas disponibilizadas nos softwares<sup>14,25,26</sup>.

Já Albuquerque<sup>25</sup> (2006) concluiu que com a imagem convencional não foi possível mensurar as menores RRAE simuladas de 0,5 mm. Sendo assim, os autores<sup>25,27</sup> concordam que as radiografias digitais apresentaram melhor desempenho na mensuração de pequenas reabsorções radiculares externas apicais ao comparar com as radiografias convencionais.

Para a constituição da amostra do presente estudo selecionou-se apenas os incisivos centrais inferiores, pois as RRAE ocorrem muito mais facilmente em dentes unirradiculares<sup>10</sup>. A escolha dos incisivos

inferiores também se deu com o intuito de se obter uma amostra a mais homogênea possível, pois independente do tipo de má oclusão, necessidade ou não de extrações dentárias, mordida profunda ou aberta e quantidade de sobressaliência, esses dentes receberiam a mesma mecânica para o alinhamento e nivelamento; além disso, os incisivos inferiores constituem o grupo de dentes que apresenta maior frequência no desenvolvimento da RRAE<sup>2,5,9,20,28</sup>.

Não é possível fazer uma previsão confiável do risco de RRAE antes do tratamento ortodôntico. Pacientes de risco devem ser identificados por controles radiográficos durante o tratamento<sup>1,2,7,13,14,18</sup>, sendo possível diagnosticar a RRAE após 6 meses de tratamento<sup>2</sup>.

A RRAE foi encontrada em 47,8% da amostra, distribuída em diversos graus de severidade. Essa porcentagem é maior que os resultados encontrados por outros autores<sup>21</sup>; porém, esse valor é menor ao encontrado por DeShields<sup>15</sup> (1969) que encontrou 82,69% dos incisivos com RRAE; Goldson e Henrikson<sup>5</sup> (1975) com 58%; Levander e Malmgren<sup>2</sup> (1988) com 66%, entretanto, no último trabalho foram considerados sem RRAE aqueles dentes que apresentavam um contorno apical regular.

Com relação a anatomia radicular, os resultados desse estudo demonstram que as raízes triangulares apresentam maior probabilidade de desenvolver RRAE do que as outras anatomias radiculares (rombóide e quadrada), esse resultado está em concordância com os estudos de Kjaer<sup>10</sup> (1995). Entretanto, os resultados encontrados por Levander e Malmgren<sup>2</sup> (1988), Taithongchai; Sookkorn; Killiany<sup>23</sup> (1996) são divergentes, tendo em vista que

o grau de RRAE em dentes com ápice rombo foi maior do que o observado em raízes normais.

Quando se analisou a anatomia apical da raiz, tanto o presente estudo quanto em trabalhos prévios<sup>1,2,9,17,18,21,23,28</sup> observou-se que a forma apical em pipeta é a mais susceptível a desenvolver RRAE.

No presente estudo não foi observada associação entre RRAE e o gênero do paciente, sendo esse resultado concordante com o encontrado por Linge e Linge (1983)<sup>19</sup>. De forma não conclusiva, poderia se considerar as mulheres mais predispostas a RRAE, pois um trabalho prévio<sup>18</sup> sugere que a diferença entre sexo não está ligada a fatores hormonais, mas sim ao estágio de desenvolvimento radicular na mesma idade, sendo que as raízes dos dentes dos homens estariam mais imaturas, e por isto menos predispostas a RRAE. O que não pode ser levado em consideração nesse estudo, pois a presente amostra não é composta em sua totalidade por pacientes em crescimento. Contrapondo aos resultados acima, Baumrind, Korn; e Boyd<sup>22</sup> (1996) observaram em média 1,2mm a mais de RRAE nos homens do que nas mulheres.

Quando analisada a idade dos pacientes que apresentaram RRAE, os adultos parecem mais susceptíveis a desenvolver reabsorção radicular<sup>23</sup>, fato esse também observado nesse estudo. As alterações inevitáveis trazidas pelo envelhecimento tornam a membrana periodontal menos vascularizada, sem elasticidade e mais estreita. Tais alterações dificultam a movimentação dentária ortodôntica, podendo favorecer o desenvolvimento de RRAE. Dentes com ápice aberto seriam dentes menos susceptíveis à RRAE, considerando que

provavelmente sua nutrição é melhor, a celularidade da área apical maior e a adaptação muscular às mudanças oclusais mais efetiva. Entretanto, outros estudos<sup>2,8,11,22</sup> afirmam não haver associação entre idade e predisposição a desenvolver RRAE.

Além disso, é observada a associação entre a gravidade da má oclusão e reabsorção radicular, em consequência dos recursos mecânicos exigidos e tempo longo de tratamento, entretanto, não há associação entre os tipos de má oclusões e a RRAE<sup>4,6,21</sup>, resultados esses compatíveis com o encontrado no presente estudo, onde o tipo de má oclusão não apresentou uma associação com a frequência e ou grau de RRAE na amostra pesquisada.

