



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
ESCOLA DE SAÚDE E BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ORTODONTIA**

José Guilherme Camargo Teixeira da Cunha

EFEITOS DO EXERCÍCIO FÍSICO REGULAR NA MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA EM RATOS

**Curitiba
Maio de 2013**

José Guilherme Camargo Teixeira da Cunha

EFEITOS DO EXERCÍCIO FÍSICO REGULAR NA MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA EM RATOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Odontologia, Área de Concentração em Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. Odilon Guariza Filho

CURITIBA

2013

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central

C972e
2013 Cunha, José Guilherme Camargo Teixeira da
Efeitos do exercício físico regular na movimentação ortodôntica em ratos /
José Guilherme Camargo Teixeira da Cunha ; orientador, Odilon Guariza Filho.
– 2013.
52 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná,
Curitiba, 2013
Inclui bibliografias
Texto em português e inglês

1. Exercícios físicos. 2. Movimentação dentária. 3. Hematoxilina. 4. Rato
com animal de laboratório. 5. Ortodontia. I. Guariza Filho, Odilon. II. Pontifícia
Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em.
Odontologia. III. Título.

CDD 20. ed. – 617.6



Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Odontologia

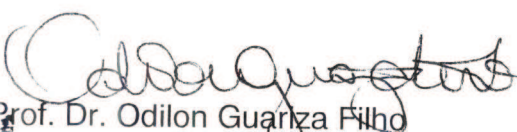
TERMO DE APROVAÇÃO

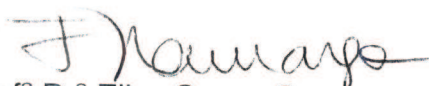
JOSÉ GUILHERME CAMARGO TEIXEIRA DA CUNHA

EFEITOS DO EXERCÍCIO FÍSICO REGULAR NA MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA EM RATOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como parte dos requisitos parciais para a obtenção do Título de **Mestre em Odontologia**, Área de Concentração em **Ortodontia**.

Orientador(a):


Prof. Dr. Odilon Guariza Filho
Programa de Pós-Graduação em Odontologia, PUCPR


Profª Drª Elisa Souza Camargo
Programa de Pós-Graduação em Odontologia, PUCPR


Prof. Dr. José Vinícius Bolognesi Maciel
Programa de Pós-Graduação em Odontologia, UFRJ

Curitiba, 30 de agosto de 2013.

AGRADECIMENTOS

Agradeço minha sogra Alba e meu sogro Manoel pelo acolhimento com que me receberam em sua família e pelo maior presente que a vida me trouxe.

Agradeço minha esposa Ana Paula que me apoiou, amparou e amou muito nos últimos anos.

Agradeço minha mãe Sônia, meu pai Tarcísio, minha irmã Maria Tereza, meu irmão João Augusto, meus cunhados Junior e Natália e meu filho João Vitor, pela paciência, compreensão e carinho que sempre tiveram comigo.

Agradeço aos funcionários do biotério, da técnica operatória e do laboratório de patologia da PUCPR que trabalharam junto a esta pesquisa e me trataram com muito respeito e profissionalismo.

Agradeço ao Professor Armando Saga pelo grande apoio, amizade e estímulos constantes, tão importantes para minha formação, crescimento e desenvolvimento profissional.

Agradeço ao Professor Eli Namba, pela amizade e apoio. Foi idealizador e ajudou na realização deste trabalho.

Agradeço aos meus colegas Luis Guilherme Baumeier e a Neblyssa Agatha Schneider pela grande ajuda e dedicação na realização deste experimento, pois sem eles tudo ficaria muito mais difícil ou impossível.

Agradeço aos meus colegas de mestrado: Ana Paula Lazzari Marques Peron, Viviane da Silva Kagy, Luciana Trevisan Bittencourt Muniz, Marcel Durante Brunet, Giovana Carla Franzon Frigotto, Camila Rychuv Santos, Bruno Borges de Castilhos e Cristiano Miranda de Araujo pelo companheirismo e pelos bons momentos vividos nos últimos 2 anos.

Aos colegas Jorge Cesar Borges de Leão Filho e Regis Meller Santana um agradecimento especial, pois foram meus melhores amigos durante o período de mestrado e com eles aprendi muito.

Agradeço a Maria Nilce que nos acompanhou nas clínicas do mestrado.

Agradeço ao Professor Sérgio Ignácio pela dedicação e ajuda neste trabalho.

Agradeço a Professora Aline Cristina Johann pela paciência e ajuda neste trabalho.

Agradeço ao Professor Orlando Tanaka pelo aprendizado durante o curso e por sua dedicação incansável a Ortodontia.

Agradeço a Professora Elisa Camargo pela excelência como professora, pelos ensinamentos, pela dedicação e paciência nas clínicas, que às vezes acabava passando do horário.

Agradeço especialmente ao Professor Odilon Guariza Filho pela amizade, companheirismo e dedicação com que me orientou durante o período do curso de mestrado.

Sumário

1	ARTIGO EM PORTUGUÊS	01
1.1	PÁGINA TÍTULO	01
1.2	RESUMO	02
1.3	INTRODUÇÃO.....	03
1.4	MATERIAL E MÉTODO	05
1.5	RESULTADOS	09
1.6	DISCUSSÃO.....	16
1.7	CONCLUSÕES	19
1.8	REFERÊNCIAS	20
2	ARTIGO EM INGLÊS.....	22
2.1	ABSTRACT.....	23
2.2	INTRODUCTION	24
2.3	MATERIAL AND METHODS	26
2.4	RESULTS	30
2.5	DISCUSSION	37
2.6	CONCLUSION.....	40
2.7	REFERENCES	41
3	ANEXOS	43
3.1	ANEXO I – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA DA PUCPR	43
3.2	ANEXO II – NORMAS PARA PUBLICAÇÃO AMERICAN JOURNAL OF SPORTS AND MEDICINE.....	44

ARTIGO EM PORTUGUÊS

PÁGINA TÍTULO

EFEITOS DO EXERCÍCIO FÍSICO REGULAR NA MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA EM RATOS

José Guilherme Camargo Teixeira da Cunha, DDS

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brasil.

Escola de Saúde e Biociência

Programa de Pós-graduação em Odontologia – Ortodontia

Email: jgui00@yahoo.com.br

Odilon Guariza Filho, DDS, MS, PhD

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brasil.

Escola de Saúde e Biociência

Programa de Pós-graduação em Odontologia – Ortodontia

Email: odilongfilho@gmail.com

Autor Correspondente

Odilon Guariza Filho, DDS, MS, PhD

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brazil.

Escola de Saúde e Biociência

Professor, Programa de Pós-graduação, Ortodontia

Rua Imaculada Conceição, 1155, Bairro Prado Velho, CEP 80215-901 –
Curitiba, PR

Email: odilongfilho@gmail.com

RESUMO

Introdução: A ciência tem comprovado que a prática do exercício físico regular altera o metabolismo do organismo e seus processos inflamatórios. Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do exercício físico regular sobre a movimentação ortodôntica em ratos. **Métodos:** Foram utilizados 51 ratos adultos machos da linhagem *wistar*, divididos em 2 grupos: O grupo controle foi constituído por ratos sedentários (C) e o grupo experimental foi constituído por ratos praticantes de atividade física regular (E). O grupo experimental passou por um processo de treinamento que ao final de 21 dias chegou a 50 minutos de natação diários. Em cada rato do experimento foi instalado um dispositivo ortodôntico composto por uma mola espiral de secção fechada de Niti (30cN), ligando os incisivos superiores ao primeiro molar. Foram realizadas avaliações histológicas verificando presença de áreas de hialinização, áreas de reabsorção radicular no ligamento periodontal e avaliações clínicas da movimentação ortodôntica em 2, 7 e 14 dias após a instalação do dispositivo. Os dados foram analisados estatisticamente. **Resultados:** Não foram encontradas áreas de hialinização no grupo C em nenhum dos tempos. Foram encontradas áreas de hialinização em: E2=12,5%, E7=14,5% e E14=28,6. As áreas de reabsorções radiculares foram para E2=0%, E7=42,9%, E14=71,4%, C2=40%, C7=55,6% e C14=70% não apresentaram diferença entre os grupos controle e tempo ($p>0,05$). Na movimentação dentária foram encontrados índices semelhantes entre os grupos controle e experimental ($p>0,05$), houve diferença ao longo do tempo ($p< 0,05$). **Conclusões:** Foram encontradas formação de áreas de hialinização extensas somente no grupo de ratos praticantes de atividade física. Este protocolo de atividade física não influenciou na reabsorção radicular. A realização de movimentação ortodôntica em ratos com a utilização de um protocolo de exercício específico não influenciou na movimentação dentária ao longo do tempo.

DESCRITORES

Exercícios Físicos, Movimentação Dentária, Ortodontia, Avaliação Histológica, Hematoxilina e Eosina, Ratos Wistar

INTRODUÇÃO

As particularidades apresentadas pelos praticantes de atividade física promovem o desenvolvimento de uma nova área da Odontologia que é a Odontologia Esportiva. Processos inflamatórios agudos e crônicos podem estar presentes na cavidade bucal de indivíduos praticantes de atividade física regular, como em atletas de alta *performance*.¹ Alguns desses processos inflamatórios podem ser gerados de forma controlada como nos tratamentos ortodônticos.^{2,3} As variações imunológicas trazem novas alternativas para o tratamento odontológico. Acelerar um processo inflamatório pode diminuir o tempo de movimentação ortodôntica pelo aumento da velocidade de reabsorção e aposição óssea.^{1,4}

Na literatura estudos comparam atividade física em seus diferentes níveis de intensidade e sua influência em processos inflamatórios como regeneração tecidual e cicatrização.^{5,6} A modalidade, a intensidade, a frequência e a duração dos exercícios físicos, além de outros fatores, podem alterar o volume de edema inflamatório agudo, principalmente devido a alterações no sistema neuroendócrino, porém de modo dependente do protocolo de exercícios físicos realizado.⁷ Estudos utilizando ratos de laboratório treinados por meio de sessões diárias de natação com 5 % de carga mostraram redução de eosinófilos circulantes e monócitos no local da inflamação, sugerindo uma atenuação.⁸ A atividade física regular praticada concomitantemente a um processo inflamatório atenua a resposta da inflamação interferindo na recuperação tecidual.⁸

A movimentação ortodôntica é um processo biológico, que tem como característica reações sequenciais do tecido periodontal em resposta ao movimento dentário, que através das forças biomecânicas provocam alterações teciduais nas regiões periodontais. Essas alterações estão correlacionadas à remodelação, reabsorvendo osso alveolar no lado de compressão e formando osso no lado de tensão.^{9,10,11} O lado de compressão do ligamento periodontal, mostra uma série de eventos biológicos tais como: diminuição do espaço periodontal, distúrbio do fluxo sanguíneo, necrose, morte celular, fagocitose dos restos celulares, reabsorção óssea e hialinização tecidual que é a perda

de células induzida pela compressão.^{9,12} No lado em que há tensão, ocorre um aumento no espaço periodontal, sinais de mitose e acréscimo celular, originando uma atividade osteoblástica seguida da deposição de tecido osteóide e sua mineralização paralela a remodelação das fibras colágenas.^{13,14}

A prática do exercício físico é um fator importante no processo de formação, deposição e absorção óssea, podendo alterar tanto a densidade⁴ quanto a velocidade de cicatrização⁷, alterando os processos inflamatórios. Para a movimentação dentária ortodôntica induzida tanto a densidade mineral óssea quanto o tempo de reparo tecidual podem ser relevantes nas taxas de movimentação ortodôntica, reabsorções dentárias e áreas de hialinização no ligamento periodontal.

