

Avaliação dos efeitos da castração associada ao traumatismo dentário na movimentação ortodôntica em ratos

Evaluation of the effects of castration associated with dental trauma on orthodontic movement in rats

DOI:10.34117/bjdv8n3-327

Recebimento dos originais: 14/02/2022

Aceitação para publicação: 24/03/2022

Bruna Mezzaroba

Mestre em Odontologia

Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Cascavel-PR
Endereço: Área Básica - Histologia/Embriologia - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), Rua Universitária, 2069 – Bairro Universitário, Cascavel/PR
CEP: 85819-110

E-mail: brunamezzaroba1@gmail.com

Bruna Rossi

Acadêmica do Curso de Odontologia UNIOESTE, Cascavel-PR

Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

Endereço: Área Básica - Histologia/Embriologia - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), Rua Universitária, 2069 – Bairro Universitário, Cascavel/PR
CEP: 85819-110

E-mail: brunarossi.bru@gmail.com

Ediana Amanda Piana

Graduação em Odontologia - UNIOESTE

Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

Endereço: Área Básica - Histologia/Embriologia - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), Rua Universitária, 2069 – Bairro Universitário, Cascavel/PR
CEP: 85819-110

E-mail: ediana.piana@unioeste.br

Michael Aparecido Machado

Mestre em Odontologia - PPGO / UNIOESTE, Cascavel-PR

Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

Endereço: Área Básica - Histologia/Embriologia - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), Rua Universitária, 2069 – Bairro Universitário, Cascavel/PR
CEP: 85819-110

E-mail: machado.odonto@hotmail.com

Mauro Carlos Agner Busato

Doutor em Ortodontia - UNESP / Araçatuba-SP

Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

Endereço: Área Básica - Histologia/Embriologia - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), Rua Universitária, 2069 – Bairro Universitário, Cascavel/PR
CEP: 85819-110

E-mail: mauro.busato@unioeste.br

João Paulo de Arruda Amorim

Doutor em Biologia Celular e Estrutural - UNICAMP / Campinas-SP

Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

Endereço: Área Básica - Histologia/Embriologia - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), Rua Universitária, 2069 – Bairro Universitário, Cascavel/PR

CEP: 85819-110

E-mail: amorimjpa@yahoo.com.br

Elaine Manoela Porto Amorim

Doutor em Biologia Celular e Estrutural - UNICAMP / Campinas-SP

Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

Endereço: Área Básica - Histologia/Embriologia - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), Rua Universitária, 2069 – Bairro Universitário, Cascavel/PR

CEP: 85819-110

E-mail: e_laineporto@yahoo.com.br

RESUMO

O sucesso da movimentação dentária em dentes traumatizados depende da severidade da injúria, sendo a reabsorção radicular uma consequência indesejável e possível de ocorrer antes, durante e após o tratamento ortodôntico. Além disso o *status* hormonal do paciente tem um grande impacto na conduta do profissional, uma vez que pode influenciar diretamente o sucesso do tratamento ortodôntico. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da movimentação dentária induzida e da deficiência de testosterona sobre a taxa de movimentação dentária e estrutura histológica de dentes traumatizados. Foram utilizados 24 ratos machos *Wistar*, separados em 4 grupos experimentais (n=6 animais/grupo): MDI: composto por animais que foram submetidos a movimentação dentária induzida (MDI); MDI+CAST: composto por animais que foram submetidos à MDI e orquidectomia bilateral; MDI+TD: composto por animais que foram submetidos à MDI e ao traumatismo dentário e MDI+CAST+TD: composto por animais que foram submetidos à MDI, ao TD e a orquidectomia bilateral. Após o período experimental os animais foram eutanasiados, pesados e as maxilas foram retiradas, fixadas em formol a 10%, descalcificadas, cortadas a 5 µm e coradas com hematoxilina e eosina. Ao final do período experimental não foram observadas diferenças estatisticamente significativas no ganho de peso corporal dos animais. A orquidectomia aumentou a taxa de MDI nos animais dos grupos MDI+CAST e MDI+CAST+TD, quando comparado aos demais grupos experimentais, sendo que a maior taxa de movimentação foi observada nos animais do grupo MDI+CAST+TD. Histologicamente, em todos os animais submetidos a movimentação ortodôntica foi observada a presença de células inflamatórias no ligamento periodontal e osteoclastos ao redor do osso alveolar. Em todos os grupos foram experimentais foram observadas lacunas de reabsorção radicular. Nos animais controle (MDI) as reabsorções foram leves afetando apenas a estrutura do cimento. Nos grupos MDI+CAST e MDI+TD foram observadas reabsorções radiculares moderadas, com degradação do cimento e dentina. No grupo MDI+CAST+TD foram observadas reabsorções radiculares mais severas com extensas lacunas e degradação de dentina radicular. Conclui-se que a o *déficit* androgênico, induzido neste estudo pela castração dos animais, aumentou a taxa de movimentação dentária ortodôntica e a associação do traumatismo dentário com a orquidectomia potencializou os efeitos da movimentação dentária induzida sobre o processo de reabsorção radicular.

Palavras-chave: traumatismo dentário, testosterona, reabsorção radicular, movimentação dentária.

