

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
NÍVEL MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO CLÍNICAS ODONTOLÓGICAS
PERIODONTIA

Dissertação

**ASSOCIAÇÃO ENTRE DOENÇA PERIODONTAL E FADIGA
MUSCULAR INDUZIDA PELO EXERCÍCIO: RESULTADOS
PRELIMINARES DE UM ESTUDO OBSERVACIONAL**

Joseane Goergen

Porto Alegre, dezembro de 2016.

JOSEANE GOERGEN

**ASSOCIAÇÃO ENTRE DOENÇA PERIODONTAL E FADIGA
MUSCULAR INDUZIDA PELO EXERCÍCIO: RESULTADOS
PRELIMINARES DE UM ESTUDO OBSERVACIONAL**

Linha de Pesquisa

Epidemiologia, etiopatogenia e repercussão das doenças da cavidade bucal e estruturas anexas.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia, Nível Mestrado, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como pré-requisito final para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, Clínicas Odontológicas Periodontia.

Orientador: Prof. Dr. Alex Nogueira Haas

Porto Alegre, dezembro de 2016.

CIP - Catalogação na Publicação

Goergen, Joseane
ASSOCIAÇÃO ENTRE DOENÇA PERIODONTAL E FADIGA
MUSCULAR INDUZIDA PELO EXERCÍCIO: RESULTADOS
PRELIMINARES DE UM ESTUDO OBSERVACIONAL / Joseane
Goergen. -- 2016.
55 f.

Orientador: Alex Nogueira Haas.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Odontologia,
Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Porto
Alegre, BR-RS, 2016.

1. Doença Periodontal. 2. Fadiga Muscular. I.
Haas, Alex Nogueira, orient. II. Título.

“Tudo o que a mente humana pode conceber, ela pode conquistar”

Dedico esta dissertação a meus pais,

Elaine e Aldoir Goergen.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível devido ao apoio e ajuda de pessoas que conviveram comigo nos últimos anos. A todos que de alguma forma contribuíram para a superação de mais esse desafio, meu muito obrigada!

Ao meu orientador Alex Nogueira Haas, pela receptividade e acolhida desde quando me permitiu acompanhá-lo na clínica IV antes mesmo de iniciar o mestrado e até então por todos os ensinamentos, paciência e dedicação.

Ao meu colega de pesquisa João Paulo, pela parceria e companheirismo a partir do momento em que colocamos a ideia no projeto e durante todo o andar da pesquisa, além dos outros colegas do grupo, Julia, Du, Pedro, Rodrigo e Rambo que igualmente contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao professor Marco Aurélio Vaz e à ESEFID, por acatar nossa ideia e ajudar para que ela se tornasse realidade, inclusive cedendo o espaço para a realização da mesma.

À UFRGS e ao HCPA que permitiram a realização da pesquisa, especialmente ao pessoal do CPC e UAMP que colaboraram para a realização da mesma sempre com prontidão e disposição.

À CAPES, por oportunizar maior dedicação ao mestrado.

A todos os pacientes que se propuseram a participar da pesquisa, meu muito obrigada!

Ao programa de Pós-Graduação e aos colegas de mestrado, Carol, Carina, Paula, Stephanie, Mirian, Ana, Nica, João e Jasper, e aos outros colegas, especialmente Wilker por todas as ajudas recebidas, além de Ingrid, Harry, Marina, Silvia, Lia, Fer, Gabi, Ju e todos os colegas do programa pela agradável convivência e amizade formada.

Aos colegas da pesquisa longitudinal que se tornaram grandes amigos e fizeram dela agradáveis momentos, Cris, Tassi, Lenny, Rios, Bárbara, Gui, Douglas e Ju, foi um prazer conviver com vocês, jamais esquecerei dos momentos de pegar o carrinho, a cadeira de praia e ir para as “sextas lindas de pesquisa”, algumas vezes acompanhadas de um chimarrão e lanchinhos.

A todos os professores da periodontia, Cassiano, Patrícia, Juliano, Marilene, Tiago, Duda, Daudt e Sabrina, sempre muito solícitos e atenciosos, e também ao restante dos professores do programa, por todo o aprendizado nesses dois anos.

À Karina, minha grande incentivadora desde quando o Mestrado era apenas uma ideia que passava pela minha cabeça, minha querida professora de Especialização e agora, sobretudo, uma grande amiga. Obrigada por todo apoio, incentivo, conselhos e amizade!

Ao Gabriel, meu grande parceiro de todas as horas, meu maior apoiador, conselheiro e melhor namorado que eu poderia querer. Obrigada por tudo, principalmente pela paciência nos momentos de ansiedade, cansaço e desânimo.

Aos meus pais, que são meus maiores incentivadores desde criança, meus primeiros

professores. Sempre fizeram tudo o que lhes era possível para que eu alcançasse maiores voos e nunca me permitiram desistir. Obrigada pela educação dada a mim e aos meus irmãos e pelos exemplos de caráter, honestidade e persistência. Esta conquista também é de vocês!

Aos meus irmãos, João Vítor e Josué, presentes que eu demorei a receber e por isso sempre tentei ser um exemplo. Obrigada pelo incentivo mesmo quando inconsciente e pelo carinho a mim sempre dedicado!

Aos meus avós Lia e Ivo, por toda a torcida, orações e preocupações frequentes. Levinus e Maria, tenho certeza que estão orgulhosos e olhando por mim de onde estiverem!

À Tata Lourdes, que também sempre me inclui em suas orações.

Aos meus queridos sogros Julio e Evelise, que me receberam em sua casa de braços abertos e sempre me trataram como sua filha, fazendo com que eu realmente me sentisse parte da família. Estendo também a todos os familiares, sempre me trataram com muito carinho e prontamente me incluíram na família.

Às queridas Áudria e Karen, obrigada por todos os conselhos!

A todos os meus amigos que me apoiaram desde o início e acreditaram em mim, especialmente Juli, Lari, Gabi, Beli e Tassi. Emílio, obrigada por todas as dicas e trocas de experiência, me ajudaram muito, principalmente nessa etapa final!

À todas as outras pessoas aqui não citadas que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

À Deus, por conceder-me proteção e luz e me capacitar a enfrentar mais esse desafio.

“Sem sonhos, a vida não tem brilho. Sem metas, os sonhos não têm alicerces. Sem prioridades, os sonhos não se tornam reais. Sonhe, trace metas, estabeleça prioridades e corra riscos para executar seus sonhos. Melhor é errar por tentar do que errar por se omitir”.

Augusto Cury

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
INTRODUÇÃO	9
FADIGA MUSCULAR	9
DOENÇA PERIODONTAL.....	17
ASSOCIAÇÃO ENTRE FADIGA MUSCULAR E DOENÇA PERIODONTAL: ANTECEDENTES E PLAUSIBILIDADE BIOLÓGICA	18
OBJETIVO	21
MATERIAIS E MÉTODOS	21
DESENHO EXPERIMENTAL E POPULAÇÃO DO ESTUDO.....	21
CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	22
CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO.....	22
CÁLCULO DA AMOSTRA	22
ENTREVISTA.....	22
EXAME PERIODONTAL	23
MENSURAÇÃO DE FADIGA MUSCULAR- CIVM (CONTRAÇÃO ISOMÉTRICA VOLUNTÁRIA MÁXIMA.....	24
PROTOCOLO DE FADIGA MUSCULAR INDUZIDA PELO EXERCÍCIO EXCÊNTRICO	24
DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA.....	25
EXAMES LABORATORIAIS.....	26
CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	27
ANÁLISE DOS DADOS	27
RESULTADOS	28
DISCUSSÃO	34
CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
ANEXO 1: QUESTIONÁRIO SÓCIO-DEMOGRÁFICO	47
ANEXO 2: QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA (IPAQ)	50
ANEXO 3: FICHA CLÍNICA	52
ANEXO 4: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	54

RESUMO

A Doença Periodontal (DP) tem sido indicada como um possível fator de risco para várias condições sistêmicas. Uma inflamação sistêmica de baixa intensidade originada a partir da DP tem sido a explicação para as associações observadas. A performance físico-atlética dos indivíduos e os mecanismos de desenvolvimento da Fadiga Muscular (FM) também têm sido estudados, inclusive tem se questionado se a condição de saúde bucal pode ser um fator de risco à redução da capacidade física dos indivíduos. O objetivo do presente estudo observacional foi verificar a associação entre DP e FM induzida pelo exercício em homens saudáveis. Foram avaliados 43 participantes, com idade entre 25 e 45 anos, oriundos da faculdade de odontologia e praticantes de atividades físicas. Exame periodontal completo e entrevista foram realizados no exame basal. Um questionário estruturado foi aplicado, medidas antropométricas, exames clínicos da condição periodontal e informações sobre a prática de atividade física por meio do *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) foram obtidas. A seguir, os participantes foram submetidos a um protocolo de exercícios excêntricos para indução de FM e a Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM) foi avaliada antes e imediatamente após a realização do protocolo. A perda da capacidade de produção de força, calculada pela variação relativa da CIVM, foi o que caracterizou a FM e foi o desfecho deste estudo. Associações entre a condição periodontal e os parâmetros envolvidos na FM foram avaliados através de modelos de regressão linear múltipla com variância robusta, ajustando para índice de massa corporal, atividade física regular e fonte da amostra. Na totalidade da amostra, após o protocolo de FM, os participantes tiveram uma perda de 27,8% na capacidade de produção de força. Aqueles indivíduos com perda de inserção periodontal (PI) ≥ 4 mm tiveram CIVM significativamente menor ao final do protocolo. Nos modelos de regressão linear multivariados, profundidade de sondagem (PS) (beta=-10,32) e PI (beta=-3,53) médias estiveram associadas a uma redução significativamente maior na CIVM. Análises estratificadas para IPAQ (categorização de atividade física regular) encontraram associação entre parâmetros periodontais e CIVM somente entre os participantes com IPAQ baixo-médio, mostrando um possível efeito protetor da prática de atividade física sobre o efeito da DP na perda da capacidade de produção de força. Pode-se concluir, a partir dessa análise preliminar, que a doença periodontal pode vir a ser um indicador de risco para a FM.