Não foram encontrados na literatura estudos comparando atividade física com as alterações nas reações biológicas da movimentação ortodôntica. Devido às considerações abordadas sobre correlações dos exercícios físicos com a resposta inflamatória, densidade mineral óssea e reações de regeneração e cicatrização teciduais relatados pela literatura, este trabalho busca comparar em ratos sedentários e praticantes de exercícios regulares a influência que o exercício físico causa no tratamento ortodôntico, fazendo avaliação histológica da presença de reabsorções radiculares, áreas de hialinização e avaliação clínica da taxa movimentação ortodôntica.

MATERIAIS E MÉTODOS

O método experimental e todos os experimentos realizados nesta pesquisa obedeceram às recomendações éticas, legais e de biossegurança especificadas para experimentação animal. O projeto foi aprovada pelo comitê de ética da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR). (Projeto 659)

A amostra constituiu-se de 60 ratos machos da linhagem *Wistar (Rattus norvegicus albinus)* com idade aproximada de 9 semanas, pesando aproximadamente entre 300g e 350g no início do experimento, provenientes do Biotério da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). Animais machos foram utilizados para eliminar qualquer variabilidade hormonal devido ao ciclo reprodutivo da fêmea.

Grupo Controle (C)

O grupo controle (C) foi constituído por 29 animais que não realizaram atividade física regular. Para a movimentação dentária foi instalado um dispositivo ortodôntico, após 2, 7 e 14 dias de movimentação dentária, foram sacrificados e divididos em subgrupos C2, C7 e C14 respectivamente.

Grupo Experimental (E)

O grupo experimental (E) foi constituído por 22 animais praticantes de atividade física regular os quais após 2, 7 e 14 dias de movimentação dentária, foram sacrificados e divididos em subgrupos E2, E7 e E14 respectivamente.

Os animais do grupo experimental praticaram natação por 33 dias, sendo a cada 5 dias de treino, 2 dias de repouso. Na primeira semana foi realizada a adaptação dos animais ao ambiente aquático, iniciando o treinamento por 10 minutos, crescendo 10 minutos diários para que ao quinto dia os animais já estivessem nadando 50 minutos. Na segunda semana os animais nadavam 50 minutos com um peso acoplado ao torax com carga de 10g. Na terceira semana, ao 16º dia do experimento, foi realizada a instalação de um dispositivo ortodôntico para realizar as movimentações dentárias nos animais, que continuaram o treinamento. As sessões de natação foram iniciadas todos os dias às 8h00 em recipiente de amianto (100cm x 70cm x 60cm) com coluna de

água de 40cm, para evitar que os ratos apoiassem a cauda no fundo do recipiente. A temperatura da água foi aquecida a $32 \pm 1^\circ\text{C}$. Após o término das sessões de natação, os ratos eram enxugados e retornados às suas respectivas gaiolas em sala com temperatura de 25°C .⁸

Acondicionamento da Amostra

Durante o período experimental os animais permaneceram no Biotério da PUCPR e foram acondicionados em gaiolas. Raspas de madeira foram substituídas diariamente para evitar o acúmulo de gases tóxicos (amônia e sulfeto de hidrogênio) resultantes da degradação oxidativa e bacteriana dos excrementos, oferecendo assim, condições favoráveis de higiene, conforto e bem estar.¹⁵ O controle de fotoperíodo foi feito de 12 horas claro e 12 horas escuro para evitar alterações no ciclo metabólico.¹⁶ Cada animal recebeu uma identificação para atender os objetivos do estudo.

Movimentação Ortodôntica

Em cada rato do experimento foi instalado um dispositivo ortodôntico composto por uma mola espiral de secção fechada de Niti (Closed Coil spring G&H, 9mm, Franklin, Indiana), ligando os incisivos superiores ao primeiro molar superior do mesmo lado da arcada, fazendo o tracionamento de um contra o outro. Os ratos foram anestesiados por injeção de solução de tiopental a 2,5% (Thiopentax 1g, Cristália, São Paulo, Brasil) . A mola foi fixada através de ligaduras de aço inoxidável (0,25mm de diâmetro), como preconizado por Yoshida e colaboradores.¹⁷ com força de 30c/N. Para evitar que a mola se soltasse, foi feito condicionamento ácido (Ácido Fosfórico 3,5%, Villevie, Joenville, Brasil) nos incisivo, aplicação de sistema adesivo (Gluma, Adesivo, Heraeus, Hanau, Alemanha e Charisma, resina composta, Heraeus, Hanau, Alemanha) sobre o dente, englobando o fio de aço inoxidável (Figura 1).



Figura 1 - Instalação da Mola fixada ao 1º Molar Superior aos Incisivos Centrais

Mensuração do Movimento Dentário

A taxa de movimentação dentária foi avaliada utilizando-se um paquímetro digital (Figura 2). As mensurações foram realizadas no dia da instalação do dispositivo ortodôntico e após 2, 7 e 14 dias conforme os grupos. Para padronizar as medições, os pontos de referência para posicionamento do paquímetro foram na cervical palatina dos incisivos superiores e na cervical mesial do molar superior, nos dentes quais foram instalados a mola.¹⁸



Figura 2 - Aferição da Taxa de Movimentação Ortodôntica com Paquímetro Digital

Eutanásia dos Animais e Exame Histológico

Após 2, 7 e 14 dias os animais foram eutanasiados por overdose de pentobarbital sódico na dose de 100 mg/kg.

Os espécimes para análise histológica foram retirados da maxila englobando a região do primeiro molar superior, estes espécimes foram descalcificados com o auxílio de uma solução de EDTA durante 16 semanas. Uma vez descalcificados, os espécimes foram desidratados por meio de imersões seriadas em soluções de etanol, e embebidos em parafina. Secções horizontais de 4µm de espessura foram obtidas das amostras onde foram realizados 6 cortes por amostras. Estes cortes histológicos, por sua vez, foram preparadas com Hematoxilina e Eosina para a análise quantitativa de tecidos hialinizados e reabsorção radicular, foram observados em ambos os lados de compressão e tração do ligamento periodontal da raiz mesial do primeiro molar superior direito.¹³

Análise Estatística

Para a análise estatística da presença de áreas de hialinização e reabsorção radicular, foi utilizado o teste Qui-quadrado comparando os grupos em relação aos tempos. Em todos os testes estatísticos realizados o nível de significância adotado foi de 5%.

Para avaliar a taxa de movimentação dentária visando comparar se existiu diferença dos valores médios da variável dependente segundo grupo e tempo, testou-se a normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk e homogeneidade de variância pelo teste de Levene. Todos os grupos apresentaram distribuição normal ($p > 0,05$). Observou-se heterogeneidade de variância entre os tratamentos para grupo e tempo uma vez que ($p < 0,05$). A comparação entre grupos, entre tempo e a interação grupo x tempo foi realizado pelo teste de Anova a dois fatores modelo fatorial completo.

RESULTADOS

Áreas de Hialinização

Os resultados observados para áreas de hialinização estão apresentados no gráfico 1 e na tabela I.

No gráfico 1 o verde representa o número de ratos que apresentaram área de hialinização no ligamento periodontal, o azul representa o número de ratos com ausência de áreas de hialinização no ligamento periodontal.

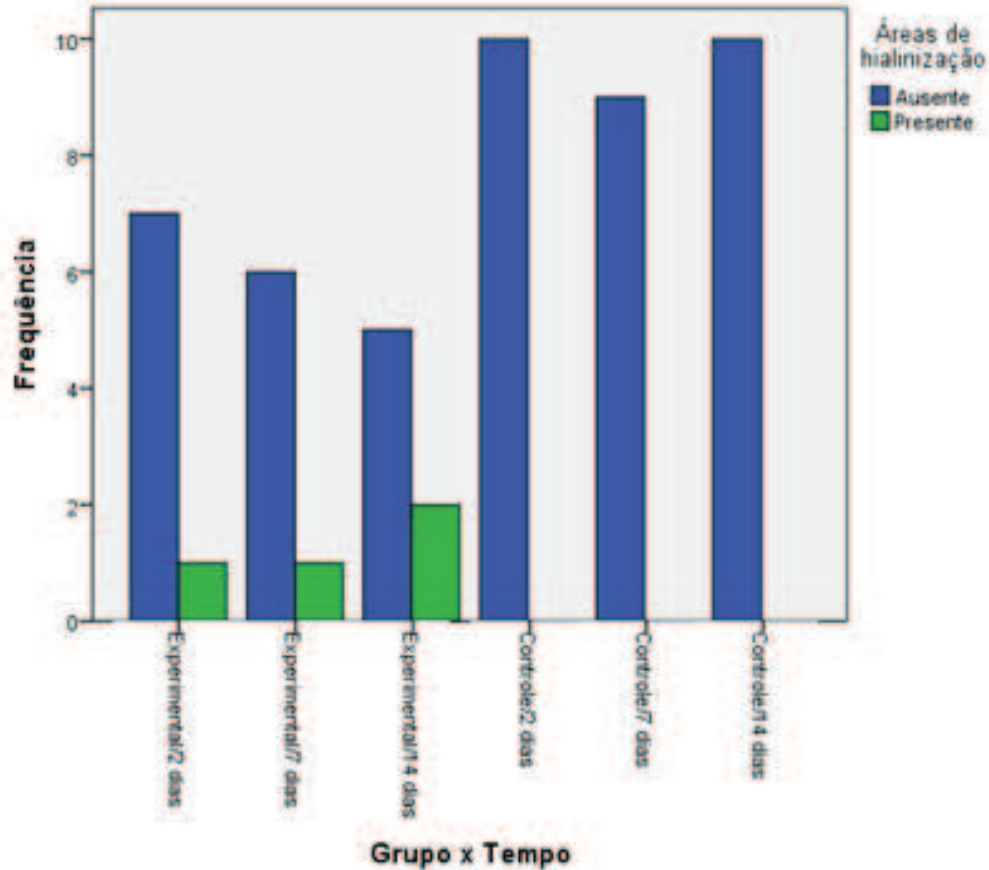


Gráfico 1- Frequência da presença e ausência de áreas de hialinização comparando os grupos controle e experimental

A tabela abaixo mostra os percentuais de áreas de hialinização e a diferença estatística comparando grupo x tempo:

Tabela I- Porcentagem de áreas de hialinização comparando grupo x tempo

Tempo	Grupo Controle %	Grupo Experimental %	P
2 dias	0	12,50	0,269
7 dias	0	14,50	0,2575
14 dias	0	28,60	0,0919

No grupo controle não foram observadas áreas de hialinização em nenhum dos tempos. Para os grupos experimental E2, E7, e E14, 12,5%, 14,3% e 28,6% dos animais apresentaram áreas de hialinização no ligamento periodontal respectivamente. Não houve diferença estatística ($p > 0,05$) para grupo x tempo. Houve diferença estatística comparando grupos controle e experimental ($p = 0,0168$) indicando maior formação de áreas de hialinização no grupo experimental em todos os tempos. As áreas de hialinização são expressas no ligamento periodontal como mostra a figura 3.