ABSTRACT

The success of tooth movement in traumatized teeth depends on the severity of the injury, with root resorption being an undesirable and possible consequence of occurring before, during and after orthodontic treatment. In addition, the patient's hormonal status has a great impact on the professional's conduct, as it can directly influence the success of orthodontic treatment. The aim of this study was to evaluate the effects of induced tooth movement and testosterone deficiency on the rate of tooth movement and histological structure of traumatized teeth. Twenty-four male *Wistar* rats were used, divided into 4 experimental groups (n=6 animals/group): ITM: composed of animals that underwent induced tooth movement (ITM); ITM+CAST: composed of animals that underwent MDI and bilateral orchidectomy; ITMI+:DT: composed of animals that underwent ITM and dental trauma and ITM+CAST+DT: composed of animals that underwent ITM, DT and bilateral orchidectomy. After the experimental period, the animals were euthanized, weighed and the jaws were removed, fixed in 10% formalin, decalcified, cut at 5 µm and stained with hematoxylin and eosin. At the end of the experimental period, no statistically significant differences were observed in the animals' body weight gain. Orchidectomy increased the rate of ITM in the animals of the ITMI+CAST and ITM+CAST+DT groups, when compared to the other experimental groups, and the highest movement rate was observed in the animals of the ITM+CAST+DT group. Histologically, in all animals submitted to orthodontic movement, the presence of inflammatory cells in the periodontal ligament and osteoclasts around the alveolar bone was observed. In all animals of all groups were experimental root resorption gaps were observed. In control animals (ITM) the resorptions were light, affecting only the cementum structure. In the ITM+CAST and ITM+DT groups, moderate root resorption was observed, with degradation of cementum and dentin. In the ITM+CAST+DT group, more severe root resorptions were observed with extensive gaps and root dentin degradation. It is concluded that the androgenic deficit, induced in this study by the castration of animals, increases the rate of orthodontic movement and the association of dental trauma with orchidectomy enhances the effects of induced tooth movement on the root resorption process.

Keywords: dental trauma, testosterone, root resorption, tooth movement.

1 INTRODUÇÃO

A reabsorção radicular é um processo patológico caracterizado pela perda de cimento e dentina devido à atividade de células clásticas. A etiologia é multifatorial e dentre os fatores relacionados a ocorrência desta patologia destacam-se: inflamação periapical e parodontal, pressão excessiva, forças oclusais, má oclusão, irritação química, cirurgia dentoalveolar, movimento ortodôntico, traumatismo dentário, doenças sistêmicas e distúrbios endócrinos (Bartok *et al.*, 2012). Assim, isoladamente ou a associação desses fatores podem aumentar o risco de reabsorção e, em condições severas, levar a perda do elemento dentário.

Na clínica odontológica, os ortodontistas tratam regularmente pacientes que sofreram todas as formas de traumatismo dentário (Sandler *et al.*, 2019). Eventos de traumatismo dentário (TD) podem ocorrer em qualquer fase da vida e diversos são os fatores: queda, acidentes de trânsito, acidentes de trabalho, violência, dentre outros. Embora a frequência seja alta entre crianças e adolescentes, pacientes adultos e idosos também são vulneráveis e podem vivenciar eventos de TD.

Paralelamente, tem-se observado nos últimos anos um aumento na procura por tratamento ortodôntico entre pacientes adultos e idosos, que buscam uma melhoria na qualidade de vida através da reabilitação estética, mastigatória e funcional (Schubert *et al.*, 2020; Christensen and Luther, 2015; Hashimoto *et al.*, 2013).

Dentre as alterações hormonais que acometem os homens ao longo do envelhecimento destaca-se a diminuição nas concentrações de testosterona. A deficiência androgênica no envelhecimento masculino afeta de 22,7% a 81,3% dos homens acima 40 anos de idade (Chueh *et al.*, 2012). A diminuição nas concentrações de testosterona nos homens pode ser observada logo após a terceira década de vida, com diminuição de aproximadamente 0,4% ao ano, e a partir dos 40 anos esse percentual aumenta para 1% ou 2%; sendo que quanto menores as concentrações de testosterona, maiores são os riscos à saúde.

Estudos em humanos e animais experimentais tem demonstrado que a diminuição nas concentrações de testosterona é um fator de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (Goodale *et al.*, 2017), síndrome metabólica (Blaya *et al.*, 2017), doença periodontal (Daltaban *et al.*, 2006; Singh *et al.*, 2011) e diminuição da densidade mineral óssea (Wang *et al.*, 2013), afetando também a densidade mineral óssea alveolar. As alterações na densidade óssea mineral podem afetar diretamente a velocidade do movimento dentário ortodôntico e influenciar a ocorrência de reabsorção radicular (Iglesias-Linares *et al.*, 2016).

Considerando o aumento na demanda por tratamento ortodôntico em adultos e idosos é de fundamental importância que o profissional ortodontista compreenda as alterações hormonais que ocorrem naturalmente nesses pacientes e a influência destas alterações no processo e prognóstico do tratamento. Assim, o objetivo do presente projeto de pesquisa foi avaliar a influência da deficiência de testosterona sobre a reabsorção radicular e estrutura histológica dos tecidos periodontais, durante a movimentação ortodôntica de dentes traumatizados.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Animais: foram utilizados vinte e quatro ratos machos *Wistar*, com 48 dias de idade, pesando aproximadamente 380g, adquiridos do Biotério Central da Unioeste. Os animais foram adaptados e mantidos no Biotério Setorial do Laboratório de Fisiologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – CCBS, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Cascavel-PR, em gaiolas coletivas de polietileno (43x30x15), sob condições controladas de temperatura e fotoperíodo de 12 horas. Os animais receberam ração e água *ad libitum*. Os procedimentos experimentais foram realizados de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal e foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UNIOESTE.