ABSTRACT

Periodontal disease (PD) has been indicated as a possible risk factor for several systemic conditions. A low-intensity systemic inflammation originated from PD has been the explanation for the observed associations. The physical-athletic performance of individuals and the mechanisms of Muscle Fatigue (MF) development have also been studied, and there are doubts of whether the oral health condition may be a risk factor for the reduction in physical capacity and performance. The aim of this observational study was to evaluate the association between PD and exercise-induced MF in healthy men. The sample comprised 43 participants between 25-45 years of age sampled among patients from the Faculty of Dentistry of UFRGS and physically active subjects from different physical fitness centers of Porto Alegre. They were submitted to a protocol of eccentric exercises for induction of MF and the Maximum Voluntary Isometric Contraction (MVIC) was evaluated before and immediately after the fatigue protocol. The reduction of the strength production capacity was calculated by the relative variation of the MIVC, and this characterized MF in this study. A structured questionnaire was applied, and anthropometric measurements, clinical examination of periodontal status and information about physical activity (through the IPAQ questionnaire) were performed. Associations between the periodontal condition and the parameters involved in MF were evaluated through multiple linear regression models adjusting for body mass index, physical activity and source of the sample. In the whole sample, participants had a loss of 27.8% in the capacity of force production after the MF protocol. Individuals with clinical attachment loss (CAL) ≥ 4 mm had significantly lower MVIC at the end of the protocol. In the multiple linear regression models, mean probing depth (beta = -10.32) and CAL (beta = -3.53) were associated with a significantly higher reduction in MVIC. Stratified analyzes for IPAQ found an association between periodontal parameters and MVIC only in participants with low-medium IPAQ, showing a possible protective effect of physical activity in the loss of strength production ability related to PD. It may be concluded from these preliminary findings that PD could be a risk indicator for MF.

INTRODUÇÃO

As doenças periodontais têm sido implicadas na etiopatogenia de determinadas condições sistêmicas, principalmente doenças cardiovasculares e diabetes. Neste sentido, os impactos da doença periodontal nos tecidos musculares e um possível efeito redutor da capacidade física dos indivíduos também surge como um tema de pesquisa a ser abordado.

Fadiga Muscular

A fadiga muscular é um dos tópicos mais estudados na área da fisiologia do exercício desde o início do século XIX. Esta vasta literatura sobre o assunto gerou uma série de definições para o termo “fadiga” ao longo da história, sendo o mais comum encontrar o conceito de fadiga muscular associado à incapacidade em manter um nível requerido ou esperado de força, ou ainda, a incapacidade de continuar trabalhando em uma determinada intensidade (Gandevia, 2001; Rattey *et al.*, 2006).

O declínio da capacidade de geração de força máxima de um músculo começa assim que o exercício é iniciado, sendo desenvolvido progressivamente até que o músculo atinja um ponto de total incapacidade de realização de uma determinada tarefa. Pesquisadores têm atribuído a este ponto de falha o termo “exaustão”, que não constitui um sinônimo de fadiga, mas sim um processo resultante da mesma. Assim, uma definição é de que a fadiga muscular é caracterizada pela redução da potência muscular e de produção de energia, que resulta de um declínio tanto da capacidade de produção de força quanto da velocidade de encurtamento do músculo (Gandevia, 2001; Rattey *et al.*, 2006; Enoka and Duchateau, 2008; Fitts, 2008), após atividade muscular prolongada ou repetida (Place *et al.*, 2010).

Desta forma, vale compreender os mecanismos pelos quais a fadiga influencia na função muscular. O músculo começa a fadigar assim que sua força ou capacidade de energia começa a diminuir. Quando a tarefa envolve a sustentação de uma contração máxima, o declínio do desempenho ocorre paralelo ao aumento da fadiga. Quando a tarefa exige uma contração submáxima, no entanto, o início da fadiga provavelmente não está associado à tarefa. Como a maioria das atividades da vida diária envolve forças submáximas, o início da fadiga pode não limitar a capacidade de um indivíduo para realizar atividade e, além disso, falha na execução pode não ser causada pela fadiga dos músculos envolvidos em tais atividades (Enoka and Duchateau, 2008). Nesses casos submáximos, o que geralmente ocorre é que a fadiga determina um aumento nos níveis

de ativação das unidades motoras inicialmente recrutadas e no recrutamento de novas unidades motoras para manter um determinado desempenho ao longo do tempo, e a redução na capacidade de produção de força só passará a ocorrer quando as possibilidades de recrutamento e de aumento de ativação dessas unidades não for mais possível.

Apesar da expressiva literatura sobre o assunto, a fadiga ainda não apresenta um consenso quanto aos seus mecanismos etiológicos. Tendo em vista essa incerteza, o que se tem de concreto é o fato de que sua principal repercussão é a queda da capacidade muscular de gerar força. Diante do grande número de estruturas participantes do processo de contração muscular, desde a geração dos potenciais de ação oriundos do sistema nervoso central até o momento da geração de força pelas pontes cruzadas durante o processo de deslizamento dos filamentos proteicos intramusculares (filamentos finos ou de actina e grossos ou de miosina), fica difícil definir um fator isolado desencadeante da fadiga muscular, já que a falha em qualquer um dos sistemas envolvidos pode influenciar na geração de força do músculo (Enoka and Duchateau, 2008; Fitts, 2008).

As variáveis para a realização de uma tarefa motora que influenciam os mecanismos que podem resultar em fadiga incluem a motivação do indivíduo, a flexibilidade do comando central, a intensidade e duração da atividade, a velocidade e o tipo da contração (concêntrico, isométrico e excêntrico), fatores metabólicos, recrutamento de fibras musculares, alteração na condutância da sinapse, influência das espécies reativas ao oxigênio e o tempo pelo qual a atividade é sustentada continuamente (Enoka, 1995; Allen *et al.*, 2008). Em suma, a Fadiga Muscular é um processo complexo e multifatorial, que envolve elementos fisiológicos, neurológicos e psicológicos (Allen *et al.*, 2008).

Um dos modelos propostos para explicar a fadiga divide os fatores geradores de fadiga em fatores centrais e periféricos. A fadiga central traduz-se numa falha voluntária ou involuntária na condução do impulso nervoso que provoca um aumento do número de unidades motoras ativadas, mas com uma diminuição da frequência de disparo dos motoneurônios, estando relacionada a uma redução na ativação muscular para a mesma carga de trabalho (Ascensão *et al.*, 2003). Já na fadiga periférica observa-se uma redução na produção de força, com aumento concomitante da ativação muscular devido a uma falha ou limitação de um ou mais processos na unidade motora, ou seja, nos neurônios motores, nervos periféricos, ligações neuromusculares ou fibras musculares (Edwards, 1981).

Conforme já mencionado, durante o exercício fatigante, há muitas mudanças no sistema nervoso. Alguns deles contribuem para a fadiga e outros compensam para permitir continuar desempenhando a tarefa apesar da redução de força muscular. Na via neuromuscular, a diminuição ou cessação do disparo de unidades motoras contribui para a perda de força que marca a fadiga, enquanto que o recrutamento de unidades motoras adicionais pode compensá-la. Essas mudanças no disparo de unidades motoras resultam de uma combinação de influências sobre os motoneurônios, incluindo alterações nas propriedades intrínsecas, entrada aferente e entradas descendentes neuromodulatórias e sinápticas. Por sua vez, cada uma das entradas para os motoneurônios é suscetível aos efeitos relacionados à fadiga (Taylor *et al.*, 2016).

Um sinal sensorial importante da fadiga vem do disparo de grupos de neurônios musculares aferentes III/IV. Este sinal aferente interage com o sistema nervoso autônomo, bem como com vários níveis do sistema motor, e também contribui para sensações conscientes de desconforto muscular e fadiga. Finalmente, a modulação dos neurotransmissores pelo cérebro altera o desempenho e resistência. Tais mudanças são exacerbadas pelo exercício no calor, e podem representar a interação das funções homeostáticas, como a regulação da temperatura, função do sistema motor e as sensações de fadiga. Assim, as alterações nos sistemas neuromuscular, sensorial e homeostático podem contribuir para a fadiga com o exercício. A combinação de diferentes variáveis no desempenho do exercício dependerá do tipo de exercício e das condições em que é executado (Taylor *et al.*, 2016).

Uma nova definição englobando todos esses aspectos que envolvem fadiga já mencionados, surgiu para acomodar o escopo contemporâneo das condições atribuídas à fadiga durante o desempenho humano (Enoka and Duchateau, 2016; Figura 1). Conforme sugerido na taxonomia proposta por Kluger (Kluger *et al.*, 2013), o conceito de fadiga deve reconhecer dois atributos: 1) Fatigabilidade de desempenho - a redução do desempenho proposto em relação a um período, e 2) Fatigabilidade percebida - mudanças nas sensações que regulam a integridade de desempenho.

FADIGA

Fatigabilidade Percebida		Fatigabilidade de desempenho	
<u>Fatores homeostáticos:</u>	<u>Fatores Psicológicos:</u>	<u>Função contrátil/ fatores periféricos:</u>	<u>Ativação muscular/ fatores centrais:</u>
- Glicose sanguínea	- Excitação	- Cinética do cálcio	- Ativação voluntária
- Temperatura	- Função executiva	- Capacidade de força	- Padrões de ativação
- Neurotransmissores	- Expectativas	- Fluxo sanguíneo	- Neurônios motores
- Metabólitos	- Humor	- Produtos e metabolismo	- Feedback aferente
- Oxigenação	- Motivação		- Propagação neuromuscular
- Vigília	- Dor		
	- Feedback de desempenho		

Figura 1. Modelo de fadiga por Enoka e Duchateau (2016).

Neste modelo, a fadiga é definida em termos de fatigabilidade para normalizar o nível de fadiga relatado por um indivíduo em relação às exigências da tarefa que executa. Indivíduos com menos fatigabilidade, por exemplo, são capazes de atender uma demanda maior para atingir o mesmo nível de fadiga. Quando uma pessoa reporta o nível de fadiga durante uma atividade em andamento, o valor em um ponto específico no tempo dependerá das taxas de variação nos dois atributos. Conforme indicado na Figura 1, o atributo de fatigabilidade de desempenho depende das capacidades contráteis dos músculos envolvidos e da capacidade do sistema nervoso para fornecer um sinal de ativação adequado derivado de comandos descendentes e feedback aferente para a tarefa solicitada. Em contraste, o atributo de fatigabilidade percebida é derivado do valor inicial e da taxa de variação nas sensações que regulam a integridade do desempenho baseado na manutenção da homeostase e no estado psicológico do indivíduo (Enoka and Duchateau, 2016).