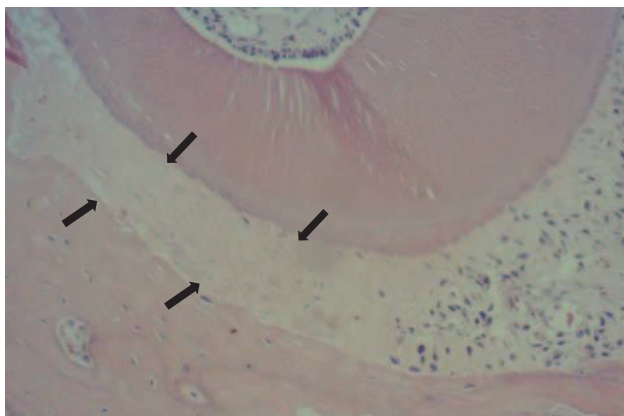


Figura 3- Lamina de coloração H. E. do grupo E7 mostrando área de hialinização no ligamento periodontal

Reabsorção Radicular

Os resultados observados para reabsorção radicular estão apresentados na tabela II.

Foi verificada maior taxa de reabsorção radicular média no grupo controle, no entanto não houve diferença estatística em nenhum tempo

comparando grupo controle e experimental ($p > 0,05$). Foi observada maior taxa de reabsorção radicular para os grupos E14 e C14.

As áreas de reabsorção radicular foram verificadas nas lâminas histológicas como mostra a figura 4.

Tabela II - Porcentagem de áreas de reabsorção radicular comparando grupo x tempo

Tempo	Grupo Controle %	Grupo Experimental %	"p"
2dias	40	0	0,0595
7dia	55,60	42,90	0,6221
14dias	70	71,4	0,9511



Figura 4- Lâmina H. E. do grupo E14, mostrando áreas de reabsorção radicular.

Análise Clínica da Movimentação Ortodôntica

Com relação a taxa de movimentação dentária o grupo experimental teve maior variação e maior média na movimentação ortodôntica no entanto não houve diferença na movimentação entre os grupos ($p > 0,05$) como mostra o gráfico 2.

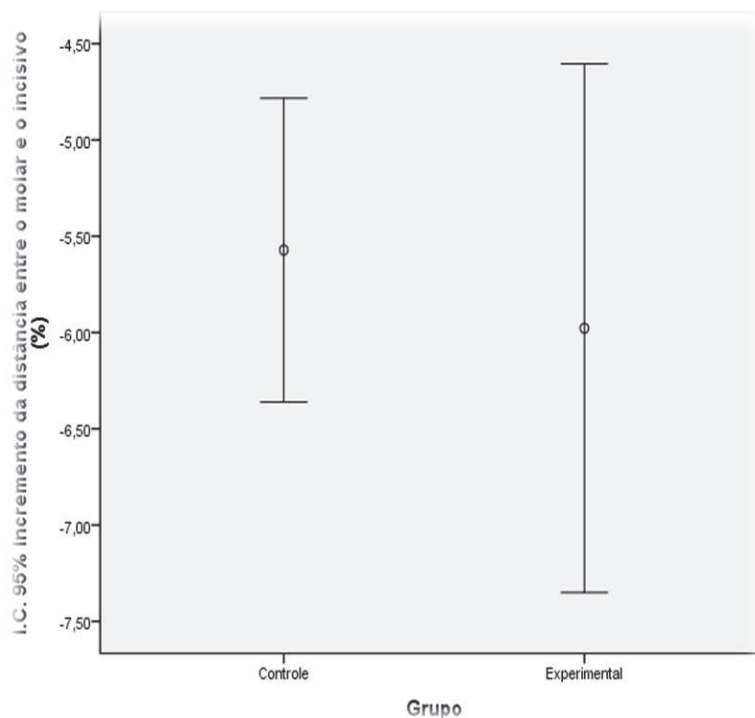


Gráfico 2 – Comparando a Taxa de movimentação dentária entre os grupos experimental e controle.

A tabela III abaixo mostra as médias do incremento de movimentação dentária e o desvio padrão comparando grupo e tempo.

Tabela III. Incremento de movimentação dentária
Desvio padrão

Grupo	N	Média	Desvio padrão
C2	10	-36.000	120.289
C7	9	-62.756	216.707
C14	10	-69.100	.97804
E2	8	-45.588	250.702
E7	7	-54.500	366.154
E14	7	-81.271	210.174
Total	51	-57.469	254.498

Analizando a tabela III é possível verificar que a movimentação ortodôntica no experimento teve uma progressão. As maiores movimentações ocorreram nos grupos C14 e E14. Quanto maior foi o tempo de ação do dispositivo ortodôntico maior a movimentação dentária.

Na tabela IV a análise de Variância de Anova indicando não existir diferença entre grupo ($p > 0,05$) existindo diferença entre tempo. A comparação dos grupos controle e experimental não evidenciou diferença dentro de cada tempo 2, 7 e 14 dias os grupos controle e experimental não diferenciaram entre si. Quando se compara a evolução no tempo do grupo controle a diferença foi estatisticamente significativa ($p < 0,05$) quando se compara o tempo 2 dias com o tempo 14 dias. O mesmo não ficou evidenciado com o grupo experimental, não evidenciando a diferença ao longo do tempo.

Tabela IV Variável Dependente: Incremento da distância entre o molar e o incisivo (%) comparando grupo x tempo

(I) Grupo x Tempo		Mean Difference	Std. Error	Valor p
Controle/2 dias	Controle/7 dias	2,67556	,81639	0,00987
	Controle/14 dias	3,31000*	,49025	0,00004
	Experimental/2 dias	,95875	,96454	0,90936
	Experimental/7 dias	1,85000	1,43526	0,78311
	Experimental/14 dias	4,52714*	,88076	0,00608
Controle/7 dias	Controle/2 dias	-2,67556	,81639	0,00987
	Controle/14 dias	,63444	,78578	0,96010
	Experimental/2 dias	-1,71681	1,14343	0,66899
	Experimental/7 dias	-,82556	1,56111	0,99343
	Experimental/14 dias	1,85159	1,07370	0,54007
Controle/14 dias	Controle/2 dias	-3,31000*	,49025	0,00004
	Controle/7 dias	-,63444	,78578	0,96010
	Experimental/2 dias	-2,35125	,93877	0,22058
	Experimental/7 dias	-1,46000	1,41807	0,89325
	Experimental/14 dias	1,21714	,85247	0,71270
Experimental/2 dias	Controle/2 dias	-,95875	,96454	0,90936
	Controle/7 dias	1,71681	1,14343	0,66899
	Controle/14 dias	2,35125	,93877	0,22058
	Experimental/7 dias	,89125	1,64345	0,99284
	Experimental/14 dias	3,56839	1,19024	0,08635
Experimental/7 dias	Controle/2 dias	-1,85000	1,43526	0,78311
	Controle/7 dias	,82556	1,56111	0,99343
	Controle/14 dias	1,46000	1,41807	0,89325
	Experimental/2 dias	-,89125	1,64345	0,99284
	Experimental/14 dias	2,67714	1,59572	0,57369
Experimental/14 dias	Controle/2 dias	-4,52714*	,88076	0,00608
	Controle/7 dias	-1,85159	1,07370	0,54007
	Controle/14 dias	-1,21714	,85247	0,71270
	Experimental/2 dias	-3,56839	1,19024	0,08635
	Experimental/7 dias	-2,67714	1,59572	0,57369

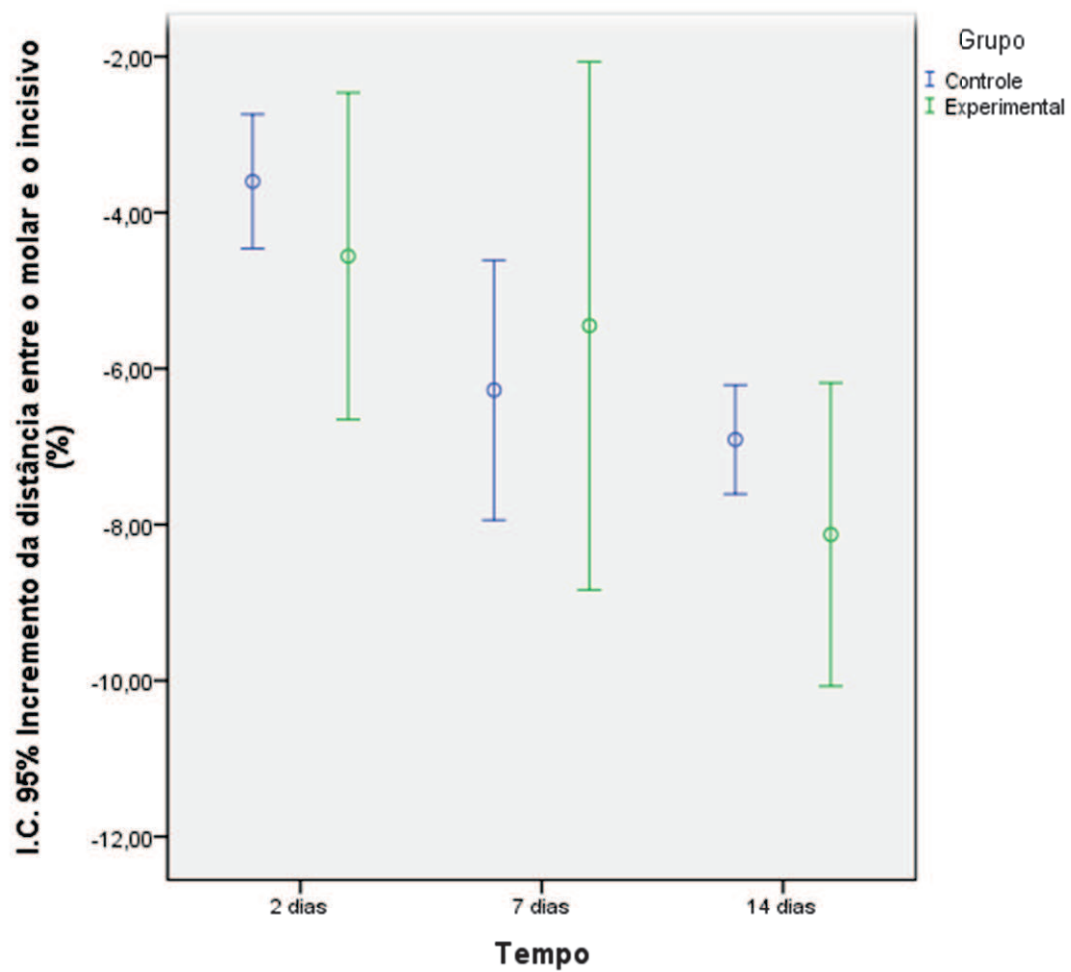


Gráfico 3– Incremento da distância entre o molar e incisivo comparando os grupos em relação ao tempo.