Grupos Experimentais: os animais foram separados quatro grupos experimentais, com seis animais em cada grupo, conforme segue: MDI: animais saudáveis, sem castração ou traumatismo dentário, utilizado como padrão de movimentação dentária induzida (MDI); MDI+CAST: composto por animais que foram submetidos a MDI e orquidectomia bilateral; MDI+TD: composto por animais que foram submetidos a MDI e ao TD e MDI+CAST+TD: composto por animais que foram submetidos a MDI, ao TD e a orquidectomia bilateral. A cronologia dos protocolos experimentais empregados nesta pesquisa está apresentada na figura 1.

Figura 1. Sequencia cronológica dos procedimentos experimentais.



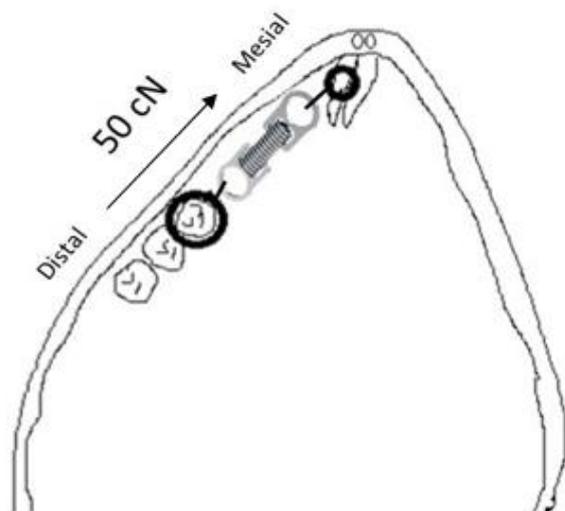
Orquidectomia bilateral: a castração dos animais ocorreu aos 60 dias de idade. Profilaticamente, trinta minutos antes da cirurgia de remoção dos testículos, foi realizada a administração, em dose única, do antibiótico ceftriaxona (50mg/kg) (SEM, Brasil), via intramuscular. Na sequência os animais foram anestesiados com 75 mg/Kg de Ketamina e 15mg/kg de xilazina, via intraperitoneal. Após anestesia, os animais foram posicionados em plano cirúrgico em decúbito dorsal em uma mesa operatória e foi realizada a abertura da bolsa testicular na linha média, com incisão de aproximadamente 2 cm para a exposição dos testículos. Os testículos foram removidos após prévia ligadura

do funículo espermático com fio de algodão 3-0. Nos grupos que não foram castrados os testículos foram expostos, manipulados e reinsertados na bolsa testicular, sob as mesmas condições experimentais dos animais castrados. Todos os grupos tiveram a bolsa testicular suturada com pontos simples de fios de nylon 4-0.

Traumatismo dentário: aos 120 dias de idade foi realizado o protocolo de traumatismo dentário nos animais. Após a anestesia, foi realizada a assepsia da região oral com iodopovidona a 1% (Riodeine®; Indústria Farmacêutica Rioquímica Ltda., São José do Rio Preto, SP, Brasil). Os animais foram acomodados em uma mesa operatória e o traumatismo dentário foi realizado no primeiro molar superior direito, todos pelo mesmo operador, conforme metodologia descrita por Costa *et al.*, 2017.

Instalação do dispositivo para movimentação dentária induzida: quatorze dias após a realização do traumatismo dentário, foi instalado o dispositivo ortodôntico para movimentação dentária induzida em todos os animais. O dispositivo empregado neste estudo foi semelhante ao proposto por Heller & Nanda (1979). O dispositivo ortodôntico, composto por uma mola de níquel-titânio (Morelli, Sorocaba, SP, Brasil) de secção fechada, com comprimento de 07 mm e liberação de 50 cN de magnitude de força, foi instalada com fio de amarelo de 0,25 mm envolvendo o primeiro molar superior esquerdo e os incisivos (figura 2). Para a estabilidade do fio de amarelo na face vestibular do incisivo foi realizado uma canaleta na região cervical e um travamento com resina composta fotopolimerizável fluída (Oppalis FGM), para evitar o deslocamento do fio. Esta mola permaneceu ativa por 07 dias.

Figura 1. Indução da movimentação dentária nos animais experimentais. Uma mola de níquel-titânio espiral fechada, exercendo uma força ortodôntica de 50 cN, foi instalada unilateralmente entre primeiro molar superior direito e os incisivo superiores. A seta indica a direção do movimento dentário.



Coleta do material biológico e processamento laboratorial: ao final do período experimental, sete dias após a instalação do dispositivo de MDI, todos os animais foram pesados e eutanasiados. O ganho de peso corporal (GPC) foi avaliado pela diferença entre peso corporal final (PF) e inicial (PI) dos animais ($GPC=PF-PI$). As maxilas foram retiradas e fixadas em formol tamponado a 10% por 24 horas, lavadas em água corrente por 48 horas e posteriormente descalcificadas em solução de ácido descalcificante (Allkimia®) por 20 horas e estocadas em álcool 70°. Para a inclusão do material as peças foram desidratadas em série crescente de álcoois, diafanizadas em xilol e incluídas em paraplast (Sigma-Aldrich®). Foram realizados cortes seriados no plano longitudinal das raízes mesio-vestibular e disto-vestibular do primeiro molar superior direito, no sentido de mesial para distal, com 5µm de espessura, utilizando micrótomo rotativo manual (Olympus 4060), equipado com navalha de aço. Os cortes obtidos foram desparafinizados com xilol, hidratados com água destilada e submetidos à técnica de coloração pela hematoxilina-eosina (HE).