Já se encontra bem estabelecido que os fatores causadores de fadiga muscular durante um exercício de alta intensidade e curta duração são distintos daqueles que levam à fadiga durante atividades submáximas prolongadas. Em contrações submáximas muito fortes, incluindo se as tarefas são sustentadas ou intermitentes, músculos de membro superior ou inferior, distais ou proximais, composição e arquitetura do musculo em termos de tipos de fibras musculares e números de unidades motoras, nível de

treinamento, entre outros, são fatores que podem influenciar de forma variável as taxas de mudança de fadiga (Taylor *et al.*, 2016).

A complexidade do fenômeno de fadiga muscular torna também complexo o desenvolvimento de métodos para sua mensuração em laboratório, especialmente em estudos em humanos. Deste modo, pesquisadores têm se utilizado de manifestações indiretas, analisadas por meio de avaliações biomecânicas e fisiológicas, para mensurar o nível de fadiga muscular do indivíduo (Cairns *et al.*, 2005; Weir *et al.*, 2006; Allen *et al.*, 2008; Enoka and Duchateau, 2008; Fitts, 2008).

As maneiras encontradas para estimar fadiga são através da aferição de redução de força muscular, mudança na atividade eletromiográfica ou da exaustão da função (Bigland-Ritchie and Woods, 1984; Enoka and Duchateau, 2008). Outra forma de mensurar a fadiga muscular é calcular a variação relativa do pico de torque de força muscular, antes e depois da realização do esforço físico (Torres *et al.*, 2005).

Conforme descrito anteriormente, o tipo de exercício é uma variável que influencia nos mecanismos que resultam em fadiga. O exercício excêntrico evidencia-se como o tipo de exercício com maiores repercussões nos músculos. Nas contrações excêntricas, o músculo alonga-se quando está sob tensão, devido a uma força opositora maior do que a força gerada pelo músculo (Fick, 1882). Evidências mostram que modificações precoces observadas após contrações excêntricas incluem ruptura dos sarcômeros (Friden *et al.*, 1983; Newham *et al.*, 1983; Brown and Hill, 1991), ruptura dos elementos citoesqueléticos envolvidos na transmissão de força (Jones *et al.*, 1986; Lieber *et al.*, 1996), dano à membrana da célula muscular (Mcneil and Khakee, 1992; Hamer *et al.*, 2002; Lovering and De Deyne, 2004), quebra da homeostase do cálcio (Duan *et al.*, 1990; Balnave and Allen, 1995; Ingalls *et al.*, 1998), inibição do acoplamento excitação-contracção (Warren *et al.*, 1993; Ingalls *et al.*, 1998; Takekura *et al.*, 2001; Yeung *et al.*, 2002), e redução na produção de força (McCully and Faulkner, 1985; Faulkner *et al.*, 1989; Warren *et al.*, 1993; Brooks *et al.*, 1995).

Após exercício excêntrico, quando a força é reduzida imediatamente até as 24 horas seguintes, os poucos estudos existentes indicam que as taxas de disparo de unidades motoras são ligeiramente aumentadas em relação ao limiar de recrutamento mais baixo antes do exercício excêntrico (Taylor *et al.*, 2016).

Alterações nas propriedades funcionais do retículo sarcoplasmático também podem estar presentes na gênese da fadiga muscular. Trabalhos realizados em fibras musculares intactas isoladas demonstram que a diminuição da concentração intracelular

de Ca^{2+} é acompanhada pelo decréscimo da capacidade de geração de tensão, bem como o restabelecimento da força durante o período de recuperação ocorre linearmente com a normalização das concentrações de Ca^{2+} (Williams and Klug, 1995; Ortenblad *et al.*, 2000; Ascensão *et al.*, 2003).

A diminuição da disponibilidade de substratos energéticos ao músculo esquelético ativo durante o exercício é a hipótese colocada por alguns autores para justificar a fadiga (Sahlin, 1992; Sahlin *et al.*, 1998). Evidências sugerem que a regulação do Ca^{2+} pelo retículo sarcoplasmático seja o provável mecanismo pelo qual a depleção dos estoques energéticos induza à fadiga (Duke and Steele, 1999; Ascensão *et al.*, 2003; Fitts, 2008). A falta de ATP no citoplasma das fibras musculares impossibilita às bombas de Ca^{2+} bombearem esses íons de volta ao retículo sarcoplasmático, reduzindo, portanto, a quantidade de Ca^{2+} disponível para ser liberado por um novo potencial de ação. Além disso, a redução do substrato energético também afeta a capacidade das pontes cruzadas (ou cabeças de miosina) em realizar seus ciclos e gerar força durante seu acoplamento nos sítios de ligação nos monômeros de actina. A redução na disponibilidade de íons Ca^{2+} também impossibilita as mudanças conformacionais da troponina que não consegue deslocar a tropomiosina de seu local sobre os sítios de ligação da actina, o que também leva a uma menor capacidade de pontes cruzadas em estabelecerem conexão com os filamentos finos e gerarem força. Por fim, a redução dos substratos energéticos também impossibilita a ação de outras proteínas como a bomba Na^+/K^+ , o que impossibilita ou reduz a taxa de repolarização das fibras musculares para que um novo potencial de ação possa ser gerado. Portanto, há um impacto direto da redução do substrato energético na função de uma série de proteínas musculares que contribuem para a redução na capacidade de produção de força.

Está bem documentado que durante exercícios de alta intensidade como corrida, levantamento de pesos pesados e até mesmo contrações voluntárias máximas sustentadas, há o recrutamento de fibras de contração rápida e ocorrem mudanças a nível celular, como aumento de Ca^{2+} e K^+ , juntamente com o acúmulo de outros metabólitos no músculo, afetam largamente a capacidade contrátil e podem contribuir para a fadiga periférica (Vargas and Marino, 2014).

Quanto à resposta sistêmica, o exercício intenso inicia uma resposta imunológica resultante em leucocitose aguda com predomínio de neutrófilos. As células *Natural Killer* e os linfócitos também são mobilizados durante e imediatamente após o exercício (Baird *et al.*, 2012), embora também se encontre na literatura uma linfocitose significativa

durante o período de exercício, seguida por uma linfocitopenia evidente uma hora após o exercício (Bishop *et al.*, 2001). Os neutrófilos são rapidamente mobilizados para a circulação após o exercício, e assim invadem o tecido muscular exercitado. Estudos tem mostrado um aumento na quantidade de leucócitos (Paulsen *et al.*, 2012), principalmente neutrófilos imediatamente após o exercício e uma marcada neutrofilia durante todo o período de recuperação pós-exercício (Bishop *et al.*, 2001; Peake *et al.*, 2005), embora o pico pareça ser de 30 min a 1 hora após o exercício (Peake *et al.*, 2005; Baird *et al.*, 2012). Evidências sugerem que as alterações na contagem de leucócitos na circulação após exercício são dependentes do grupo muscular exercitado, ou da quantidade de massa muscular recrutada durante o exercício, parecendo haver maiores alterações em corridas em descida e ciclismo excêntrico (Peake *et al.*, 2005).

A idade é encontrada na literatura como um fator que pode influenciar a fadiga muscular (Enoka and Duchateau, 2008), pois o músculo envelhecido exibe redução da velocidade de contração, taxa de desenvolvimento de força e a capacidade para acelerar os movimentos dos membros e, juntos, esses fatores contribuem para fraqueza muscular e estabilidade deficiente em indivíduos idosos (Close *et al.*, 2005). Danos estruturais após exercício excêntrico são superiores nos indivíduos idosos (Manfredi *et al.*, 1991; Baudry *et al.*, 2007), uma vez que o envelhecimento prejudica a mobilização de leucócitos e a migração para o músculo após exercício excêntrico (Baird *et al.*, 2012), e a taxa de recuperação depois de exercício extenuante e treinamento de resistência é mais lenta (Dedrick and Clarkson, 1990; Roth *et al.*, 2000; Ploutz-Snyder *et al.*, 2001).

Outro aspecto que pode influenciar o comprometimento durante as contrações fadigantes é o sexo, que é frequentemente observado durante essas tarefas. As mulheres geralmente são capazes de sustentar uma contração por um período de tempo maior, especialmente em menores intensidades de contração (Hicks *et al.*, 2001; Clark *et al.*, 2005; Hunter *et al.*, 2006), mas não as contrações máximas (Baudry *et al.*, 2007). As explicações mais comuns para essa diferença de sexo são maior massa muscular ativada pelos homens e menor dependência do metabolismo glicolítico pelas mulheres. Como os homens são normalmente mais fortes do que as mulheres, eles devem ativar mais massa muscular para exercer a mesma força relativa (% máximo) que as mulheres, o que deve ser acompanhado por maior tensão intramuscular e maior obstrução do fluxo sanguíneo (De Ruyter *et al.*, 2007), o que compromete a oferta de substratos energéticos e de oxigênio e a retirada de produtos do metabolismo celular. Além desses fatores, estudos tem mostrado que a infiltração de neutrófilos é significativamente maior em mulheres 24

horas após exercício de contração excêntrica (Macintyre *et al.*, 2000; Lee *et al.*, 2002), embora a contagem de leucócitos 48 horas após tenha sido maior em homens (Stupka *et al.*, 2000). Estudos em animais sugerem que o estrogênio protege contra a infiltração de leucócitos após exercício, inibindo a protease “calpaína ativada” no músculo (Tiidus, 2003). Um possível mecanismo para explicar as diferenças de infiltração de leucócitos entre homens e mulheres é a permeabilidade da membrana muscular após dano induzido pela contração (Peake *et al.*, 2005). No entanto, ainda há uma inconsistência na literatura com relação às diferenças entre sexo na resposta ao exercício, uma vez que existem estudos mostrando não haver diferenças entre sexo na resposta inflamatória após exercício excêntrico (Rinard *et al.*, 2000; Stupka *et al.*, 2000).

É importante se fazer distinção entre os termos fadiga muscular e dano muscular induzido pelo exercício, embora tais fenômenos ocorram concomitantemente no músculo em atividade. O dano muscular é caracterizado por anormalidades estruturais na célula muscular induzidas pelo exercício, sobretudo de característica excêntrica. Assim como a fadiga, o dano muscular promove uma redução da capacidade de geração de força. Porém, enquanto a perda de força decorrente da fadiga é reversível em períodos relativamente curtos de repouso (até algumas horas), o músculo lesionado pelo exercício leva dias (em alguns casos até mais de uma semana) para o total restabelecimento da força (Fitts, 1994; Proske and Morgan, 2001; Allen *et al.*, 2005; Fitts, 2008).