O grupo experimental apresentou maior variação na movimentação dentária em relação ao tempo se comparado ao grupo controle. O grupo que apresentou a maior variação do incremento da distância entre molar e incisivo foi o E7 e o grupo que apresentou menor variação do incremento da distância foi o grupo C14.

DISCUSSÃO

A magnitude de força da mola foi de 30 cN aferida no momento da instalação que segundo a literatura¹³ é considerada uma força leve, ideal para a otimização do movimento e preservar as estruturas periodontais já que o experimento duraria no máximo de 14 dias. Estudos mostram que a mola é eficiente por até 12 semanas de utilização, mantendo uma progressão da movimentação dentária, assim como foi verificado neste experimento que utilizou molas de Niquel-titânio com uma força de 30 cN.¹³ No experimento foram instalados dispositivos ortodônticos em 60 animais e os que apresentaram algum tipo de avaria foram descartados da pesquisa permanecendo um total de 51 animais.

No experimento aqui apresentado a porcentagem de áreas de hialinização foi de 12,5% para o grupo E2, de 14,3% para o E7 e de 28,6% para o grupo E14. No entanto o estudo não quantificou estas áreas para verificar se o volume diminuiu ao passar do tempo. No grupo controle não foram observadas áreas de hialinização. Nos estudos de Ren e Chio maiores quantidades de áreas de hialinização ocorrem entre o segundo e o sétimo dia de movimentação ortodôntica e o número de áreas de hialinização vão diminuindo com o passar dos dias.^{13,14} Para Silveira e colaboradores o predomínio de áreas de hialinização corresponde ao terceiro dia de movimentação dentária.^{10,11} O grupo E14 foi o que apresentou maior índice de áreas de hialinização contradizendo a literatura.^{13,14,18} A divergência de nossos resultados com o de outros estudos^{13,14,18} pode estar relacionada a atividade física, no entanto na literatura inexistente o relato da correlação do exercício físico com a promoção do aumento destas áreas, o que sugere a realização de pesquisas para novas hipóteses e respostas a estes questionamentos.

Nos cortes histológicos onde não foram encontradas áreas de hialinização ficaram evidentes áreas de compressão no ligamento periodontal, diminuição do número de células nesta região e nova formação celular nas regiões ósseas adjacentes, mas só foram consideradas como áreas de hialinização regiões nas quais verificou-se ausência de células vivas, como

mostra a figura 3, portanto só foram consideradas áreas de hialinização extensas.¹⁹

Segundo a literatura as áreas de reabsorção radicular não são muito evidentes desde o dia 0 até o dia 3 do experimento,^{20,21} sua presença é maior do dia 7 ao dia 14 com maior presença na face mesial e no terço apical da raiz mesial do 1º molar superior.^{19,20} A reabsorção radicular é uma importante resposta inflamatória gerada pelas forças do tratamento ortodôntico^{18,19} e apesar das diferenças não se apresentarem significantes os valores absolutos encontrados sugerem uma menor resposta de reabsorção dos animais treinados. Estes pequenos indícios talvez requeiram uma melhor investigação, visto que a atividade física promove uma melhora da resposta inflamatória e consequentemente pode alterar a reabsorção. Evidência relevante poderia ser encontrada com tempo maior de movimentação. A intensidade do exercício físico assim como a frequência também são fatores que devem ser considerados.^{7,8} No presente estudo 50 minutos de natação todos os dias não influenciaram a reabsorção radicular em 14 dias, portanto outros protocolos de atividade física podem ser utilizados para verificar se há variação de reabsorção radicular ao longo do tempo.

A média de movimentação ortodôntica foi coerente com os estudos encontrados,^{13,17,18,19} pois mantendo-se o dispositivo ortodôntico ativo, foi possível verificar o aumento na movimentação ortodôntica comparando o período em que os animais utilizaram a mola. A distância média entre o incisivo e o molar foi diminuindo se comparado os períodos de tempo de 2 dias, 7 dias e 14 dias.

O grupo E3 apresentou maior média de movimentação dentária sendo 16,5% maior que a média do grupo C3 e 55,2% maior que a média do grupo C1. Estes dados podem ser clinicamente relevantes visto que o tempo de movimentação dentária em seres praticantes de atividade física regular pode diminuir, utilizando um protocolo de exercício semelhante para maior tempo de experimento. O grupo experimental também apresentou maior variação da movimentação dentária em todos os tempos, pois os ratos que obtiveram as maiores movimentações dentárias estavam nos grupos E2, E7 e E14.

Varios autores mencionam as alterações causadas pelo exercício físico em processos inflamatórios cicatriciais, regeneradores e em alterações da densidade mineral óssea.^{5,6,8,22} Todos estes processos podem influenciar positivamente a movimentação ortodôntica. No entanto a sobrecarga de exercícios físicos pode contribuir negativamente na recuperação do tecido inflamado fazendo com que retarde o processo.⁸ No presente estudo não ficaram evidentes alterações na movimentação dentária e reabsorção radicular, apesar de algumas tendências terem sido observadas. Para alguns autores a realização exercícios aumenta a densidade óssea^{5,6} oque dificultaria a movimentação ortodôntica, por outro lado a pratica de exercícios físicos regularmente acelera processos cicatriciais e de regeneração^{7,8} oque favoreceria uma movimentação ortodôntica mais rápida.

Mais estudos precisam ser realizados comparando atividade física com as alterações nos processos fisiológicos da movimentação ortodôntica, visto que não foram encontradas na literatura pesquisas relacionando atividade física e movimentação ortodôntica. A mudança do metabolismo e dos processos fisiológicos do organismo que ocorre em praticantes de atividade física ainda são processos pouco compreendidos e variáveis como intensidade e periodicidade de exercícios físicos podem influenciar positivamente ou negativamente em distintos processos inflamatórios do organismo.

CONCLUSÕES

Foram encontradas formação de áreas de hialinização extensas somente no grupo de ratos praticantes de atividade física.

Para este protocolo de atividade física utilizada neste experimento não houve influência na reabsorção radicular.

A realização de movimentação ortodôntica em ratos com a utilização de um protocolo de exercício específico não influenciou na movimentação dentária ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

1. De Cardi JP, Neto RC, Linden MSS, Multidisciplinaridade na Saúde Bucal Ed, RGO 2012; 30-36.
2. Fracalossi AC, Santamaria Jr M, Consolaro MFMO; Consolaro A. Experimental tooth movement in murines: study period and direction of microscopic sections. Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial 2009;14(1): 143-157.
3. Terra R, Silva SAG, Pinto VS, Dutra PML. Effect of exercise on immune system: response, adaptation and cell signaling. Rev. Bras. Med. Esporte 2012; 18(3): 208-214.
4. Hind K, Gannon L, Whatley E, Cooke C. John Truscott Bone cross-sectional geometry in male runners, gymnasts, swimmers and non-athletic controls: a hip-structural analysis study. Eur J Appl Physiol 2012; 112:535–541.
5. Costa AL, Aparecida CP, Gonçalves ID. Efeitos do exercício físico sobre o edema inflamatório agudo em ratos Wistar. Ver. Bras. Med. Esporte 2008; 14(1):33-37.
6. Cadore LE, Brentano MA, Kruel LFM. Efeito da atividade física na densidade mineral óssea e na remodelação do tecido ósseo. Revista Brasileira de Medicina Esportiva 2005;11: 373-379.
7. Lana AC, Paulino CA, Donizeti IG. Influencia dos exercicios fisicos de baixa e alta intensidade sobre o limiar de hipernocicepcao e outros parametros em ratos. Rev Bras Med Esporte 2006; 12: 248-254.
8. Gonçalves AL. Respostas inflamatórias em ratos Wistar submetidas à atividades físicas. Rev. Brasileira Atividade e Física Saúde, Rio Claro. 1999;4(1):39-46.
9. Hamaya M, Mizoguchi I. Cell death of osteocytes occurs in rat alveolar bone during experimental tooth movement. Calcif Tissue Int. 2002; 70(2):117-126.
10. Consolaro A, Cardoso LB, Kinoshita AMO, Francischone LA, Santamaria Jr M, Fracalossi ACC, Maldonado VB. Reabsorção óssea à distância na movimentação ortodôntica: quando se inicia e o como ocorre a reorganização periodontal. Dental Press J Orthod. 2011;16(3):25-31.
11. Silveira DF, Franco D, Nascimento F, Salomão I, Araújo TM. Alterações Periodontais Durante a Movimentação Dentária Induzida em Ratos. Revista Odonto Ciência Fac. Odonto/PUCRS 2006; 21: 332-337.
12. Talic NF, Evans CA. Proliferation of ephitelial rests of Malassez during experimental tooth movement. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2003; 123(5):527-533.
13. Ren Y, Maltha JC, Jagtman AMK. The rats as a model for orthodontic tooth movement- A critical review and proposed solution. European journal of orthodontics 2004; 26: 483-490.
14. Choi J, Baek SH, Lee JI, Chang YI. Effects of clodronate on early alveolar bone remodeling and root resorption related to orthodontic forces: a histomorphometric analysis. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010;138:548 e541-548; discussion 548-549.
15. Baker DEJ, Lindsey JR, Weisbroth SH. The Laboratory Rat. *Academic Press*. 1979:169-172.
16. Yamauchi C, Fujita S, Obara T, Ueda T. Effects of room temperature on reproduction, body and organ weights, food and water intake, and hematology in rats. *Lab Anim Sci*. 1981;31(3):251-258.

17. Yoshida T, Yamaguchi M, Utsunomiya T, Kato M, Arai Y, Kaneda T, Yamamoto H, Kasai K. Low-energy laser irradiation accelerates the velocity of tooth movement via stimulation of the alveolar bone remodeling. *Orthod Craniofac Res*. 2009;12(4):289-98.
18. Marquezan M, Bolognese A M, Araujo M T S. Effects of Two Low-Intensity Laser Therapy Protocols on Experimental Tooth Movement. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2010; 28 (6): 757-62.
19. Consolaro A. Tensão nas áreas de compressão do ligamento periodontal durante o movimento ortodôntico. E os binômios? *Dental Press J Orthod*. 2007;6(3):107-111.
20. S Fujita, M Yamaguchi, T Utsunomiya, H Yamamoto, K Kasai. Low-energy laser stimulates tooth movement velocity via expression of RANK and RANKL. *Orthod Craniofac Res* 2008;11:143–155.
21. Rua N, Liub SSY, Zhuangc L, Lid S; Baid Y. In vivo microcomputed tomography evaluation of rat alveolar bone and root resorption during orthodontic tooth movement. *Angle Orthodontist* 2013; 83 (3): 402-409.
22. Gleeson M. Immune function in sports and exercise. *J Appl Physiol*. In press; doi:10.1152/jappphysiol.00008.2007.