Avaliação da taxa de movimentação dentária: a taxa de movimentação dentária foi obtida pela diferença entre as distâncias da face mesial do 1º molar superior até a distal do 3º molar superior do lado direito movimentado e esquerdo não movimentado. As mensurações foram obtidas por meio de um paquímetro digital.

Análise histológica: foi realizada uma análise histológica qualitativa das lâminas histológicas, para a verificação de possíveis alterações nos tecidos periodontais (estrutura histológica do ligamento periodontal, presença de infiltrado inflamatório, áreas de

hialinização, reabsorção óssea) e na raiz distal (estrutura, presença de reabsorção radicular) do primeiro molar superior dos animais.

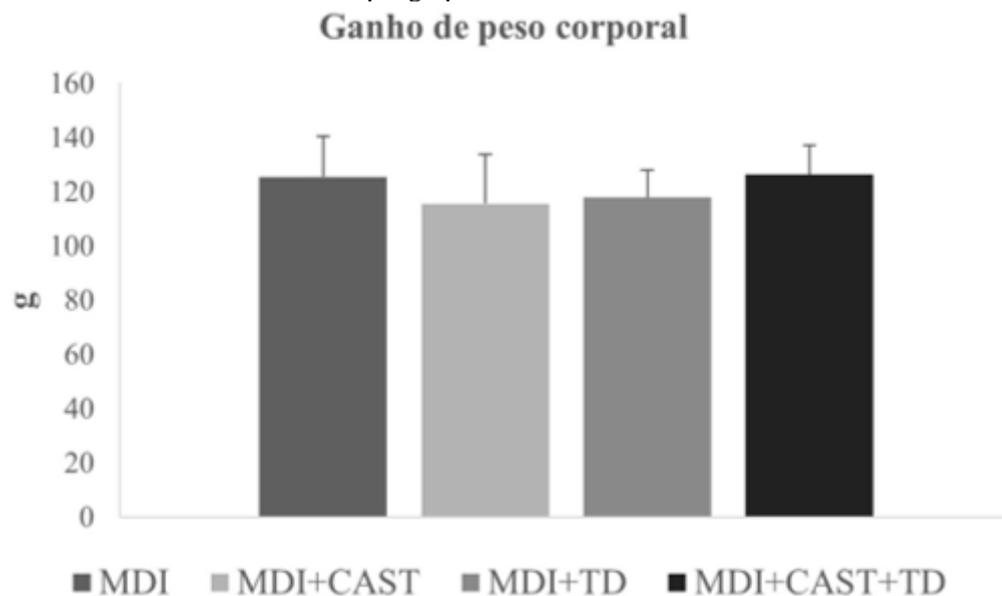
Análise Estatística: para análise dos dados foi utilizado o teste estatístico para análise de variância - ANOVA, com teste “a posteriori” de Tuckey-Kramer ou o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, com teste “a posteriori” de Dunn, de acordo com a característica de cada variável. As diferenças foram consideradas estatisticamente significativas quando $p < 0,05$. As análises estatísticas e os gráficos foram realizados no programa SigmaPlot versão 11.0 (Systat Software Inc., San Jose, CA, USA).

3 RESULTADOS

3.1 GANHO DE PESO CORPORAL

O ganho de peso corporal foi não diferiu entre os grupos experimentais (figura 3).

Figura 3. Ganho de peso corporal (g) dos animais experimentais durante o período experimental. Dados expressos em média \pm DP. N=6 animais por grupo.



3.2 TAXA DE MOVIMENTAÇÃO DENTÁRIA

O traumatismo dentário, realizado nos animais do grupo MDI+TD, não aumentou a taxa de movimentação dentária, quando comparado aos animais do grupo controle MDI. A orquidectomia bilateral, realizada nos animais dos grupos MDI+CAST e MDI+CAST+TD, aumentou significativamente a taxa de movimentação dentária quando comparado grupos MDI e MDI+TD. A orquidectomia bilateral associada ao traumatismo

dentário (MDI+CAST+TD), aumentou significativamente a taxa de movimentação, em comparação aos demais grupos (tabela 1).

	Taxa de movimentação dentária (mm)
MDI	0,58±0,03 ^a
MDI+CAST	0,61±0,04 ^a
MDI+TD	0,72±0,05 ^b
MDI+CAST+TD	0,77±0,02 ^c

Dados expressos em média±DP. Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente diferente entre os grupos experimentais. Teste de Kruskal-Wallis. N=6 animais por grupo.

Análise histológica. Em todos os grupos experimentais foi observada a presença de infiltrado inflamatório em todos os espécimes e áreas de hialinização. A presença de células gigantes multinucleadas (osteoclastos) foi observada na superfície óssea alveolar com uma maior densidade de células clásticas observadas nos grupos MDI+TD e MDI+CAST+TD (figuras 4 e 5). A movimentação dentária induziu reabsorção radicular em todos os grupos, evidenciadas pela presença de lacunas de reabsorção. As lacunas foram observadas principalmente nas regiões de compressão e hialinização do ligamento periodontal, interradicularmente e na face mesial da raiz distal. Nos animais MDI foram observadas pequenas lacunas de reabsorção caracterizadas principalmente pela ausência de cimento. Nos animais MDI+CAST e MDI+TD foram observadas reabsorções moderadas com degradação de cimento e dentina radicular. No grupo MDI+CAST+TD foram observadas extensas áreas de reabsorção radicular, com degradação de cimento e dentina (figura 6).