Quando se analisa a predisposição do paciente a desenvolver RRAE, a literatura afirma que é impossível prever antes de se iniciar o tratamento ortodôntico<sup>1,2,7,13,29</sup>. Isto acontece pois os fatores etiológicos da RRAE são variados e muitas vezes peculiares em cada indivíduo, dificultando a identificação previamente ao tratamento ortodôntico, além dos fatores fisiológicos variados e da genética<sup>14</sup>. Entretanto, esse paciente deve ser identificado após os 6 primeiros meses do início desta terapia por meio de imagens radiográficas periapicais, de preferência digitais, as quais são mais precisas no diagnóstico inicial<sup>18,25</sup>. Quando o paciente não apresenta RRAE na fase inicial do tratamento ortodôntico e o ortodontista aplica forças leves ao longo da terapêutica, o risco de se desenvolver RRAE provavelmente será mínimo<sup>2</sup>. Já os pacientes com contorno irregular da raiz, o risco de desenvolver RRAE ao longo do tratamento ortodôntico será pequeno; os com RRAE pequena, o risco de agravar a RRAE será moderado; e, por fim, os

pacientes com RRAE em graus severos, possuirão alto risco em agravar ainda mais a RRAE ao longo do tratamento ortodôntico.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

## REFERENCES

1. Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment: part 2 – literature review. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 1993;103(2):138-46.
2. Levander E, Malmgren O. Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: a study of upper incisors. **European J Orthod.** 1988;10(1):30-8.
3. Linge L, Linge BO. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 1991;99:35-43.
4. Mirabella AD, Artun J. Risk factors for apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 1995;108(1):48-55.
5. Goldson KLC, Hehrikson CO. Root resorption during Begg treatment – a longitudinal roentgenologic study. **Am J Orthod.** 1975;(68):55-66.
6. Harris EF, Kineret SE, Tolley EA. A heritable component for external apical

root resorption in patients treated orthodontically. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 1997;111(3):301-9.

7. Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment: part 1 – literature review. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 1993;103(1):62-6.

8. Kaley J, Phillips C. Factors related to root resorption in edgewise practice. **Angle Orthod.** 1991;61(2):125-32.

9. Kjaer I. Morphological characteristics of dentitions developing excessive root resorption during orthodontic treatment. **Eur J Orthod.** 1995;(17):26-34.

10. Levander E, Rusalín B, Malmgren O. Early radiographic diagnosis of apical root resorption during orthodontic treatment: a study of maxillary incisors. **European J Orthod.** 1998;20:57-63.

11. Lupi JE, Handelman CS, Sadowsky C. Prevalence and severity of apical root resorption and alveolar bone loss in orthodontically treated adults. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 1996;109:28-37.

12. Malmgren O, et al. Root resorption after orthodontic treatment of traumatized teeth. **Am J Orthod.** 1982;82(6):87-91.

13. Chapnick L, Endo D. External root resorption: An experimental radiographic evaluation. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1989;67(5):578-82.

14. Consolaro A. Consolaro MFM-O. Controvérsias na ortodontia & Atlas de biologia da movimentação dentária. 1. ed. Maringá: **Dental Press**, 2008.

15. DeShields RW. A study of root resorption in treated class II division I

malocclusions. **Angle Orthod.** 1969;39:231-45.

16. Janson GRP, et al. A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with 3 different fixed appliance techniques. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 1999;118(3):262-73.

17. Levander E, Malmgren O, Stenback K. Apical root resorption during orthodontic treatment of patients with multiple aplasia: a study of maxillary incisors. **European J Orthod.** 1998;20(4):427-34.

18. Levander E, Bajka R, Malmgren O. Early radiographic diagnosis of apical root resorption during orthodontic treatment: a study of maxillary incisors. **European J Orthod.** 1998;20(1):57-63.

19. Linge BO, Linge L. Apical root resorption in upper anterior teeth. **European J Orthod.** 1983;(5):173-83.

20. Linge L, Linge BO. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 1991;99:35-43.

21. McNab S, et al. External apical root resorption following orthodontic treatment. **Angle Orthod.** 2000;70:227-32.

22. Baumrind S, Korn E, Boyd R. Apical root resorption in orthodontically treated adults. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 1996;110(3):311-20.

23. Taithongchai R, Sookkorn k, Killiany DM. Facial and dentoalveolar structure and the prediction of apical root shortening. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 1996;110(3):296-302.

24. Sameshima GT, Asgarifar KO. Assessment of root resorption and root shape: periapical vs panoramic films. **Angle Orthod.** 2001;71(3):185-9.

25. Albuquerque SR. Avaliação de imagens radiográficas digitais e convencionais no diagnóstico da reabsorção radicular externa. 2006, 103f. **Dissertação** (Mestrado em Odontologia – área de concentração Ortodontia) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.

26. Westphalen VPD, et al. Conventional and digital radiographic methods in the detection of simulated external root resorptions: a comparative study. **Dentomaxillofac Radiol.** 2004;33:233-35.

27. Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: Part II. Treatment factors. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2001;119(5):511-15.

28. Sameshima GT, Sinclair PM. A Predicting and preventing root resorption: Part I. Diagnostic factors. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2001;119(5):505-10.

29. Levander E, Malmgren O, Eliasson S. Evaluation of root resorption in relation to two orthodontic treatment regimes – a clinical experimental study. **Ortodontia.** 1996;29(1):60-4.