EFFECTS OF REGULAR PHYSICAL EXERCISE IN ORTHODONTIC MOVEMENT IN RATS

José Guilherme Camargo Teixeira da Cunha, DDS

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brazil.

School of Health and Biosciences

Graduate Program in Dentistry – Orthodontics

Email: jgui00@yahoo.com.br

Odilon Guariza Filho, DDS, MS, PhD

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brazil.

School of Health and Biosciences

Graduate Program in Dentistry – Orthodontics

Email: odilongfilho@gmail.com

Corresponding author

Odilon Guariza Filho, DDS, MS, PhD

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brazil.

School of Health and Biosciences

Professor, Graduate Dentistry Program, Orthodontics

Rua Imaculada Conceição, 1155, Bairro Prado Velho, 80215-901 – Curitiba, PR

Email: odilongfilho@gmail.com

ABSTRACT

Introduction: Science has proven that regular physical exercise changes the body's metabolism and inflammatory processes. This study aimed to evaluate the effects of regular exercise on orthodontic tooth movement in rats. **Methods:** 51 adult male rats of the Wistar strain were divided into 2 groups: The control group consisted of sedentary rats (C) and the experimental group was composed of rats practicing regular physical activity (E). The experimental group underwent a training process that at the end of 21 days reached 50 minutes of daily swimming. On each rat from the experiment was installed an orthodontic appliance comprised of a spring coil of closed section of Niti (30 cN), linking the uppers incisors to the superior first molar making traction for moving teeth. Histological evaluations were performed verifying the presence of root resorption areas, areas of hyalinization of the periodontal ligament and clinical assessment of orthodontic movement in 2, 7 and 14 days after installation of the device. The data were analyzed statistically. **Results:** There were no areas of hyalinization in group C at any time. Were found on hyalinization areas: E2 = 12.5%, E7 and E14 = 14.5% = 28.6. Areas of root resorption were for E2 = 0%, 42.9% = E7, E14 = 71.4% = 40% C2, C7 and C14 = 55.6% = 70% showed no difference between the control and time ($p > 0.05$). On tooth movement found similar rates between the control and experimental groups ($p > 0.05$), significant difference over time ($p < 0.05$). **Conclusion:** It was found formation of extensive areas of hyalinization only in the group of rats physically active. For this protocol of physical activity used in this experiment there was no influence on root resorption. The performance of orthodontic movement in mice using a protocol of specific exercise did not influence on tooth movement over time.

KEYWORDS

Practice Regular Fisical Exercises, Tooth Movimente, Orthodontics, Histologic Evaluation, Hematoxylin and Eosin, Wistar Rats.

INTRODUCTION

The particularities presented by practitioners of physical activity promote the development of a new area of dentistry called Sports Dentistry. Acute and chronic inflammatory processes may be present in the oral cavity of individuals practicing regular physical activity, such as athletes in high performance.¹ Some of these inflammatory processes may be generated in a controlled manner as in orthodontic treatments.^{2,3} The immunological variation brings new alternatives to dental treatment. Accelerating an inflammatory process can shorten the orthodontic movement speed by increasing bone resorption and bone apposition.^{1,4}

In the literature studies compare physical activity at different levels of intensity and its influence on inflammatory processes such as tissue regeneration and healing.^{5,6} The type, intensity, frequency and duration of exercise, and other factors may change the amount of acute inflammatory edema, mainly due to changes in the neuroendocrine system, however in a way dependent on the physical exercise protocol performed.⁷ Studies using laboratory rats trained through daily swimming sessions with 5% loads have shown a reduction of circulating eosinophils and monocytes at the site of inflammation, suggesting attenuation.⁸ Regular physical activity practiced simultaneously with an inflammatory response attenuates inflammation interfering with tissue recovery.⁸

Orthodontic movement is a biological process, which is characterized by sequential reactions of the periodontal tissue in response to tooth movement, which through biomechanical forces cause tissue changes in the periodontal region. These changes are correlated to the remodeling, resorpting alveolar bone on the side of compression and forming bone on the side of tension.^{9,10,11} The side of compression of the periodontal ligament shows a series of biological events such reduction of the periodontal space, as blood flow disturbance, necrosis, cell death, phagocytosis of cell debris, bone resorption and tissue hyalinization which is the loss of cells induced by compression.^{9,12} On the side where there is tension, there is an increase in the periodontal space, signs of

mitosis and addition of cells, resulting in an osteoblastic activity followed by deposition of osteoid tissue and its mineralization parallel with the remodeling of collagen fibers. ^{13,14}

The practicing of physical exercise is an important factor in the formation, deposition and bone resorption, which may change both the density⁴ and the speed of healing⁷, altering the inflammatory processes. For the induced orthodontic tooth movement both bone mineral density and amount of time in tissue repair may be relevant in amount of orthodontic movement, root resorption, hyalinization areas in the periodontal ligament.

There were no studies in the literature comparing physical activity with changes in the Biologic reaction of orthodontic movement. Due to the considerations addressed on correlations of physical exercises with the inflammatory response, bone mineral density and reactions of regeneration and tissue healing reported in the literature, this work seeks to compare in sedentary and regular exercise practitioner rats the influence that exercise causes the orthodontic treatment making histological evaluation of the presence of root resorption areas of hyalinization and clinical evaluation of orthodontic movement tax.

MATERIALS AND METHODS

The experimental method and all experiments performed in this study followed the ethical, legal and biosecurity recommendations specified for animal experimentation and it was approved by the ethics committee of the Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR). (Project 659)

The sample consisted of 60 male Wistar rats (*Rattus norvegicus albinos*) aged approximately nine weeks, weighing between approximately 300g and 350g at the beginning of the experiment from the animal house of the Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). Male animals were used to eliminate any hormonal variability due to the female reproductive cycle.

Control group (C)

The control group (C) consisted of 29 animals that did not undergo regular physical activity. For the dental movement an orthodontic device was installed after 2, 7 and 14 days of tooth movement the rats were sacrificed and divided into subgroups C2, C7 and C14 respectively.

Experimental group (E)

The experimental group (E) consisted of 22 animals practicing regular physical activity after 2, 7 and 14 days of tooth movement, were sacrificed and divided into subgroups E2, E7 and E14 respectively.

The animals of the experimental group practiced swimming for 33 days, every 5 days of training, 2 days of rest. The first week the animals were adapted to the aquatic environment, beginning with training of 10 minutes, adding 10 minutes daily so that on the fifth day the animals were already swimming for 50 minutes. In the second week the animals swam 50 minutes with a weight attached to the chest with a load of 10g. In the third week, on the 16th day of the experiment was carried out the installation of a device to perform orthodontic tooth movement in animals, which continued training. The swimming sessions were initiated every day at 8:00 AM in an asbestos container (100cm x 70cm x 60cm) with water 40cm column to prevent the mice of supporting the tail on the

bottom of the container. The water was heated to $32 \pm 1^\circ \text{C}$. After the end of the swimming sessions, the rats were wiped dry and returned to their cages in a room with a temperature of 25°C .

Sample Storage

During the experimental period the animals remained in the vivarium of PUCPR and were kept in cages. Wood shavings were replaced daily to avoid the accumulation of toxic gases (ammonia and hydrogen sulfide) resulting from oxidative damage and bacterial excrement, thus providing favorable conditions of hygiene, comfort and welfare.¹⁵ The photoperiod control was of 12 hours of light and 12 hours of darkness to avoid changes in the metabolic cycle.¹⁶ Each animal received an identification to meet the study objectives.

Orthodontic movement

In each rat of the experiment was installed an orthodontic appliance consisting of a closed spiral spring section of Niti (Closed Coil spring G & H, 9mm, Franklin, Indiana), linking the uppers incisors to first superior molar on the same side of the arcade, making traction against each other. The rats were anesthetized by injection of thiopental, 2.5% (1g Thiopentax, Cristália, São Paulo, Brazil). The spring is fixed by bands of stainless steel (0.25 mm diameter) as recommended by Yoshida et al.¹⁷ with force of 30g / F. To avoid that the spring got loosened, acid etching was done (3.5% phosphoric acid, Villevie, Joenville, Brazil) in the incisors, adhesive system (Gluma, Adhesive, Heraeus, Hanau, Germany and Charisma composite resin Heraeus, Hanau, Germany) on the tooth, encompassing the stainless steel wire (Figure 1).

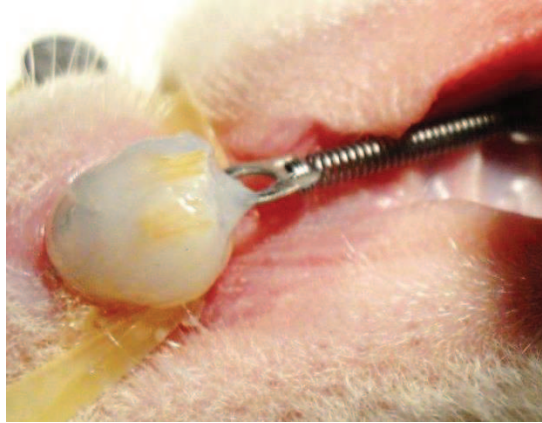


Figure 1 - Installation of the spring attaching the Upper 1st Molar to the Central Incisors

Measurement of Tooth Movement

The rate of tooth movement was measured using a digital caliper (Figure 2). The measurements were performed on the day of installation of the orthodontic device and after 2, 7 and 14 days according to the groups. To standardize measurements, the reference points for positioning the caliper were in the cervico-palatal of the maxillary incisors and cervico-mesial of the upper molar, on the teeth which the spring was installed.¹⁸



Figure 2 - Measurement of Orthodontic Movement with Digital Caliper

Euthanasia of Animals and Histologic Examination

After 2, 7 and 14 days the animals were euthanized by overdose of sodium pentobarbital 100 mg / kg.

The specimens for histological analysis were taken from the jaw region involving the first upper molar. The specimens were decalcified with the aid of an EDTA solution for 16 weeks. Once decalcified specimens were dehydrated through graded immersion in ethanol solutions and embedded in paraffin. Horizontal sections of 4 μ m thick were obtained from the samples, which were made six cuts per sample. These histological sections, in turn, were prepared with hematoxylin and eosin for quantitative analysis of hyalinized tissue and root resorption were observed in both compression and tension sides of the periodontal ligament of the mesial root of the maxillary right first molar.