Figura 4. Aspecto histológico dos tecidos periodontais na região da face distal da raiz distal. A: MDI; B: MDI+CAST; C: MDI+TD e D: MDI+CAST+TD. d: dentina; oa: osso alveolar; lp: ligamento periodontal. Setas: osteoclastos. Região demarcada pelo retângulo: áreas de hialinização. HE

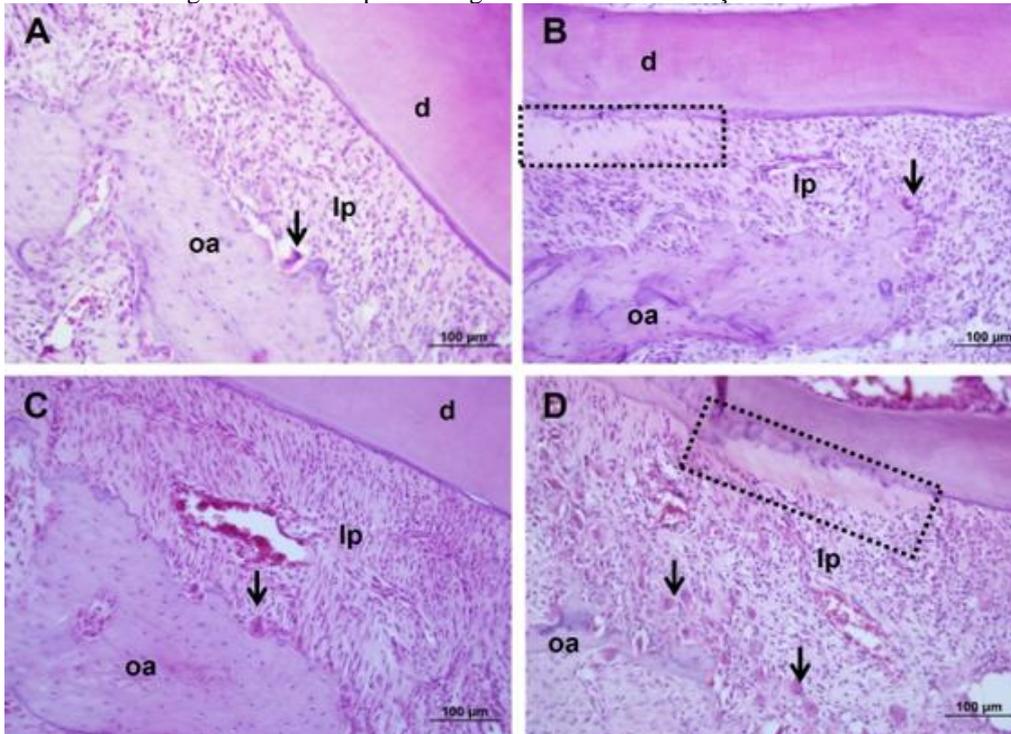


Figura 5. Aspecto histológico dos tecidos periodontais na região da face mesial da raiz distal. A: MDI; B: MDI+CAST; C: MDI+TD e D: MDI+CAST+TD. d: dentina; oa: osso alveolar; lp: ligamento periodontal. Setas: osteoclastos. Região demarcada pelo retângulo: áreas de hialinização. HE