A fadiga tem importantes implicações funcionais; apesar disso, não há um consenso sobre o efeito prejudicial da obesidade sobre a fadiga neuromuscular. Um estudo demonstrou que a fadiga do músculo quadríceps durante uma série de contrações voluntárias (fadiga voluntária) foi significativamente maior em obesos em comparação com indivíduos não obesos, sugerindo associação entre obesidade e capacidade funcional reduzida. Este estudo também sugeriu que a quantidade de massa muscular e de tecido adiposo provavelmente é responsável por valores de torque-potência relativos e absolutos mais baixos observados em sujeitos obesos (Maffiuletti *et al.*, 2007). Outro estudo também suporta esses achados, obtendo-se uma menor capacidade de força palmar em indivíduos obesos (Silva Neto *et al.*, 2012).

Sabe-se que a atividade física é importante componente de estilo de vida saudável, principalmente pela evidência de diversos benefícios à saúde. A prática de atividades físicas está associada à diminuição da incidência de doenças cardiovasculares, diabetes, entre outras (Paffenbarger *et al.*, 1986). Paffenbarger e colaboradores observaram a relação dose-resposta, em que o risco dessas doenças diminui

progressivamente quando o gasto energético total em atividade física semanal aumenta. Além disso, é conhecido que a prática regular de atividade física pode atenuar as manifestações decorrentes do exercício intenso e até mesmo acelerar o processo de recuperação, tornando-se crucial para um bom desempenho (Fatouros and Jamurtas, 2016). A literatura mostra ainda esta relação nos marcadores inflamatórios, uma vez que a variação de tempo nos mesmos pode ser dependente do protocolo do exercício e/ou do “estado de treinamento” dos indivíduos. Uma pequena magnitude e menor tempo de curso de expressão de marcadores pode ser devido ao fato de atletas estarem mais acostumados ao tipo de treino (Peake *et al.*, 2005). Entretanto, é difícil mensurar o gasto energético total das atividades físicas. O *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) é um questionário capaz de avaliar o nível de atividade física dos indivíduos, tendo sido validado para várias línguas e em várias culturas, inclusive no Brasil (Craig *et al.*, 2003). Sua forma curta é prática, rápida e possibilita levantamento de grandes grupos populacionais, sendo uma alternativa importante para comparações internacionais (Matsudo and Al, 2006). Ele permite estimar o tempo semanal gasto em atividades físicas de intensidade baixa, moderada e vigorosa, em diferentes contextos do cotidiano, como: trabalho, transporte, tarefas domésticas e lazer, e, ainda, o tempo despendido em atividades passivas, realizadas na posição sentada (Matsudo and Al, 2006; Benedetti *et al.*, 2007). Outras formas também são encontradas na literatura para determinar o nível de atividade física, incluindo auto relato através de Escala Visual Analógica (EVA) (Bautmans *et al.*, 2007; Bautmans *et al.*, 2008) ou do Instrumento de avaliação de qualidade de vida da Organização Mundial da Saúde (WHOQOL – 100) (Fleck *et al.*, 2000), ou ainda através de um acelerômetro, dispositivo colocado no pulso, utilizado para medir o tempo gasto na prática de atividade física (Sabia *et al.*, 2015).

Doença Periodontal

As doenças periodontais são desordens inflamatórias que afetam os tecidos de proteção e sustentação dos dentes. Incluem uma vasta gama de doenças, sendo que as formas mais comuns e prevalentes são a gengivite e a periodontite. A gengivite, considerada a forma mais leve da doença periodontal, não afeta as estruturas de base de suporte dos dentes e é reversível. É extremamente prevalente na população mundial, variando entre 50 e 100% da população conforme o país estudado (Albandar, 2005). A periodontite resulta na perda de tecido conjuntivo e de suporte ósseo e é uma das

principais causas da perda de dentes em adultos (Petersen and Ogawa, 2012), afetando em graus avançados mais do que 70% da população de adultos (Susin *et al.*, 2011). A doença periodontal também é associada à idade, uma vez que grandes estudos epidemiológicos demonstram claramente um aumento na prevalência, extensão e severidade da perda de inserção periodontal com o aumento da idade (Albandar, 2002a; b; Susin *et al.*, 2004; Haas *et al.*, 2014). As doenças periodontais são causadas por microrganismos patogênicos orais, sendo que uma variedade de fatores sociais, comportamentais e genéticos influenciam o estabelecimento e progressão da doença (Pihlstrom *et al.*, 2005). Embora as bactérias sejam necessárias para o início da doença, a resposta inflamatória e imune do hospedeiro determina a extensão e severidade da destruição tecidual (Van Dyke, 2008).

Uma inflamação sistêmica de baixa intensidade originada a partir da doença periodontal tem sido proposta como uma possível explicação para a ligação entre doenças periodontais e vários outros distúrbios/doenças sistêmicos (Moutsopoulos and Madianos, 2006), uma vez que existem evidências de que as doenças periodontais podem influenciar os níveis de marcadores inflamatórios sanguíneos conhecidos como fatores de risco para condições sistêmicas (Slade *et al.*, 2000; Wu *et al.*, 2000; Paraskevas *et al.*, 2008). Estudos clínicos mostram níveis séricos crescentes de Proteína C-Reativa, IL-1 β e IL-6 quando se comparam indivíduos saudáveis com periodontite moderada e indivíduos com periodontite avançada. Alguns estudos mostram, inclusive, que sujeitos com periodontite podem apresentar alterações no hemograma, como maiores contagens de leucócitos, dentre eles neutrófilos e linfócitos, observados na presença de periodontite (Beck and Offenbacher, 2002).

Até o presente, fumo e diabetes são considerados fatores de risco bastante importantes para o desenvolvimento das periodontites (Albandar, 2005). Entretanto, outros fatores como nível socioeconômico, estresse/depressão, genética, obesidade, consumo de álcool, têm sido estudados e parecem apresentar associação epidemiológica, assim como têm recebido suporte de plausibilidade biológica, podendo ser componentes a serem considerados na cadeia causal.

Nesse sentido, as abordagens das doenças periodontais têm recebido olhares que transcendem a tradicional abordagem odontológica, identificando fatores em comum a outras condições sistêmicas, o que pode também expandir ao estilo e qualidade de vida, incluindo o exercício físico. Dessa forma, tem-se questionado se a condição de saúde bucal pode ser um fator de risco à redução da capacidade física de indivíduos. Contudo,

a literatura referente a esta associação é extremamente escassa. Tem-se buscado uma relação entre a ocorrência e o retardo no reparo de lesões musculares com problemas de saúde bucal em atletas, mas as evidências acerca da associação entre desempenho físico e saúde bucal ainda não são claras.

Associação entre Fadiga Muscular e Doença Periodontal: antecedentes e plausibilidade biológica

O exercício físico afeta o equilíbrio do ambiente interno. Durante o exercício os músculos contráteis geram força ou potência e calor. Dessa forma, o exercício físico é de fato uma forma de energia mecânica, esta energia gerada irá esgotar os estoques de energia dentro do corpo. Durante o exercício, são gerados metabólitos e calor, que afetam o estado estacionário do ambiente interno. Dependendo da forma de exercício, mais cedo ou mais tarde sensações de fadiga e exaustão irão ocorrer. O papel fisiológico dessas sensações é a proteção do indivíduo dos efeitos deletérios do exercício. Portanto, as sensações de fadiga e exaustão são essenciais para a manutenção de nossa integridade física (Ament and Verkerke, 2009).

No entanto, o conhecimento de fatores que possam alterar o mecanismo de fadiga muscular adquire fundamental importância no escopo da fisiologia esportiva, especialmente no que diz respeito ao treinamento/avaliação física de atletas de alta performance, já que na maioria dos esportes as propriedades musculares são decisivas para um ótimo desempenho. Níveis de excelência física são exigidos dos praticantes e alterações sistêmicas que os prejudiquem têm sido investigadas (Herzog, 2009).

Devido ao prolongamento ou aumento da intensidade da atividade física proposta, poderá ocorrer um evento degenerativo no músculo esquelético, comprovado pela diminuição na relação testosterona/cortisol (elevação do estresse físico) e pelo aumento no nível sérico da enzima creatinoquinase (CK). Isso gera uma rápida e intensa mobilização e ativação de leucócitos da circulação sistêmica para o tecido lesado, produzindo citocinas anti e pró-inflamatórias (IL-1 β , IL-6 e TNF- α) que podem persistir por até cinco dias, resultando em um elevado acúmulo de neutrófilos e macrófagos neste tecido lesado (Malm *et al.*, 2000; Tsivitse *et al.*, 2003; Peake *et al.*, 2005; Brancaccio *et al.*, 2008).

Corroborando isso, atividade física regular ou condicionamento físico têm sido avaliados como possíveis indicadores de risco para doença periodontal em uma série de

estudos observacionais. Um estudo transversal realizado no Japão com indivíduos de ambos os sexos, com idade entre 23 e 83 anos, demonstrou que baixos níveis de condicionamento físico estiveram associados com destruição periodontal, onde a menor capacidade aeróbica e a diminuição do equilíbrio estariam relacionados com altos índices de necessidades periodontais (Wakai *et al.*, 1999). Um estudo de coorte mostrou que maior atividade física diminui o risco de periodontite em homens (Merchant *et al.*, 2003). Dados secundários obtidos do levantamento epidemiológico norte-americano NHANES III (National Health And Nutrition Examination Survey) mostraram uma associação positiva entre a prática regular de atividades físicas e saúde periodontal (Al-Zahrani *et al.*, 2005) e Shimazaki e colaboradores mostraram uma relação entre obesidade e condicionamento físico com doença periodontal, onde indivíduos com maior IMC e menor aptidão física apresentavam maior risco de ter periodontite grave quando comparados a indivíduos com IMC baixo e maior aptidão física (Shimazaki *et al.*, 2010). Em outro estudo (Joshiyura, 2006), houve menor prevalência de periodontite quando os indivíduos apresentavam hábitos saudáveis (atividade física, peso normal e dieta saudável), independentemente de outros fatores de risco. Além destes, outro estudo também evidenciou que o baixo nível de atividade física e a dieta pobre estavam significativamente associados com uma maior chance de ter doença periodontal (Bawadi *et al.*, 2011). Esses dados também dão suporte para uma possível associação entre estilo de vida e doença periodontal, assim como em outras doenças crônico-degenerativas, tais como as doenças cardiovasculares.