Statistical Analysis

For variation of tooth movement in order to compare whether there was difference in mean values of the dependent variable and the second group time, we tested the data for normality by the Shapiro-Wilk test and homogeneity of variance by Levene's test. All groups showed normal distribution ($p > .05$). It was observed heterogeneity of variance between the treatments for the group and time once ($p < 0.05$). The comparison between groups, between time and group x time interaction was using a two-factor Anova full factorial design.

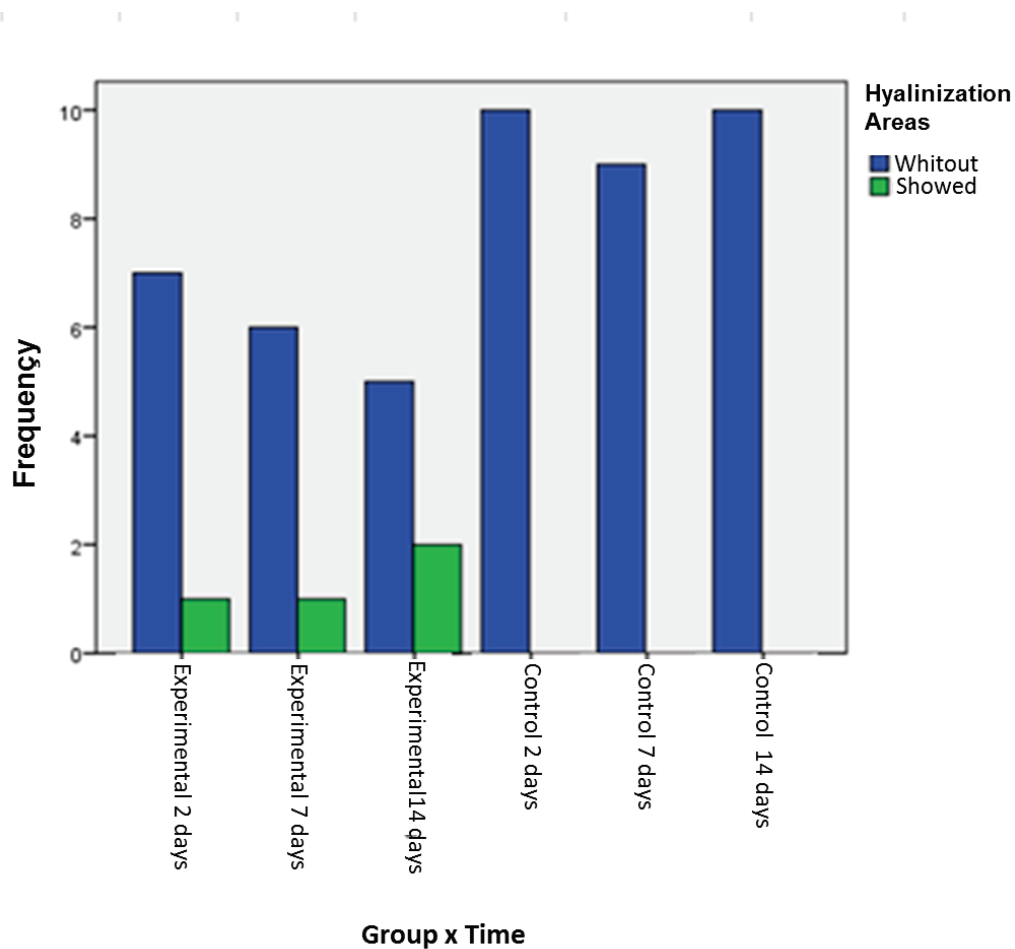
For statistical analysis, the presence of areas of hyalinization and root resorption, we used the chi-square test comparing the groups in relation to time. In all statistical tests performed the significant statistical difference was 5%.

RESULTS

Hyalinization areas

The results observed for hyalinization areas are presented in graph 1 and Table I.

In graph 1, in green is the number of rats that showed hyalinization area of the periodontal ligament, and blue is the number of rats without hyalinization areas in the periodontal ligament.



Graph 1 - Frequency of presence and absence of hyalinization areas comparing the control and experimental groups

The table below shows the percentage of areas of hyalinization and the statistical difference comparing group x time:

Table I- percentage of areas of hyalinization with group x time

Time	Group Control %	Group Experimental %	P
2 days	0	12,50	0,269
7 days	0	14,50	0,2575
14 days	0	28,60	0,0919

In the control group there were no areas of hyalinization in none of the times. For the experimental group E2, E7, and E14, 12.5%, 14.3% and 28.6% of the animals showed areas of periodontal ligament hyalinization respectively. There was no statistical difference ($p > 0,05$) for group x time. There was statistical difference comparing control and experimental groups ($p = 0,0168$) indicating increased formation of hyalinization areas for the experimental group for all times. The hyalinization areas are expressed in the periodontal ligament as shown in Figure 3.



Figure 3 - H. E. stained slide from group E7 showing hyalinization area of the periodontal ligament

Root Resorption

The results observed for root resorption are shown in Table II.

It was observed a higher rate of average root resorption in the control group, however there was no statistical difference in any time comparing control and experimental groups ($p > 0,05$). The highest rate of root resorption was seen for groups E14 and C14.

The areas of root resorption were seen in histological sections as shown in figure 4.

Table II – Percentage of root resorption comparing group x time

Time	Group Control %	Group Experimental %	"p"
2days	40	0	0,0595
7days	55,60	42,90	0,6221
14days	70	71,4	0,9511

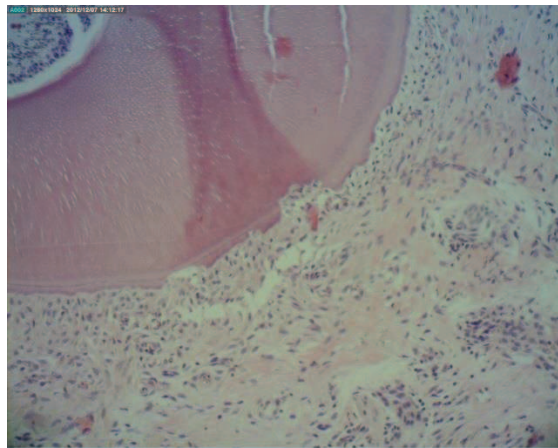
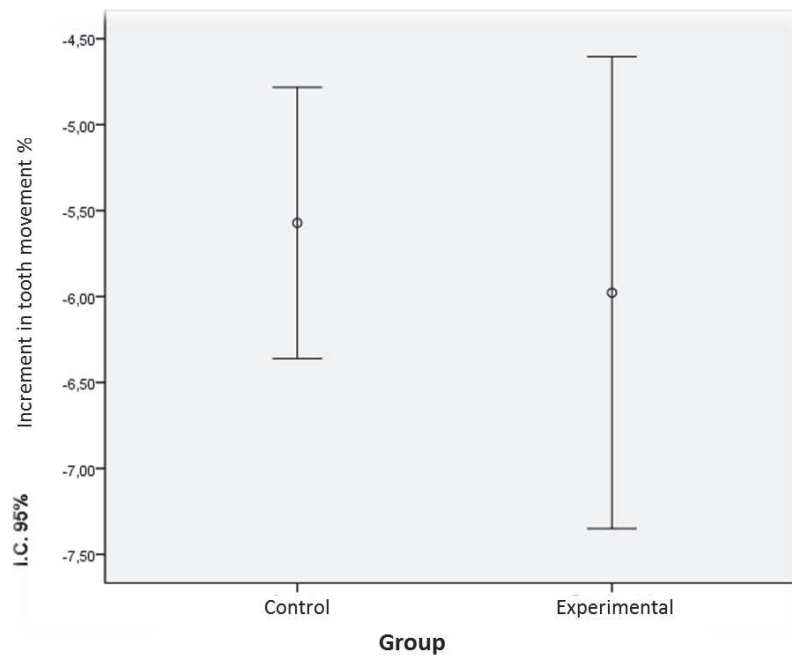


Figure 4 – H. E. slide of Group E14, showing areas of root resorption.

Clinical Analysis of Changes in Orthodontic Movement

Regarding the rate of tooth movement the experimental group had greater variation and higher average on orthodontic movement however there was no difference in the movement among the groups ($p > 0,05$) as shown in Graph 2.



Graph 2 - Comparing the Tax of tooth movement between the experimental and control groups.

The table III below shows the average increment of tooth movement and the standard deviation comparing group and time.

Table III. Tax of Tooth Movement
Standart Deviation

Group	N	Mean	Standart Deviation
C2	10	-36.000	120.289
C7	9	-62.756	216.707
C14	10	-69.100	.97804
E2	8	-45.588	250.702
E7	7	-54.500	366.154
E14	7	-81.271	210.174
Total	51	-57.469	254.498

Analyzing Table III it is possible to see that the orthodontic movement in the experiment had a progression. The largest movements occurred in groups C14 and E14. The longer the time of action of the Orthodontic device, greater is tooth movement.

Table IV shows the analysis of variance ANOVA indicating no difference between groups ($p > 0.05$) existing a difference between time. The comparison of the experimental and control groups showed no difference within each time 2, 7 and 14 days, the control and experimental groups did not differ among themselves. When comparing the time evolution of the control group, the difference was statistically significant ($p < 0,05$) when comparing time of 2 days with 14 days. The same was not observed with the experimental group, showing no difference over time.

Table IV : Increment of tooth movement (%) comparing group x time

(I) Group x Time		Mean Difference	Std. Error	p
Control/2 days	Control/7 days	2,67556	,81639	0,00987
	Control/14 days	3,31000	,49025	0,00004
	Experimental/2 days	,95875	,96454	0,90936
	Experimental/7 days	1,85000	1,43526	0,78311
	Experimental/14 days	4,52714	,88076	0,00608
Control/7 days	Control/2 days	-2,67556	,81639	0,00987
	Control/14 days	,63444	,78578	0,96010
	Experimental/2 days	-1,71681	1,14343	0,66899
	Experimental/7 days	-,82556	1,56111	0,99343
	Experimental/14days	1,85159	1,07370	0,54007
Control/14 days	Control/2 days	-3,31000	,49025	0,00004
	Control/7 days	-,63444	,78578	0,96010
	Experimental/2 days	-2,35125	,93877	0,22058
	Experimental/7 days	-1,46000	1,41807	0,89325
	Experimental/14 days	1,21714	,85247	0,71270
Experimental/2 days	Control/2 days	-,95875	,96454	0,90936
	Control/7 days	1,71681	1,14343	0,66899
	Control/14 days	2,35125	,93877	0,22058
	Experimental/7 days	,89125	1,64345	0,99284
	Experimental/14days	3,56839	1,19024	0,08635
Experimental/7 days	Control/2 days	-1,85000	1,43526	0,78311
	Control/7 days	,82556	1,56111	0,99343
	Control/14 days	1,46000	1,41807	0,89325
	Experimental/2 days	-,89125	1,64345	0,99284
	Experimental/14days	2,67714	1,59572	0,57369
Experimental/14 days	Control/2 days	-4,52714	,88076	0,00608
	Control/7 days	-1,85159	1,07370	0,54007
	Control/14 days	-1,21714	,85247	0,71270
	Experimental/2 days	-3,56839	1,19024	0,08635
	Experimental/7 days	-2,67714	1,59572	0,57369

Increment in tooth movement %

I.C. 95%

Graph 3 – Increment of the distance between the molar and incisor comparing the groups with time.