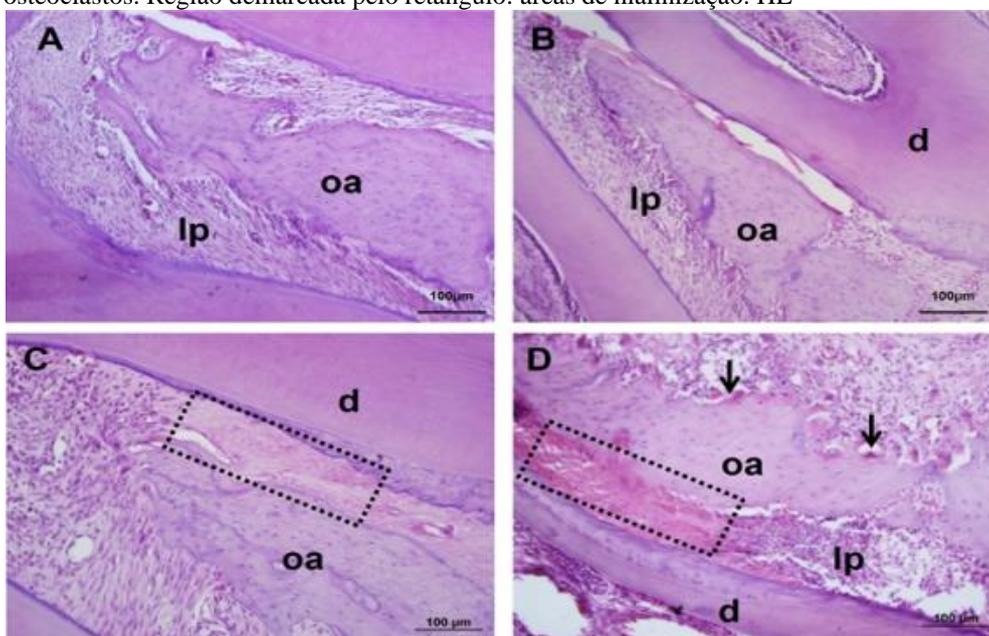
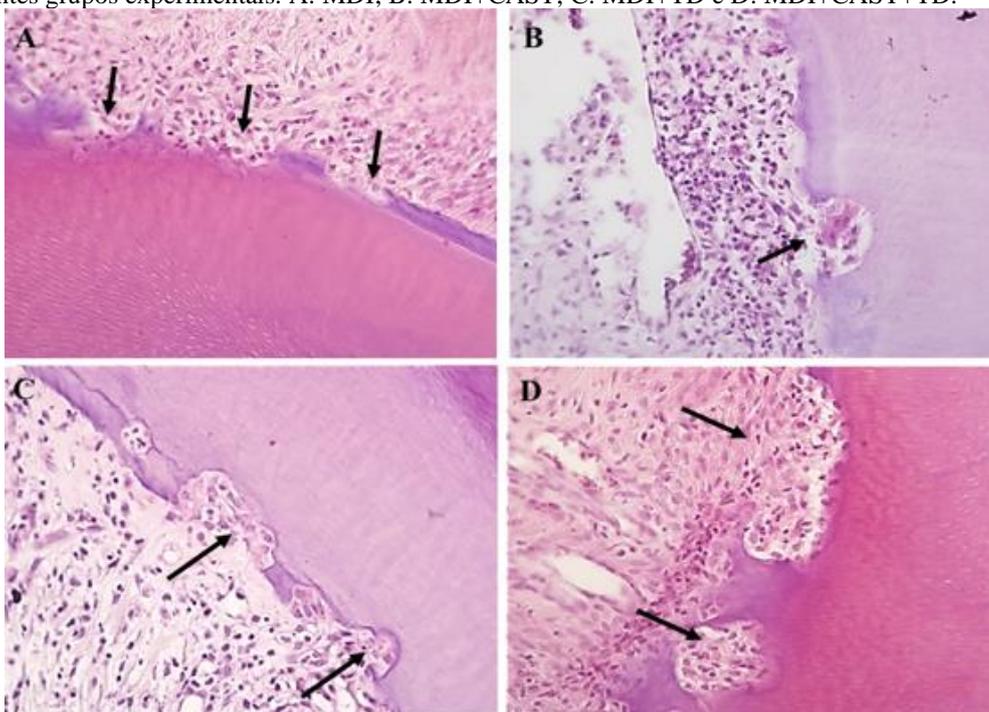


Figura 6. Fotomicrografias representativas das reabsorções radiculares (setas) observadas nos animais dos diferentes grupos experimentais. A: MDI; B: MDI+CAST; C: MDI+TD e D: MDI+CAST+TD.



4 DISCUSSÃO

No presente estudo, a deficiência androgênica, induzida pela castração dos animais, aumentou a taxa de movimentação dentária, sendo que os maiores valores foram observados nos animais que foram submetidos previamente ao procedimento do traumatismo dentário.

A movimentação dentária ortodôntica é um processo que combina a adaptação fisiológica do osso alveolar às tensões mecânicas com pequenas lesões reversíveis nos tecidos periodontais (Li *et al.*, 2018). Em condições normais, esse movimento é realizado por uma remodelação óssea altamente coordenada e eficiente, caracterizada pelos processos biológicos de formação óssea após a reabsorção, em resposta a estímulos mecânicos (Meikle, 2006). Os esteróides sexuais, como a testosterona, influenciam a homeostase óssea, reduzindo a reabsorção e promovendo a formação óssea (Karsenty, 2003). A deficiência deste hormônio resulta não apenas na deterioração da microestrutura óssea, mas também no aumento da reabsorção óssea do osso alveolar, induzido por um aumento na quantidade e atividade de osteoclastos, principalmente na área de compressão (Seifi *et al.*, 2015; Dai *et al.*, 2017; Machado *et al.*, 2021). Assim, a maior taxa de movimentação dentária nos animais submetidos a orquidectomia pode estar relacionada a uma maior atividade dos osteoclastos, que induzem uma maior reabsorção óssea

alveolar e consequentemente aumenta a taxa de movimentação dentária (Iglesias-Linares *et al.*, 2016).

A taxa de renovação óssea está intimamente associada à velocidade da movimentação dentária ortodôntica. Se a taxa de formação óssea não for equivalente à de reabsorção óssea, complicações como lesões periodontais ou reabsorção radicular podem ocorrer (Oz *et al.*, 2018).

As análises histológicas demonstraram alterações nos tecidos periodontais, caracterizadas pela presença de células inflamatórias, células clásticas ao redor do osso alveolar, áreas de hialinização, principalmente na região de compressão. A força aplicada no dente durante a movimentação dentária, comprime vasos sanguíneos do ligamento periodontal, gerando hipoxia e morte celular. Isso resulta em áreas microscopicamente pobres em células e de aspecto eosinofílico homogêneo, denominadas áreas hialinas (Fracalossi *et al.*, 2009; Salomão *et al.*, 2014). A presença de áreas hialinizadas no periodonto de animais submetidos ao movimento dentário ortodôntico tem sido demonstrada em outros estudos (Von Böhl *et al.*, 2004; Tsuge *et al.*, 2016).

Estudos experimentais tem demonstrado que a movimentação dentária ortodôntica pode induzir reabsorção radicular em animais experimentais (Nakano *et al.*, 2014; Zhou *et al.*, 2018) e humanos (Ramanathan and Hofman, 2009; Linkous *et al.*, 2020).