Em uma Revisão Sistemática realizada por Ashley e colaboradores (2015), os dados dos estudos que examinaram a saúde bucal e a performance de atletas sugerem que uma saúde bucal deficiente tem um efeito negativo sobre o treinamento e desempenho físico segundo auto relato dos atletas (Ashley *et al.*, 2015). Apesar disso, os autores concluíram que não existem ainda evidências diretas de que isso possa ocorrer, necessitando ainda de estudos bem delineados.

Em recente estudo realizado pelo nosso grupo de pesquisa, indivíduos com inflamação periodontal apresentaram pior desempenho em um teste de aptidão física rotineiramente realizado por policiais militares, tendo sido verificado um número maior de indivíduos com periodontite entre os que não atingiram o valor máximo do teste (Oliveira *et al.*, 2015). Um único estudo recentemente publicado com a população da Pomerânia, em modelo transversal, constatou que maiores perdas de inserção e maiores perdas dentárias estiveram intimamente ligadas a menores forças de pressão manual,

atribuídos à uma inflamação subclínica. Por outro lado, fatores de risco em comum para menor capacidade de produção de força muscular e doença periodontal como obesidade e diabetes, foram capazes de atenuar de forma leve, mas significativa, a força de associação entre as duas condições, sugerindo os fatores de risco como mediadores deste processo (Eremenko *et al.*, 2016).

Conforme descrito, os mesmos biomarcadores relacionados à doença periodontal têm sido associados aos mecanismos de fadiga muscular central e periférica. Outra possível relação seria uma associação não causal entre doença periodontal e fadiga muscular pela exposição aos mesmos fatores de risco ao longo da vida, principalmente obesidade, avanço da idade e diabetes.

OBJETIVO

Verificar a associação entre doença periodontal e fadiga muscular em homens saudáveis.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido em dois centros da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a Faculdade de Odontologia e a Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança (ESEFID), onde foram realizadas as avaliações odontológicas e os desfechos relacionados à Fadiga Muscular, respectivamente. Além disso, coletas e exames de sangue foram realizados no Centro de Pesquisa e Coleta (CPC) do Hospital de Clínicas de Porto Alegre. O estudo foi conduzido entre os meses de abril e outubro de 2016.

Desenho e População do Estudo

O presente estudo teve um delineamento observacional longitudinal, tendo seguido as recomendações do *Strobe* (Von Elm *et al.*, 2007) para o relato de estudos observacionais.

O estudo foi conduzido com pacientes que buscam atendimento na Faculdade de Odontologia da UFRGS (FO-UFRGS) e praticantes de atividade física. O recrutamento na FO-UFRGS foi realizado no setor de acolhimento dos pacientes, através de contato pessoal, ou por meio de ligações telefônicas para os indivíduos que já haviam sido cadastrados no setor de triagem. Os indivíduos praticantes de atividade física foram recrutados por meio de contato pessoal aos frequentadores de programas esportivos da

ESEFID, ou ainda por cartazes afixados na ESEFID e em dois centros de treinamento esportivo (Infinity Fitness e Action Academia) da cidade de Porto Alegre.

Critérios de inclusão

Foram incluídos no estudo participantes que perfizeram os seguintes critérios de inclusão:

- a. Ser do sexo masculino;
- b. Ter idade entre 25 e 45 anos;
- c. Ser sistemicamente saudável, não apresentando doenças ou condições que pudessem afetar a capacidade muscular ou a resposta inflamatória, tais como artrite reumatoide, osteoporose, diabetes mellitus, asma, síndrome metabólica e doenças cardiovasculares;
- d. Apresentar pelo menos 10 dentes presentes, exceto terceiros molares;
- e. Não ter realizado tratamento periodontal nos últimos 6 meses;
- f. Não ter utilizado antibióticos e/ou anti-inflamatórios nos últimos 3 meses;
- g. Não ter utilizado esteroides anabolizantes nos últimos 12 meses;
- h. Ausência de lesão muscular esquelética nos últimos 6 meses;
- i. Ausência prévia de cirurgia nas articulações dos membros inferiores;

Critérios de exclusão:

Foram excluídos do estudo aqueles participantes que:

- a. Apresentassem dor na articulação do joelho antes e durante as execuções dos testes e/ou que não apresentassem amplitude de movimento total da articulação do joelho;
- b. Informassem, durante a sua participação no estudo, qualquer informação que tenham omitido durante o exame de elegibilidade e que viesse a violar os critérios de inclusão;
- c. Realizassem qualquer intervenção à margem do protocolo experimental, como, aplicação de calor, frio, massagem, alongamentos ou qualquer exercício físico inabitual.

Cálculo da amostra

Para a estimativa do tamanho da amostra, a variação do torque da contração inicial para a contração final do protocolo de fadiga muscular induzida pelo exercício foi considerada o desfecho principal. Foram utilizadas estimativas de estudos previamente publicados com este desfecho (Torres *et al.*, 2005; Barnes *et al.*, 2010). A média e desvio-padrão de torque após o protocolo de fadiga em indivíduos periodontalmente saudáveis utilizados foram de 276 ± 66 Nm e em indivíduos com periodontite iguais a 240 ± 66 Nm. Aplicando a distribuição t, erros alpha e beta de 5% e 20% respectivamente, foi estimado que seriam necessários 108 indivíduos para a realização do estudo (54 por grupo).

Entrevista

Um questionário estruturado (Anexo 1) foi aplicado a todos os participantes a fim de coletar dados demográficos, socioeconômicos e comportamentais. Além disso, o questionário *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) foi aplicado para definição do nível de atividade física (Anexo 2).

Exame Periodontal

Os exames clínicos foram realizados por dois especialistas em Periodontia (JPNSP e JG), cegos em relação a todos os desfechos avaliados. A reprodutibilidade intra e inter-examinadores foi quantificada pelo coeficiente kappa ponderado, em um total de 15 indivíduos, antes e durante a realização do estudo. Foram feitas medidas repetidas de profundidade de sondagem e perda de inserção clínica, sendo que, entre os exames repetidos, outros exames clínicos eram realizados a fim de minimizar um possível viés de lembrança do examinador. Os resultados da calibragem resultaram em coeficientes kappa ponderados que variaram entre 0,75-0,81 e 0,70-0,80 para Profundidade de Sondagem (PS) e Perda de Inserção Clínica (PI), respectivamente.

Para o exame clínico, foi utilizada sonda periodontal milimetrada (marca Trinity), odontoscópio e pinça. Os exames foram realizados em todos os dentes presentes, exceto terceiros molares, em seis sítios por dente (mesio-vestibular, médio-vestibular, disto-vestibular, disto-lingual, médio-lingual e mesio-lingual) e anotados em ficha padrão (Anexo 3).

Os seguintes parâmetros clínicos foram avaliados:

- a) Índice de Placa Visível (Ainamo and Bay, 1975): foi registrada presença (escore 1) ou ausência (escore 0) de biofilme supragengival;
- b) Índice de Sangramento Gengival (Ainamo and Bay, 1975): a sonda periodontal foi inserida 1-2mm intrasulcular e percorrida da face distal para a mesial. Foram registradas ausência (escore 0) e presença (escore 1) de sangramento da margem da gengiva;
- c) Profundidade de Sondagem (PS): a distância entre a margem da gengiva e a porção mais apical sondável da bolsa/sulco foi medida em milímetros e arredondada para o milímetro mais próximo;
- d) Sangramento à sondagem: foi registrada a presença (escore 1) ou ausência (escore 0) de sangramento após 30 segundos transcorridos da profundidade de sondagem;
- e) Perda de Inserção Clínica (PI): a distância entre a junção amelocementária e a porção mais apical sondável da bolsa/sulco foi medida em milímetros e arredondada para o milímetro mais próximo.

Mensuração de fadiga muscular – CIVM (contração isométrica voluntária máxima)

Esta avaliação foi realizada em um dinamômetro isocinético Biodex System 3 Pro (Biodex Medical System, Shirley - NY, USA), tendo sido utilizado o membro dominante, de forma unilateral, em todos os momentos do estudo. A mensuração da CIVM foi conduzida antes e imediatamente após a realização de um protocolo de fadiga (descrito abaixo). Antes da mensuração basal da CIVM foi realizado um protocolo de aquecimento composto por 10 repetições concêntricas submáximas de flexo-extensão de joelho a 90° e amplitude total de movimento do avaliado. Para determinação da CIVM foram realizadas três contrações voluntárias máximas de cinco segundos de duração em um ângulo articular de 60° de flexão do joelho (0° = extensão total), com um intervalo de dois minutos entre elas. O maior valor de torque atingido nas três tentativas foi considerado como a CIVM de cada momento de avaliação. Os participantes foram sempre instruídos a realizar força máxima e incentivo verbal foi fornecido pelos investigadores em cada uma das contrações.

Adicionalmente, foram aferidos a altura e o peso dos participantes para calcular os seus índices de massa corporal (IMC), segundo a fórmula: massa (Kg) ÷ altura (m²).

IMC abaixo de 25 foram considerados normais, entre 25 e 30 como sobrepeso e acima de 30 como obeso.

Protocolo de fadiga muscular induzida pelo exercício excêntrico

O protocolo de fadiga muscular foi realizado no mesmo dinamômetro isocinético, porém com contrações excêntricas máximas. A amplitude de movimento foi estipulada em 60°, sendo que o condutor do teste conduziu o movimento de extensão do joelho do participante de forma passiva até 30° de flexão. Nesse ponto o voluntário era estimulado a realizar o movimento de extensão do joelho com o máximo de sua força, ao passo que o braço do dinamômetro oferecia resistência contrária, levando o segmento para uma posição de 90° de flexão.

A velocidade angular de movimento foi estabelecida em 60°, de modo que tanto a fase de contração excêntrica quanto a fase passiva realizada pelo examinador tinham duração de um segundo. O protocolo foi adaptado de estudos prévios (Byrne *et al.*, 2001; Baroni *et al.*, 2010), realizados de forma unilateral (no membro dominante), sendo realizadas cinco séries com quinze repetições. Entre cada série foi observado um intervalo de 30 segundos para evitar a fadiga total durante a realização do protocolo. Os participantes foram orientados a produzir força máxima em todas as repetições.

Dois pesquisadores experientes com a utilização do dinamômetro realizaram todos os protocolos de fadiga e mensurações do estudo. Para a realização protocolo, os participantes foram orientados a não realizarem atividade física extenuante 48 horas antes do protocolo, não estarem em jejum e evitarem uma alimentação pesada antes do teste.