The experimental group showed greater variation in tooth movement in relation to the time compared to the control group. The group that showed the greatest variation of the increment of the distance between molar and incisor was E7 and the group with the smallest variation of increment of the distance was the group C14.

DISCUSSION

The magnitude of the coil spring's force was 30 cN measured at the time of installation, that according to the literature¹³ is considered a lightweight force, ideal for optimizing movement and preserving the periodontal structures since the experiment would last a maximum of 14 days. The spring proved to be effective for up to 12 weeks of use, maintaining a progression of tooth movement, decreasing, as was seen in this experiment that used nickel-titanium springs with a force of 30 cN.¹³ In the experiment, orthodontic devices were installed in 60 animals and those who had some sort of failure were excluded from the study leaving a total of 51 animals.

In the experiment presented here, the percentage of hyaline areas was 12.5% for the E2 group, 14.3% for the E7 and 28.6% for the E14 group. However, the study did not quantify these areas to check whether the volume has decreased over time^{13,14}. For the control group there were no areas of hyalinization. For Ren and Chio larger amounts of hyalinization areas occur between the second and fifth day of orthodontic tooth movement and the number of hyalinization areas would decrease over the days.^{13,14} For Silveira and colleagues predominance of hyalinization areas correspond to the third day of tooth movement.^{10,11} The E14 group showed the highest index of hyalinization areas, contradicting the literature.^{13,14,18} The difference of our results with other studies^{13,14,18} may be related to physical activity, however in the literature there are no reporting of the correlation of exercise with the induction of growth of these areas, which suggests a greater number of searches for new hypotheses and answers to these questions.

On the histological sections where hyalinization areas were not found there were evident compression areas of the periodontal ligament, decreased number of cells in this region and new cellular formation in regions on adjacent bone but regions with hyalinization areas were only considered where there was no living cells, as shown in figure 3 thus were not considered extensive hyalinization areas.¹⁹

Areas of root resorption are not very obvious from day 0 to day 3 of the experiment,^{20,21} Their presence is greater from day 7 to day 14 with a greater

presence on the mesial surface and on the apical third of the mesial root of the maxillary first Molar .^{19,20} Root resorption is an important inflammatory response generated by the forces of orthodontic treatment^{18,19} and despite the differences not looking remarkable, the absolute values that were found suggest a lower resorption response of trained animals, these little clues may require better research , as physical activity provides an improvement of the inflammatory response and consequently may alter the resorption, an applicable evidence can be found with longer movement time. The intensity of physical exercise as well as frequency are also factors that must be considered,^{7,8} The present study 50 minutes of swimming every day had no effect on root resorption in 14 days, so other protocols of physical activity can be used to check if there is variation resorption over time.

The average orthodontic movement was consistent with the studies found,^{13,17,18,19} where maintaining an active orthodontic device it was possible to note an increase in orthodontic movement comparing the period in which the animals used the spring. The average distance between the incisor and molar was decreased compared time periods of 2 days, 7 days and 14 days.

The E3 group showed the highest average of tooth movement being 16.5% higher than the average of group C3 and 55.2% higher than the average of group C1. These data may be clinically significant since the time of tooth movement on regular physical activity practitioners can decrease, using a similar protocol of exercise for a longer period of time of experiment. The experimental group also showed greater variation in tooth movement at all times, having the mice that got the largest dental movements in groups E2, E7 and E14.

Several authors mention changes caused by exercise in scarring and regenerating inflammatory process, and changes in mineral bone density.^{5,6,8,22} All these processes can positively influence on orthodontic movement. In intent, overload of physical exercise can contribute negatively on the recovery of inflamed tissue causing slowing of the inflammatory process.⁸ The present study, no change were evident in the tooth movement and root resorption despite some trends was showed. For some authors conducting exercises

increases the density óssea.^{5,6} What would interfere with orthodontic movement, on the other hand the practice of regular exercise accelerates healing processes and regeneration^{7,8} and would favor a more rapid orthodontic movement.

More studies need to be conducted to compare physical activity with changes in the physiological processes of orthodontic movement, as it was not found in the literature research linking physical activity and orthodontic movement. The change of the metabolism and the body's physiological processes that occur in physically active practitioners are still poorly understood and variables such as intensity and periodicity of physical exercise can influence positively or negatively in different inflammatory processes in the body.

CONCLUSIONS

It was found formation of extensive areas of hyalinization only in the group of rats physically active.

For this protocol of physical activity used in this experiment there was no influence on root resorption.

The performance of orthodontic movement in mice using a protocol of specific exercise did not influence on tooth movement over time, but there was a positive trend.

REFERENCES

1. De Cardi JP, Neto RC, Linden MSS, Multidisciplinaridade na Saúde Bucal Ed, RGO 2012; 30-36.
2. Fracalossi AC, Santamaria Jr M, Consolaro MFMO; Consolaro A. Experimental tooth movement in murines: study period and direction of microscopic sections. Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial 2009;14(1): 143-157.
3. Terra R, Silva SAG, Pinto VS, Dutra PML. Effect of exercise on immune system: response, adaptation and cell signaling. Rev. Bras. Med. Esporte 2012; 18(3): 208-214.
4. Hind K, Gannon L, Whatley E, Cooke C. John Truscott Bone cross-sectional geometry in male runners, gymnasts, swimmers and non-athletic controls: a hip-structural analysis study. Eur J Appl Physiol 2012; 112:535–541.
5. Costa AL, Aparecida CP, Gonçalves ID. Efeitos do exercício físico sobre o edema inflamatório agudo em ratos Wistar. Ver. Bras. Med. Esporte 2008; 14(1):33-37.
6. Cadore LE, Brentano MA, Kruel LFM. Efeito da atividade física na densidade mineral óssea e na remodelação do tecido ósseo. Revista Brasileira de Medicina Esportiva 2005;11: 373-379.
7. Lana AC, Paulino CA, Donizeti IG. Influencia dos exercicios fisicos de baixa e alta intensidade sobre o limiar de hipernocicepcao e outros parametros em ratos. Rev Bras Med Esporte 2006; 12: 248-254.
8. Gonçalves AL. Respostas inflamatórias em ratos Wistar submetidas à atividades físicas. Rev. Brasileira Atividade e Física Saúde, Rio Claro. 1999;4(1):39-46.
9. Hamaya M, Mizoguchi I. Cell death of osteocytes occurs in rat alveolar bone during experimental tooth movement. Calcif Tissue Int. 2002; 70(2):117-126.
10. Consolaro A, Cardoso LB, Kinoshita AMO, Francischone LA, Santamaria Jr M, Fracalossi ACC, Maldonado VB. Reabsorção óssea à distância na movimentação ortodôntica: quando se inicia e o como ocorre a reorganização periodontal. Dental Press J Orthod. 2011;16(3):25-31.
11. Silveira DF, Franco D, Nascimento F, Salomão I, Araújo TM. Alterações Periodontais Durante a Movimentação Dentária Induzida em Ratos. Revista Odonto Ciência Fac. Odonto/PUCRS 2006; 21: 332-337.
12. Talic NF, Evans CA. Proliferation of ephitelial rests of Malassez during experimental tooth movement. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2003; 123(5):527-533.
13. Ren Y, Maltha JC, Jagtman AMK. The rats as a model for orthodontic tooth movement- A critical review and proposed solution. European journal of orthodontics 2004; 26: 483-490.
14. Choi J, Baek SH, Lee JI, Chang YI. Effects of clodronate on early alveolar bone remodeling and root resorption related to orthodontic forces: a histomorphometric analysis. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010;138:548 e541-548; discussion 548-549.
15. Baker DEJ, Lindsey JR, Weisbroth SH. The Laboratory Rat. *Academic Press*. 1979:169-172.
16. Yamauchi C, Fujita S, Obara T, Ueda T. Effects of room temperature on

reproduction, body and organ weights, food and water intake, and hematology in rats. *Lab Anim Sci.* 1981;31(3):251-258.

17. Yoshida T, Yamaguchi M, Utsunomiya T, Kato M, Arai Y, Kaneda T, Yamamoto H, Kasai K. Low-energy laser irradiation accelerates the velocity of tooth movement via stimulation of the alveolar bone remodeling. *Orthod Craniofac Res.* 2009;12(4):289-98.

18. Marquezan M, Bolognese A M, Araujo M T S. Effects of Two Low-Intensity Laser Therapy Protocols on Experimental Tooth Movement. *Photomedicine and Laser Surgery.* 2010; 28 (6): 757-62.

19. Consolaro A. Tensão nas áreas de compressão do ligamento periodontal durante o movimento ortodôntico. E os binômios? *Dental Press J Orthod.* 2007;6(3):107-111.

20. S Fujita, M Yamaguchi, T Utsunomiya, H Yamamoto, K Kasai. Low-energy laser stimulates tooth movement velocity via expression of RANK and RANKL. *Orthod Craniofac Res* 2008;11:143–155.

21. Rua N, Liub SSY, Zhuangc L, Lid S; Baid Y. In vivo microcomputed tomography evaluation of rat alveolar bone and root resorption during orthodontic tooth movement. *Angle Orthodontist* 2013; 83 (3): 402-409.

22. Gleeson M. Immune function in sports and exercise. *J Appl Physiol.* In press; doi:10.1152/jappphysiol.00008.2007.

ANEXOS

ANEXO I - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA PUCPR



Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Núcleo de Bioética
Comitê de Ética no Uso de Animais

Curitiba, 17 de novembro de 2011.

PARECER DE PROTOCOLO DE PESQUISA

REGISTRO DO PROJETO: 659 – 2ª versão

TÍTULO DO PROJETO: Efeitos de exercício físico regular sobre a movimentação ortodôntica em ratos

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: José Guilherme Camargo Teixeira da Cunha

EQUIPE DE PESQUISA:

José Guilherme Camargo Teixeira da Cunha, Odilon Guariza Filho

INSTITUIÇÃO:

Pontifícia Universidade Católica do Paraná

CENTRO / CURSO:

CCBS / Odontologia

ESPÉCIE DE ANIMAL	SEXO	IDADE / PESO	CATEGORIA	QUANTIDADE
Ratos Wistar	Macho	9 semanas – 350g	C	60

O colegiado do CEUA em reunião no dia 17/11/2011, avaliou o projeto e emite o seguinte parecer: **APROVADO**.

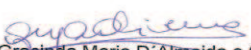
Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEUA-PUCPR de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificado e as suas justificativas.

Se a pesquisa, ou parte dela for realizada em outras instituições, cabe ao pesquisador não iniciá-la antes de receber a autorização formal para a sua realização. O documento que autoriza o início da pesquisa deve ser carimbado e assinado pelo responsável da instituição e deve ser mantido em poder do pesquisador responsável, podendo ser requerido por este CEUA em qualquer tempo.