A reabsorção radicular é uma consequência frequente, imprevisível e inevitável da movimentação dentária ortodôntica. Sua patogênese envolve forças mecânicas que iniciam interações complexas entre vias de sinalização ativadas por vários agentes biológicos. A carga ortodôntica induz inflamação local o que provoca reabsorção do cemento radicular superficial, ou pode setornar mais grave com eventual reabsorção da dentina subjacente. A reabsorção do cemento é regulada por mecanismos semelhantes aos que controlam a osteoclastogênese e a reabsorção óssea (Feller *et al.*, 2016).

Fatores intrínsecos que podem desempenhar papéis na patogênese da reabsorção radicular induzida por carga ortodôntica incluem polimorfismo de genes que codificam citocinas e fatores de crescimento, densidade óssea alveolar, *turnover* ósseo e deficiências hormonais (Feller *et al.*, 2016).

O interessante em nosso estudo foi observar que, isoladamente, a associação da movimentação ortodôntica com a orquidectomia (grupo MDI+CAST) ou com o traumatismo dentário (grupo MDI+TD) induziu a reabsorções radiculares moderadas, quando comparados aos animais do grupo MDI. Entretanto, extensas lacunas de

reabsorção radicular foram observadas no grupo MDI+CAST+TD. Assim, parece haver um sinergismo entre esses fatores que desencadeia reabsorções radiculares mais severas, como as observadas no referido grupo experimental. O traumatismo dentário por si só, devido ao processo inflamatório gerado e destruição da camada de cementoblastos protetores da dentina, é um fator de risco para a ocorrência de reabsorção radicular durante a movimentação dentária (Galler *et al.*, 2021). Por outro lado, a castração induz a uma maior reabsorção óssea, devido a um aumento no *turnover* ósseo, com consequente aumento do movimento dentário. Fisiologicamente e patologicamente os mecanismos envolvidos na reabsorção radicular são análogos aos mecanismos envolvidos na reabsorção óssea, envolvendo uma interação coordenada entre osteoblastos e osteoclastos, bem como odontoblastos e odontoclastos, envolvendo a mesma via de sinalização envolvida no recrutamento de células clásticas (Iglesias-Linares and Hartsfiel, 2017).

Com a crescente demanda de procura por tratamento ortodôntico de pacientes adultos e idosos, os resultados do presente estudo reforçam a importância do conhecimento e atualização, por parte do profissional dentista, dos fatores que podem negativamente impactar o sucesso do tratamento ortodôntico, tais como as alterações hormonais e histórico de traumatismo dentário. Apesar dos resultados em modelos experimentais não serem diretamente extrapolados para humanos (Killiany, 1999), eles oferecem um bom guia de orientação, atenção e cuidados que deve ser destinado individualmente aos pacientes.

5 CONCLUSÃO

O *déficit* androgênico, induzido neste estudo pela castração dos animais, aumentou a taxa de movimentação dentária ortodôntica e a associação do traumatismo dentário com a orquidectomia potencializou os efeitos da movimentação dentária induzida sobre o processo de reabsorção radicular.

REFERÊNCIAS

Bartok RI, Văideanu T, Dimitriu B, Vârlan CM, Suciuc I, Podoleanu D. External radicular resorption: selected cases and review of the literature. *Journal of Medicine and Life*, v. 5, p. 145-148, 2012.

Blaya R, Blaya P, Rhoden L, Rhoden EL. Low testosterone levels and metabolic syndrome in aging male. *Current Pharmaceutical Design*, v. 23, p. 4470-4474, 2017.

Christensen L, Luther F. Adults seeking orthodontic treatment: expectations, periodontal and TMD issues. *British Dental Journal*, v. 218, p. 111-117, 2015.

Chueh KS, Huang SP, Lee YC, Wang CJ, Yeh HC, Li WM, Wu WJ, Tsai YF, Tsai CC, Juan HC, Huang CH, Liu CC. The comparison of the Aging Male Symptoms (AMS) scale and Androgen Deficiency in the Aging Male (ADAM) questionnaire to detect androgen deficiency in middle-aged men. *Journal of Andrology*, v.33, p.817–823, 2012.

Costa LA, Cantanhede LM, Pereira EM, Crivelini MM, Cuoghi OA, Pereira ALP, Mendonça MR. Validation of a new experimental model of extrusive luxation on maxillary molars of rats: a histological study. *Clinical Oral Investigations*, v. 22, p.1985-1994, 2017.

Dai Q, Zhou S, Zhang PMA, Ha N, Yang X, Yu Z, Fang B, Jiang L. Force-induced increased osteogenesis enables accelerated orthodontic tooth movement in ovariectomized rats. *Scientific Reports*, p. 1-18, 2017.

Daltaban O, Saygun I, Bolu E. Periodontal status in men with hypergonadotropic hypogonadism: effects of testosterone deficiency. *Journal of Periodontology*, v.77, p. 179-183, 2006.

Feller L, Khammissa RAG, Thomadakis G, Fourie J, Lemmer J. Apical external root resorption and repair in orthodontic tooth movement: biological events. *BioMed Research international*, p. 4864195, 2016.

Fracalossi ACC, Santamaria MJr, Consolaro MFMO, Consolaro A. Movimentação dentária experimental em murinos: períodos de observação e planos de cortes microscópicos. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*, v. 14, 143-157, 2009.