Determinação do nível de atividade física

Para determinar o nível de atividade física praticado por cada participante foi usado o *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) versão curta (Anexo 2), que é composto por sete questões, e suas informações permitem estimar o tempo despendido, por semana, em diferentes dimensões de atividade física (caminhadas e esforços físicos de intensidades moderada e vigorosa). Para determinação do nível de atividade física de cada indivíduo foi utilizado “*Guidelines for Data Processing and Analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)*” (<https://sites.google.com/site/theipaq/scoring-protocol>) conforme descrito a seguir.

Todas as pontuações contínuas são expressas em MET-minutos/semana. METs são múltiplos da taxa metabólica de repouso e um MET-minuto é computado multiplicando a pontuação MET de uma atividade pelos minutos realizados. Os valores médios e intervalos interquartis podem ser calculados obtendo-se uma pontuação MET para cada tipo de atividade, conforme descrito a seguir:

- Caminhada MET-minutos/semana: 3,3 METs x minutos a pé x dias de caminhada.
 - Moderada: 4,0 METs x minutos de atividade moderada x dias de atividade moderada.
 - Vigorosa: 8,0 METs x minutos de atividade vigorosa x dias de atividade vigorosa.
- TOTAL de atividade física: soma dos METs de Caminhada + Moderada + Vigorosa.

O IPAQ é categorizado da seguinte forma:

- Categoria 1: BAIXA

Este é o nível mais baixo de atividade física. Aqueles indivíduos que não preencheram as categorias Moderada e Alta foram considerados como tendo baixo nível de atividade física.

- Categoria 2: MÉDIA/MODERADA

O padrão de atividade a ser considerado como “moderado” é o seguinte:

- 3 ou mais dias de atividade de intensidade vigorosa de pelo menos 20 minutos por dia;
OU

- 5 ou mais dias de atividade de intensidade moderada e/ou caminhada de pelo menos 30 minutos por dia; OU

- 5 ou mais dias de qualquer combinação de caminhada, atividade de intensidade moderada ou vigorosa, alcançando um mínimo de pelo menos 600MET-minutos/semana;
Os indivíduos que preencheram pelo menos um desses critérios acima foram classificados como tendo nível moderado de atividade física.

- Categoria 3: ALTA

O padrão para que fosse considerado praticante de atividade física de nível alto foi o seguinte:

- Atividade de intensidade vigorosa em pelo menos 3 dias da semana atingindo um total de atividade física de pelo menos 1500MET-min/semana; OU

- 7 ou mais dias de qualquer combinação de caminhada, atividade de intensidade moderada ou vigorosa, atingindo pelo menos 3000MET-minutos/semana.

Para a análise do presente estudo, as categorias BAIXA e MÉDIA foram agrupadas.

Exames Laboratoriais

Coletas sanguíneas foram realizadas antes do protocolo indutor de Fadiga Muscular. Foram coletados 20 ml de sangue de cada participante por um enfermeiro treinado e capacitado, que foram enviados para análise pelo próprio HCPA.

Os seguintes parâmetros sanguíneos foram mensurados a fim de caracterizar o perfil sistêmico da amostra:

- Hemoglobina glicosilada (teste A1c): método de cromatografia de alta precisão em aparelho Merck-Hitachi L-9100 (Merck, Darmstadt, Germany);
- Proteína C-reativa ultrasensível: dosagem por nefelometria em nefelômetro da Bayer. Serão avaliados valores na faixa de 1 a 4 mg/l (Kaptoge *et al.*, 2010);
- Hemograma: automatizado com eventual estudo morfológico em esfregaços corados;
- Colesterol total: Método Enzimático, automatizado;
- Colesterol HDL: Método Enzimático Colorimétrico Direto;
- Triglicerídeos: Método Enzimático.

Considerações Éticas

Este protocolo de pesquisa foi aprovado pela Comissão de Pesquisa da FO-UFRGS e pelos Comitês de Ética Central da UFRGS e do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (como instituição coparticipante) via Plataforma Brasil (CAAE 49831115.0.0000.5347). O protocolo de pesquisa foi concebido de acordo com a resolução nº 466, de 11 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa.

Antes de serem convidados a participar do estudo, os indivíduos foram informados dos objetivos, riscos e benefícios do estudo, tendo lido e assinado termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo 4). Todos os dados coletados foram protegidos por confidencialidade e permaneceram à inteira disposição dos pacientes, bem como da equipe relacionada à pesquisa. Após terem suas informações digitadas no banco de dados os participantes foram referidos por um código de referência, e apenas análises por grupo foram realizadas.

Análise dos dados

A unidade analítica considerada foi o indivíduo e o nível de significância foi estabelecido em 5%. As análises foram realizadas utilizando o pacote estatístico STATA versão 14.

O desfecho primário do presente estudo foi a diferença na CIVM mensurada antes e após o protocolo de fadiga. O percentual de mudança na CIVM de antes para depois do protocolo de fadiga foi a variável de desfecho e que representou o grau de fadiga muscular. Valores negativos indicaram redução percentual da capacidade muscular de produção de força e, conseqüentemente, maior fadiga.

As seguintes variáveis independentes foram exploradas em possível associação com o desfecho primário: idade, educação, fumo, ingestão de bebidas alcoólicas, índice de massa corporal (IMC), IPAQ e fonte da amostra.

Estimativas das variáveis clínicas periodontais foram geradas para cada indivíduo. Para a caracterização do perfil periodontal de cada participante, os mesmos foram classificados em tendo ou não periodontite, de acordo com a proposição de Eke *et al.* (2012). Além disso, as médias de PS e PI foram calculadas para cada participante a fim de indicar o estado inflamatório e destrutivo do quadro periodontal.

Associações entre os descritores periodontais (exposição principal) com o desfecho primário foram avaliadas através de modelos de regressão linear multivariados com variância robusta. A modelagem seguiu as estratégias considerando conhecimento teórico e valores de p em conjunto (*purposeful approach* de Hosmer and Lemeshow, 2000). Modelos univariados foram aplicados para cada uma das variáveis independentes, sendo que aquelas que apresentassem $p < 0,25$ eram carregadas para o modelo multivariado. Permaneceram no modelo final apenas variáveis com $p < 0,05$ ou com efeito confundidor que foi medido por uma mudança de 20% em outra variável com a sua remoção e reinclusão no modelo. Após essa modelagem, foram aplicados cinco modelos distintos com a inclusão de cada uma das variáveis periodontais (exposição principal). Os pressupostos dos modelos foram avaliados através da análise dos resíduos. Interações e colinearidade também foram avaliadas não sendo encontradas.

RESULTADOS

O fluxograma de obtenção da amostra é ilustrado na Figura 2. Um total de 268 indivíduos foram potencialmente elegíveis a participar do estudo. Não foi possível

contato com 35 deles, sendo que dos 233 abordados quanto à elegibilidade, 95 tinham mais de 45 anos de idade, 20 tinham menos de 25 anos, 9 estavam em tratamento periodontal ou haviam tomado antibiótico recentemente e 3 tinham comprometimento sistêmico. Dos 106 indivíduos elegíveis de fato, 30 não tinham disponibilidade de horário para participar do estudo ou não mostraram interesse e 32 não compareceram ao chamamento para a pesquisa. Após a inclusão no estudo, 1 participante foi excluído por fazer uso de anabolizantes. Dessa forma, 43 indivíduos foram incluídos e terminaram o estudo.

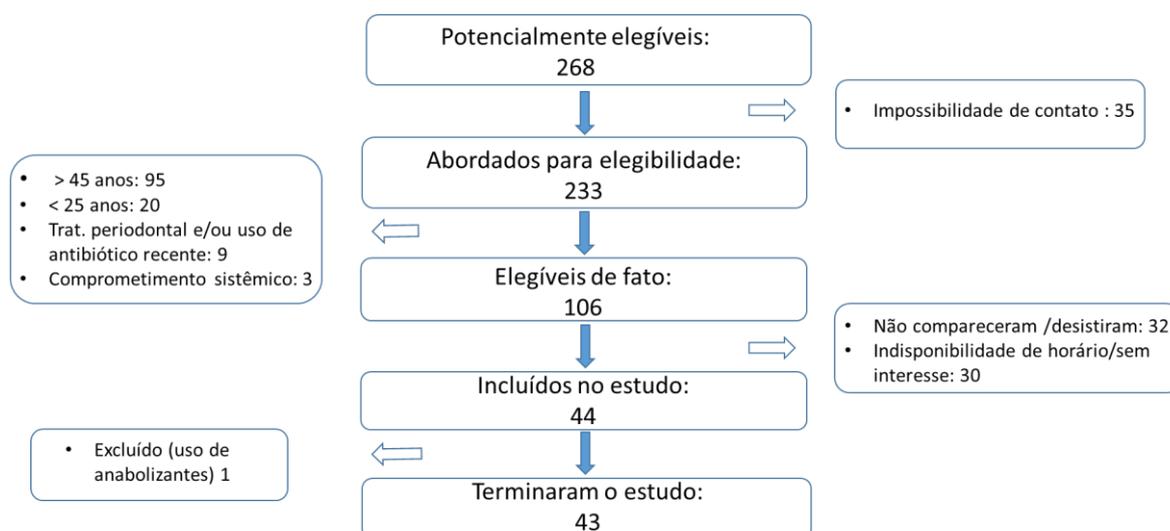


Figura 2. Fluxograma do estudo.

A Tabela 1 mostra as características da amostra no início do estudo. A média de idade dos participantes foi de 35,8 anos. A grande maioria tinha nível de escolaridade acima de ensino fundamental completo, costumava ingerir bebidas alcoólicas com frequência, e a maior parte nunca havia fumado. 39,5% dos indivíduos apresentou Índice de Massa Corporal normal e, a mesma porcentagem apresentou-se com sobrepeso. A maioria dos participantes praticava exercícios físicos nos níveis baixo ou moderado de acordo com os critérios do IPAQ, e 74,4% dos participantes eram pacientes que buscavam atendimento na Faculdade de Odontologia. Em média, os níveis de proteína C reativa, HDL e triglicérides estavam dentro dos limiares de normalidade populacional. Em relação às variáveis bucais, a média de dentes presentes foi de 25,9. Os níveis de placa e gengivite foram em média iguais a 39,9% e 19,5%, respectivamente. As médias de PS e PI foram de 2,06mm e 2,07mm, sendo que 18 (41,9%) participantes tinham periodontite.