Lembramos ao pesquisador que é obrigatório encaminhar o relatório anual parcial e relatório final da pesquisa a este CEUA.

Atenciosamente,


Profª Gracinda Maria D'Almeida e Oliveira
Coordenadora Adjunta
Comitê de Ética no Uso de Animais



ANEXO II – NORMAS PARA PUBLICAÇÃO – AMERICAN JOURNAL OF SPORTS AND MEDICINE

Manuscript Submission Guidelines

The *American Journal of Sports Medicine* is the official publication of the American Orthopaedic Society for Sports Medicine and welcomes submission of original research articles and case reports related to orthopaedic sports medicine. Manuscripts must not be under simultaneous consideration by any other publication, before or during the peer-review process. Papers presented at AOSSM meetings must be submitted to the Journal for first rights of refusal. Authors are responsible for submitting papers of presentations directly to the Journal. Accepted manuscripts become the permanent property of the AOSSM and may not be published elsewhere without written permission from the copyright holder.

Manuscripts should cite any other work by one or more of the co-authors that is relevant to the subject matter of the current submission or that used any of the same subjects, animals, or specimens being reported in the current submission. This includes manuscripts that are currently under preparation, are being considered by journals, are accepted for publication, or already published. In any of these cases, the relationship to the current submission should be made clear. Articles intended for the "Current Concepts" section of the Journal are solicited by the

Associate/Current Concepts Editor, Timothy E. Foster, MD (currentconceptsajsm@msn.com). Please do NOT submit articles for this section; a query letter may be written to Dr. Foster regarding possible material

or suggestions for this section.

Submissions

Authors should register on our online submission site at <http://ajsm-submit.highwire.org/> to submit manuscripts.

When manuscripts have been received by the editorial office, the corresponding author will be sent an acknowledgment giving an assigned manuscript number, which should be used with all subsequent correspondence for anything related to that particular manuscript.

The following items are required on submission:

1. Blinded manuscript including the abstract and figures legends. No identifying information should appear in the uploaded manuscript. Please remove author names, initials, and institutions.
2. Copyright transfer and Conflict of Interest statements. These forms are available for download from the author area of the website. All authors must sign both forms and return to AJSM by fax or uploaded online as a PDF.
3. What is known about the subject and what this study adds to the existing knowledge. These brief statements will be available to reviewers to place the study in context.

Cover letter, acknowledgments, and suggested reviewers are optional. If a paper has more than 5 authors, a cover letter detailing the contributions of all authors should be included in the appropriate box on the submission page. For multicenter studies, only those involved in writing the paper should be included in the author line (up to 12 authors). Others should be listed as a footnote or acknowledgment.

Manuscript Formats

Manuscript pages should be typed double-spaced with page numbers and lines numbered consecutively. Manuscripts should be 6000 words or fewer (including abstract and references). There are also limitations on figures, tables, and references; see guidelines below. The system handles most common word processing formats; however, Word and PDF are preferred.

Abstract

Abstracts should summarize the contents of the article in 300 words or less. Abstracts longer than 300 words will be edited and the corresponding author will be asked to approve the reduced abstract or to assist in shortening it to the required length. The abstract should be structured in the following format:

Background: In one or two sentences, summarize the scientific body of knowledge surrounding your study and how this led to your investigation.

Hypothesis/Purpose: State the theory(ies) that you are attempting to prove or disprove by your study or the purpose if no hypothesis exist.

Study Design: Identify the overall design of your study. See list below.

Methods: Succinctly summarize the overall methods you used in your investigation. Include the study population, type of intervention, method of data collection, and length of the study.

Results: Report the most important results of your study. Only include positive results that are statistically significant, or important negative results that are supported by adequate power. Report actual data, not just *P* values.

Conclusions: State the answer to your original question or hypothesis. Summarize the most important conclusions that can be directly drawn from your study.

Clinical Relevance: If yours was a laboratory study, describe its relevance to clinical sports medicine.

Key Terms: Provide at least 4 key words for indexing.

Study Designs

Meta-analysis: A systematic overview of studies that pools results of two or more studies to obtain an overall answer to a question or interest. Summarizes quantitatively the evidence regarding a treatment, procedure, or association.

Systematic Review: An article that examines published material on a clearly described subject in a systematic way. There must be a description of how the evidence on this topic was tracked down, from what sources and with what inclusion and exclusion criteria.

Randomized Controlled Clinical Trial: A group of patients is randomized into an experimental group and a control group. These groups are followed up for the variables / outcomes of interest.

Crossover Study Design: The administration of two or more experimental therapies one after the other in a specified or random order to the same group of patients.

Cohort Study: Involves identification of two groups (cohorts) of patients, one which did receive the exposure of interest, and one which did not, and following these cohorts forward for the outcome of interest.

Case-control Study: A study that involves identifying patients who have the outcome of interest (cases) and patients without the same outcome (controls), and looking back to see if they had the exposure of interest.

Cross-Sectional Study: The observation of a defined population at a single point in time or time interval. Exposure and outcome are determined simultaneously.

Case Series: Describes characteristics of a group of patients with a particular disease or who have undergone a particular procedure. Design may be prospective or retrospective. No control group is used in the study, although the discussion may compare the results to others published in the literature.

Case Report: Similar to the Case Series, except that only one or a small group of cases is reported.

Descriptive Epidemiology Study: Observational study describing the injuries occurring in a particular sport.

Controlled Laboratory Study: An in vitro or in vivo investigation in which one group

receiving an experimental treatment is compared to one or more groups receiving no treatment or an alternate treatment.

Descriptive Laboratory Study: An in vivo or in vitro study that describes characteristics such as anatomy, physiology, or kinesiology of a broad range of subjects or a specific group of interest.

Authors should choose the design that best fits the study. The Editor will make the final determination of the study design and level of evidence based on the Center for Evidence Based Medicine guidelines.

Text

In general, follow the standard IMRAD (Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion) format for writing scientific articles. The author is responsible for all statements made in the work, including copy editor changes, which the author will have an opportunity to verify. Papers including human or animal subjects must include a statement of approval by appropriate agencies. The institution should not be mentioned in the blinded manuscript, but should be added on acceptance.

Reports on surgery, except in rare instances, require a minimum follow-up of two years.

Use generic names of drugs or devices. If a particular brand was used in a study, insert the brand name along with the name and location of the manufacturer in parentheses after the generic name when the drug or device is first mentioned in the text.

Use metric units in measurements (that is, centimeter vs inch, kilogram vs pound).

Abbreviations should be used sparingly. When abbreviations are used, give the full term followed by the abbreviation in parentheses the first time it is mentioned in the text, such as femur-ACL-tibia complex (FATC).

Use of a CONSORT flow diagram is recommended to illustrate the grouping and flow of patients in all clinical studies, whether randomized clinical trials or otherwise.

Statistical methods should be described in detail. Actual P values should be used

unless less than .001. Reporting of 95% Confidence Intervals is encouraged.

Acknowledgment

Type acknowledgments in the box provided on the submission page. Give credit to sponsors, donors, or grantors; technical assistants; and professional colleagues who contributed to the quality of the paper but are not listed as authors. Please briefly describe the contributions made by persons being acknowledged.

References

References should be typed double-spaced in alphabetical order and numbered according to the alphabetical listing. Except for review articles, references should be limited to 60. If references are not in alphabetical order the uploaded file will be REJECTED and will have to be resubmitted with the references in the correct form. When author entries are the same, alphabetize by the first word of the title. In general, use the Index Medicus form for abbreviating journal titles and the *AMA Manual of Style* for format. Note: references must be retrievable. Do not include in the reference list presentations from meetings that have not been published. Data such as presentations and articles that have been submitted for publication but have not been accepted must be put in the text as unpublished data immediately after mention of the information (for example, "Smith and Jones (unpublished data, 2000) noted. . ."). Personal communications and other references to unpublished data are discouraged.

References will be linked to Medline citations for the reviewers. Authors can include articles that are in Publish-Ahead-of-Print mode. To ensure that the references are linked correctly, please provide the PMID number from Medline at the end of the reference. For example: Emery CA, Meeuwisse WH. Injury Rates, Risk Factors, and Mechanisms of Injury in Minor Hockey. *Am J Sports Med*. 2006 Jul 21; [Epub ahead of print] PMID: 16861577

Figures (Illustrations) and Tables

The number of figures and tables should not exceed 3 journal pages. One journal page equals 1 large table or figure, 2 medium tables or figures, or 4 small tables or figures.

Medium tables and figures will be a page width and half the length of the page, small tables and figures are one column width and take up half the length of the page or less.

Any material that is submitted with an article that has been reproduced in another source (that is, that has been copyrighted previously) must conform to the current copyright regulations. It is the author's responsibility to obtain written permission for reproduction of copyrighted material and for providing the editorial office with that documentation before the material will be reproduced in the Journal.

Be sure to include figure legends in the text or as a separate file. The figure legend should include descriptions of each figure part and identify the meaning of any symbols or arrows. Terms used for labels and in the legend must be consistent with those in the text.

Color will be used in the journal where needed (example, histology slides or surgical photographs). All other figures, such as bar graphs and charts, should be submitted in black and white.

Figures for papers accepted for publication must meet the requirements of the publisher, Sage Publications. Files for line drawings should be created at 1200 dpi, for color photographs at 600 dpi, and for black and white photographs at 300 dpi. You can check the quality of your figures at the Preflight tool for our printer <http://dx.sheridan.com/>.

Charts and graphs can be submitted in the original form created. Photographs or drawing embedded in Word or PowerPoint are not acceptable for publication. Glossy prints can be sent to the journal if you cannot meet the digital art requirements for publication.

All photographs of patients that disclose their identity must be accompanied by a signed photographic release, granting permission for their likeness to be reproduced in the article. If this is not provided, the patient's eyes must be occluded to prevent recognition.

For tables, the system accepts most common word processing formats. Tables should be numbered consecutively, and have a title that describes the content and purpose of the table. Tables should enhance, not duplicate, information in the text.

Video

Videos may be submitted with a manuscript and, if approved by the editor, will be posted online with the article when published. Video is strongly encouraged for manuscripts reporting surgical, examination, or exercise techniques or injury mechanisms. For more information about the format requirements for videos, please review the [Video Format Guide](#). For detailed information pertaining to copyright and permissions requirements, view the [Video Permission](#) and [Fair Use Quick Guide](#). For videos with identifiable subjects, subjects will need to sign the [Audio-Visual Likeness Release](#) form. It is the author's responsibility to submit signed release forms, if necessary, for each video.

Accepted Manuscripts

Once an article is accepted and typeset, authors will be required to carefully read and correct their manuscript proofs that have been copy edited by the publisher. Any extensive changes made by authors on the proofs (except for correction of typographical errors) will be charged to authors at the rate of \$2 a line. Authors are responsible for ordering reprints of their articles; a reprint order form is provided with the page proofs. Completed articles will be published on our website before print publication.