Galler KM, Grätz EM, Widbiller M, Buchalla W, Knüttel H. Pathophysiological mechanisms of root resorption after dental trauma: a systematic scoping review. *BMC Oral Health*, v. 21, p.163, 2021.

Goodale T, Sadhu A, Petak S, Robbins R. Testosterone and the Heart. *Methodist DeBakey Cardiovascular Journal*, v. 13, p. 68-72, 2017.

Hashimoto M, Hotokezaka H, Sirisoontorn I, Nakano T, Arita K, Tanaka M, Yoshida N. The effect of bone morphometric changes on orthodontic tooth movement in an osteoporotic animal model. *The Angle Orthodontist*, v. 83, p. 766-773, 2013.

Heller IJ, Nanda, R. Effect of metabolic alteration of periodontal fibers on orthodontic tooth movement. An experimental study. *American Journal of Orthodontics*, v.75, p.239-58, 1979.

1.

2. Iglesias-Linares A, Hartsfield JK. Cellular and Molecular Pathways Leading to External Root Resorption. *Journal of Dental Research*, v. 96, p. 145–152. 2017.

3.

Iglesias-Linares, A., Morford, L.A., Hartsfield, J.K. Bone Density and Dental External Apical Root Resorption. *Current Osteoporosis Reports*, v.14, p. 292–309, 2016.

Karsenty G. The complexities of skeletal biology. *Nature*, v. 423, p.316-318, 2003.

Killiany DM. Root resorption caused by orthodontic treatment: an evidence-based review of literature. *Seminars in Orthodontics*, v. 5, p.128–133, 1999.

Li Y, Jacox LA, Little SH, Ko CC. Orthodontic tooth movement: The biology and clinical implications. *Kohsiung Journal of Medical Science*, v. 34, p. 207-214, 2018.

Linkous ER, Trojan TM, Harris EF. External apical root resorption and vectors of orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, v. 58, p. 700-709, 2020.

Machado MA, Mezzaroba B, Amorim JPA, Busato MCA, Amorim EMP. Histological analysis of the pulp tissue of rats with testosterone deficiency submitted to orthodontic tooth movement induced. *Brazilian Journal of Development*, v.7, p. 65928-65943, 2021.

Meikle MC. The tissue, cellular, and molecular regulation of orthodontic tooth movement: 100 years after Carl Sandstedt. *European Journal of Orthodontics*, v.28, p.221-40, 2006.

Nakano T, Hotokezaka H, Hashimoto M, Sirisoontorn I, Arita K, Kurohama T, Darendeliler MA, Yoshida N. Effects of different types of tooth movement and force magnitudes on the amount of tooth movement and root resorption in rats. *The Angle Orthodontist*, v. 84, p. 1079–1085, 2014.

Oz AZ, Ciger S. Health of periodontal tissues and resorption status after orthodontic treatment of impacted maxillary canines. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, v.21, p. 301–305, 2018.

Ramanathan C, Hofman Z. Root resorption during orthodontic tooth movements. *European Journal of Orthodontics*, v. 31, p. 578-583, 2009.

Salomão MFL, Reis SRA, Vale VLC, Machado CV, Meyer R, Nascimento ILO. Immunolocalization of FGF-2 and VEGF in rat periodontal ligament during experimental tooth movement. *Dental Press Journal of Orthodontics*, v. 19, p. 67-74, 2014.

Sandler C, Barry S, Littlewood S, Al-Musfir T, Nazzal H. Orthodontic management of traumatized teeth: A national survey of UK orthodontists. *Dental Traumatology*, v.35, p. 241-250, 2019.

Schubert A, Jäger F, Maltha JC, Bartzela TN. Age effect on orthodontic tooth movement rate and the composition of gingival crevicular fluid : A literature review. *Journal of Orofacial Orthopedics*, v. 81, p. 113-125, 2020.

Seifi M, Ezzati B, Saedi S, Hedayati M. The Effect of Ovariectomy and Orchiectomy on Orthodontic Tooth Movement and Root Resorption in Wistar Rats. *Journal of Dentistry*, p. 302-309, 2015.

Singh BP, Makker A, Tripathi A, Singh MM, Gupta V. Association of testosterone and bone mineral density with tooth loss in men with chronic periodontitis. *Journal of Oral Science*, v.53, p. 333-339, 2011.

Tsuge A, Noda K, Nakamura Y. Early tissue reaction in the tension zone of PDL during orthodontic tooth movement. *Archives of oral Biology*, v. 65, p. 17-25, 2016.

Von Böhl M, Maltha J, Hoff HV, Kuijpers-Jagtman AM. Changes in the periodontal ligament after experimental tooth movement using high and low continuous forces in beagle dogs. *The Angle Orthodontics*, v.74, p.16-25, 2004.

Wang YJ, Zhan JK, Huang W, Wang Y, Liu Y, Wang S, Tan P, Tang ZY, Liu YS, Effects of low-dose testosterone undecanoate treatment on bone mineral density and bone turnover markers in elderly male osteoporosis with low serum testosterone. *International Journal of Endocrinology*, p. 570413, 2013.

Zhou J, Yang F, Xu X, Feng G, Chen J, Song J, Dai H. Dynamic Evaluation of Orthodontically-Induced Tooth Movement, Root Resorption, and Alveolar Bone Remodeling in Rats by in Vivo Micro-Computed Tomography. *Medical Science Monitor*, v.24, p.8306–8314, 2018.