Na totalidade da amostra, a CIVM passou de $267,7 \pm 53,6$ Nm para $193,4 \pm 47,6$ Nm após o protocolo de fadiga, representando uma redução de 27,8% na capacidade de produção de força. A Figura 3 mostra as médias da CIVM antes e após o protocolo de fadiga de acordo com a condição periodontal. Não foram observadas diferenças significativas entre participantes que tinham ou não periodontite e que apresentavam 2 ou mais dentes com PS ≥ 4 mm. Quando critério de categorização foi a PI ≥ 4 mm, os participantes que apresentavam 2 ou mais dentes com esta condição obtiveram CIVM significativamente menor ao final do protocolo de fadiga.

Os modelos de regressão linear da associação entre os descritores periodontais e o desfecho primário (mudança percentual na CIVM) estão descritos na Tabela 2. Nos modelos univariados, PS (beta=-12,36) e PI (beta=-5,03) médias estiveram associadas com uma redução significativamente maior na capacidade de produção de força. Após a modelagem, IMC, IPAQ e fonte da amostra permaneceram como preditores significativos da mudança na capacidade de produção de força e foram aplicados para todos os modelos com as variáveis periodontais. Todos os modelos multivariados com os cinco descritores periodontais apresentaram associação significativa. Por exemplo, ter periodontite implicou em uma redução de 9,49% a mais na CIVM comparado a não ter periodontite.

A mudança na significância das associações para as variáveis periodontite, ≥ 2 dentes com PS e PI proximal ≥ 4 mm se deveu à inclusão da variável IPAQ no modelo, demonstrando um possível efeito modificador da mesma na associação entre doença periodontal e CIVM. Dessa forma, análises estratificadas para IPAQ foram conduzidas (Tabela 3). Esta análise demonstrou que as associações entre parâmetros periodontais e CIVM esteve presente somente dentre os participantes com IPAQ baixo-médio, desaparecendo para aqueles com IPAQ alto. Estes dados trazem à tona a “Fatigabilidade de desempenho”, um dos dois atributos propostos por Enoka e Duchateau, relacionado à capacidade muscular contrátil e a capacidade do sistema nervoso para a realização da tarefa solicitada (Enoka e Duchateau, 2016), uma vez que um pré-condicionamento, também chamado de “efeito de ataques repetidos” pode proteger atletas (ou indivíduos com alto nível de atividade física), de possíveis danos musculares, pois o tecido muscular esquelético é menos vulnerável a lesões em sessões subsequentes do mesmo tipo de exercício. Na verdade, foi mostrado que a repetição de um exercício resulta em menos dano muscular, inflamação, estresse oxidativo, infiltração de leucócitos e perda de força (Fatouros, 2016).

Tabela 1. Características da amostra (n=43).

Variável	Estimativa
Idade (25-45 anos) (média±dp)	35,8±5,9
Educação (n/%)	
Fundamental incompleto	16 (37,2%)
Acima de fundamental completo	27 (62,8%)
Fumo (n/%)	
Nunca fumante	23 (53,5%)
Ex-fumante	9 (20,9%)
Fumante	11 (25,5%)
Bebidas alcoólicas (n/%)	
Nunca-raramente	13 (30,2%)
Às vezes-sempre	30 (69,8%)
Índice de massa corporal (n/%)	
Normal	17 (39,5%)
Sobrepeso	17 (39,5%)
Obeso	9 (21,0%)
IPAQ (n/%)	
Baixo-médio	28 (65,1%)
Alto	15 (34,9%)
Fonte da amostra (n/%)	
Pacientes da Faculdade de Odontologia	32 (74,4%)
Praticantes de atividade física	11 (25,6%)
Proteína C reativa (média±dp)	1,8±2,5
Colesterol HDL (média±dp)	46,5±12,1
Triglicerídeos (média±dp)	138,8±91,4
Hemoglobina glicada (média±dp)	5,3±0,3
Dentes presentes (média±dp)	25,9±2,6
Índice de placa visível (média±dp); %	39,9±23,6
Índice de sangramento gengival (média±dp); %	19,5±20,9
Profundidade de sondagem (média±dp); mm	2,06±0,39
Perda de inserção clínica (média±dp); mm	2,07±0,78
Sangramento subgengival (média±dp); %	29,9±23,3
Periodontite (n/%)	18 (41,9%)
≥2 dentes com PS proximal ≥4mm	19 (44,2%)
≥2 dentes com PI proximal ≥4mm	14 (32,6%)

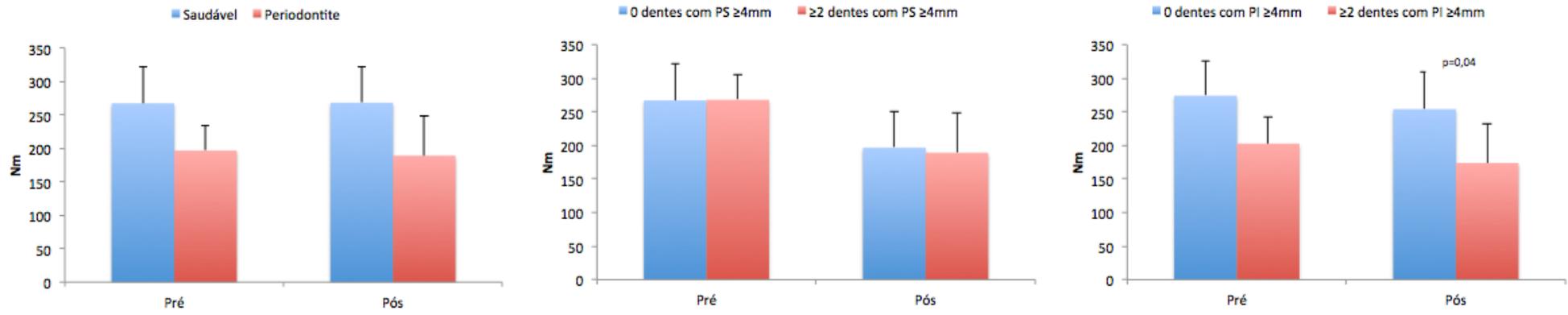


Figura 3. Média (desvio-padrão) da força (Nm) antes e após o protocolo de fadiga de acordo com a condição periodontal.

Tabela 2. Modelos de regressão linear uni e multivariados para a predição de fadiga (diferença percentual da CIVM) de acordo com a condição periodontal.

	Beta	IC95%	p
Univariados			
Modelo 1			
Periodontite	-4,11	-13,04 – 4,82	0,36
Modelo 2			
≥2 dentes com PS proximal ≥4mm	-4,87	-13,55 – 3,82	0,27
Modelo 3			
≥2 dentes com PI proximal ≥4mm	-6,55	-16,73 – 3,63	0,20
Modelo 4			
PS média	-12,36	-23,22 – -1,51	0,03
Modelo 5			
PI média	-5,03	-9,96 – -0,10	0,04
Multivariados			
Modelo 1			
Periodontite	-9,49	-17,75 – -1,23	0,03
Modelo 2			
≥2 dentes com PS proximal ≥4mm	-10,26	-18,02 – -2,51	0,01
Modelo 3			
≥2 dentes com PI proximal ≥4mm	-9,03	-17,67 – -0,38	0,04
Modelo 4			
PS média	-10,32	-20,57 – -0,08	0,04
Modelo 5			
PI média	-3,53	-7,43 – -0,07	0,04

*Ajustado para IMC, IPAQ e fonte da amostra.

Tabela 3. Modelos de regressão multivariados para a predição de fadiga (diferença percentual da CIVM) de acordo com a condição periodontal estratificados para IPAQ.

	IPAQ baixo-médio (n=28)			IPAQ alto (n=15)		
	Beta	IC95%	p	Beta	IC95%	p
Modelo 1						
Periodontite	-11,53	-23,38 – 0,02	0,05	-5,87	-18,30 – 6,55	0,32
Modelo 2						
≥2 dentes com PS proximal ≥4mm	-12,62	-23,50 – 1,73	0,03	-5,87	-18,30 – 6,55	0,32
Modelo 3						
≥2 dentes com PI proximal ≥4mm	-10,43	-23,44 – 2,57	0,04	-4,65	-15,95 – 6,64	0,38

*Ajustado para IMC e fonte da amostra

DISCUSSÃO

O presente estudo demonstrou associação significativa entre estado periodontal e fadiga muscular induzida pelo exercício. Esta associação foi modificada pelo nível de atividade física, sendo mais evidente dentre indivíduos que praticam menos atividade física diária. Não é de conhecimento por parte dos autores a existência de estudos prévios publicados abordando as associações avaliadas no presente estudo. Conseqüentemente, comparações com achados da literatura se constitui em tarefa difícil, devido à ausência de pesquisas com o mesmo objetivo.

A plausibilidade da associação entre doença periodontal e fadiga muscular deve residir no modelo de inflamação sistêmica, onde a inflamação periodontal atua como depósito de citocinas e endotoxinas bacterianas que seriam extravasadas para a corrente sanguínea. Da mesma forma, devido a eventos degenerativos musculares, há uma inflamação subclínica com aumento na concentração de citocinas sanguíneas, podendo ser as mesmas envolvidas em ambos os processos. Além disso, não se pode descartar no momento que a associação encontrada entre DP e fadiga muscular seja não causal e resultado da exposição aos mesmos fatores de risco ao longo da vida, principalmente obesidade, avanço da idade e diabetes.

Poucos estudos observacionais têm avaliado possíveis associações entre pior condição periodontal e capacidade muscular como um todo. Em estudo realizado pelo nosso grupo de pesquisa, indivíduos com pior estado periodontal apresentaram pior desempenho em um teste de aptidão física realizado periodicamente por policiais militares, tendo sido verificado um número maior de indivíduos com periodontite entre os que não atingiram o valor máximo do

teste em policiais militares de Porto Alegre (Oliveira *et al.*, 2015). Um estudo transversal na Alemanha, de base populacional, evidenciou que, quanto maior a perda de inserção periodontal, maior foi a perda de força de preensão desfecho utilizado como um descritor de força muscular (Eremenko *et al.*, 2016), apesar de que não foram avaliados outros desfechos relacionados a prática de atividade física que poderiam influenciar nas associações observadas. Esses achados, somados ao do presente estudo, começam a formar um corpo de evidência incipiente de que doenças periodontais possam vir a afetar negativamente os tecidos musculares.

Do ponto de vista metodológico, o presente estudo delimitou a faixa etária dos participantes devido ao fato de que idade é um fator que influencia na fadiga muscular, tendo menor capacidade de produção de força os indivíduos mais velhos, além de maiores danos estruturais após exercício excêntrico e recuperação mais lenta (Dedrick and Clarkson, 1990; Ploutz-Snyder *et al.*, 2001; Baudry *et al.*, 2007; Enoka and Duchateau, 2008; Baird *et al.*, 2012). Da mesma forma, a idade está associada à doença periodontal, uma vez que está bem documentado na literatura aumento na prevalência, extensão e severidade da perda de inserção com o aumento da idade (Susin *et al.*, 2004; Haas *et al.*, 2014). Dessa forma, ao selecionar os sujeitos dentro de uma faixa etária específica, pode-se controlar um possível fator de confusão nas associações entre doença periodontal e fadiga muscular. Também pela questão de controle de viés de confusão, a amostra incluiu apenas indivíduos do sexo masculino, uma vez que ainda há inconsistência na literatura a respeito da influência do sexo na resposta ao exercício excêntrico (Rinard *et al.*, 2000; Stupka *et al.*, 2000). Achados indicam que mulheres podem desenvolver menos dor, menor perda de força e menor rompimento das membranas musculares (Clarkson and Hubal, 2001; Sewright *et al.*, 2008), provavelmente devido a um efeito profilático do estrogênio nas membranas das fibras musculares e na homeostase do cálcio (Enns *et al.*, 2008; Iqbal *et al.*, 2008; Sonobe *et al.*, 2010). Ainda assim, recente estudo não demonstrou diferenças significativas entre homens e mulheres em relação após exercício excêntrico, questionando esse entendimento (Hicks *et al.*, 2016).

Existem dados demonstrando que a capacidade muscular pode ser afetada pela obesidade (Maffiuletti *et al.*, 2007; Silva Neto *et al.*, 2012). O IMC é amplamente utilizado na prática clínica e em pesquisas epidemiológicas para diferenciar indivíduos obesos e não obesos (Meeuwssen *et al.*, 2010), uma vez que é simples, rápido e de baixo custo (Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee, 1995). Entretanto, são reconhecidas algumas limitações deste método, não fazendo distinção entre massa adiposa e massa muscular (Deurenberg *et al.*, 1991; Gallagher *et al.*, 1996). Outra limitação do IMC é que ele não avalia a distribuição de gordura corporal. Tem sido postulado

que o sistema topográfico de distribuição de gordura pode desempenhar papel importante na resposta do sistema imune, e que o acúmulo de gordura visceral pode resultar em aumento nos níveis de glicose e lipídios e resistência à insulina (Guilherme *et al.*, 2008). No presente estudo, IMC foi um preditor significativo de fadiga muscular e, por isso, os modelos de associação com doença periodontal incluíram este preditor como ajuste. Em estudos futuros, outras medidas de massa adiposa (por exemplo, a espessura da camada adiposa subcutânea medida por meio de ultrassonografia) podem ser usadas para explorar outras possíveis associações.

Participaram do presente estudo indivíduos que procuraram atendimento na Faculdade de Odontologia da UFRGS e praticantes de atividade física. A fim de evitar viés de confusão, foi ajustado o modelo para fonte de amostra, pois é conhecido que a prática regular de atividade física pode atenuar as manifestações decorrentes do exercício intenso (Fatouros and Jamurtas, 2016), tanto na prevenção quanto em acelerar a recuperação. Em atletas, uma pequena magnitude e menor tempo de curso de expressão de marcadores pode ser devido ao fato de estarem mais acostumados ao tipo de treino (Peake *et al.*, 2005).

O protocolo experimental utilizado neste estudo foi projetado para avaliar a fadiga muscular dos indivíduos. O dinamômetro isocinético Biodex System 3 Pro permite o controle da velocidade angular durante as contrações isocinéticas. A velocidade angular (ou a velocidade de encurtamento do músculo) é uma importante variável que afeta a produção da força muscular, conforme descrito pela relação força-velocidade (Holmes, 2006), que afeta a fadiga muscular. Por esta razão, os dinamômetros isocinéticos são considerados o equipamento padrão-ouro para medir o desempenho muscular e, conseqüentemente, a fadiga muscular (Montgomery *et al.*, 1989). A quantificação mecânica da fadiga mais comumente utilizada é determinada comparando as contrações isométricas voluntárias máximas realizadas antes e após um determinado teste de esforço nesses dinamômetros, como foi o caso deste estudo (Cairns *et al.*, 2005). Isso permitiu a aplicação de um modelo de fadiga metodologicamente válido para os objetivos deste estudo.

Este estudo fez parte de uma pesquisa maior que também avaliou dano muscular. Os protocolos excêntricos, realizados em dinamômetros isocinéticos ou até mesmo corridas em declives, são comumente usados em pesquisas científicas para avaliar dano muscular induzido pelo exercício, permitindo estudar diferentes situações que podem alterar esse processo.

A associação entre periodontite, ≥ 2 dentes com PS e PI proximal ≥ 4 mm e fadiga não foi significativa na análise univariada. Porém, quando no modelo foi incluída a variável IPAQ, a associação se tornou significativa e o coeficiente beta da regressão linear duplicou, indicando

um possível efeito modificador do IPAQ na associação entre doença periodontal e capacidade de produção de força. A partir disso, foi realizada análise estratificada para IPAQ, observando-se que uma maior prática de atividade física pode atuar como um possível fator de proteção na perda de capacidade de produção de força muscular relacionada à doença periodontal.

Uma das limitações deste estudo é o tamanho da amostra, uma vez que ele apresenta dados preliminares de um estudo onde o cálculo amostral prevê a necessidade de 108 indivíduos. Além disso, os eventos biológicos que podem estar relacionados à associação entre doença periodontal e fadiga muscular não foram explorados, mas futuramente serão explorados através de análises sanguíneas de citocinas inflamatórias envolvidas na cascata de eventos musculares. Por outro lado, a utilização de modelos multivariados com o ajuste para IMC, IPAQ e fonte da amostra possibilitaram controlar para importantes fatores de confusão. A avaliação de diferentes descritores periodontais também se apresenta como uma vantagem do estudo, além do fato de terem sido aplicados protocolos de exame periodontal completo com seis sítios por dente em todos os dentes presentes.

A associação encontrada entre doença periodontal e fadiga muscular traz à tona mais uma vez a importância dos cuidados com a saúde bucal para um bem-estar geral. Este aspecto toma ainda maior magnitude pelos possíveis impactos que uma relação entre doença periodontal e fadiga muscular pode ter para diferentes indivíduos tais como profissionais do esporte. Uma vez comprovada essa conexão, a questão deveria ser abordada a nível populacional, pois, conforme os achados do presente estudo, se faz necessário tanto o tratamento/prevenção das doenças periodontais, quanto a prática de atividades físicas como estratégias para a promoção de saúde. Em nível individual, a manutenção de saúde bucal de atletas poderia se constituir em importante estratégia para diminuir a fadiga muscular e suas possíveis complicações, e melhorar seu desempenho.

CONCLUSÃO

Pode se sugerir, a partir dessa análise preliminar, que a doença periodontal pode ser um indicador de risco para a fadiga muscular, assim como a prática de atividades físicas pode vir a proteger a perda da capacidade de produção de força influenciada pela doença periodontal. Isto reforça a importância da saúde bucal no contexto de saúde geral dos indivíduos, indicando que o apoio do Cirurgião-Dentista é imprescindível para que atletas e praticantes de atividades físicas previnam eventos musculares decorrentes de exercício intenso e melhorem suas performances. Os mecanismos biológicos envolvidos neste processo ainda precisam ser

determinados; porém, a possibilidade de que a doença periodontal contribua para um estado de inflamação sistêmica crônica é uma possível explicação para essa ocorrência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AINAMO, J.; BAY, I. Problems and proposals for recording gingivitis and plaque. **Int Dent J**, v. 25, n. 4, p. 229-35, Dec 1975.
- AL-ZAHRANI, M. S.; BORAWSKI, E. A.; BISSADA, N. F. Increased physical activity reduces prevalence of periodontitis. **J Dent**, v. 33, n. 9, p. 703-10, Oct 2005.
- ALBANDAR, J. M. Global risk factors and risk indicators for periodontal diseases. **Periodontol**, v. 29, p. 177-206, 2002a.
- _____. Periodontal diseases in North America. **Periodontol 2000**, v. 29, p. 31-69, 2002b.
- _____. Epidemiology and risk factors of periodontal diseases. **Dent Clin North Am**, v. 49, n. 3, p. 517-32, v-vi, Jul 2005.
- ALLEN, D. G.; LAMB, G. D.; WESTERBLAD, H. Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. **Physiol Rev**, v. 88, n. 1, p. 287-332, Jan 2008.
- ALLEN, D. G.; WHITEHEAD, N. P.; YEUNG, E. W. Mechanisms of stretch-induced muscle damage in normal and dystrophic muscle: role of ionic changes. **J Physiol**, v. 567, n. Pt 3, p. 723-35, Sep 2005.
- AMENT, W.; VERKERKE, G. J. Exercise and fatigue. **Sports Med**, v. 39, n. 5, p. 389-422, 2009.
- ASCENSÃO, A. et al. Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica. **Rev Portug Ciênc Desp**. 3: 108-23 p. 2003.
- ASHLEY, P. et al. Oral health of elite athletes and association with performance: a systematic review. **Br J Sports Med**, v. 49, n. 1, p. 14-9, Jan 2015.
- BAIRD, M. F. et al. Creatine-kinase- and exercise-related muscle damage implications for muscle performance and recovery. **J Nutr Metab**, v. 2012, p. 960363, 2012.
- BALNAVE, C.; ALLEN, D. Intracellular calcium and force in single mouse muscle fibres following repeated contractions with stretch. **J Physiol**, v. 488, n. Pt 1, p. 25-36, 1995.
- BARNES, M. J.; MÜNDEL, T.; STANNARD, S. R. Acute alcohol consumption aggravates the decline in muscle performance following strenuous eccentric exercise. **J Sci Med Sport**, v. 13, n. 1, p. 189-93, Jan 2010.
- BARONI, B. M. et al. Effect of light-emitting diodes therapy (LEDT) on knee extensor muscle fatigue. **Photomed Laser Surg**, v. 28, n. 5, p. 653-8, Oct 2010.
- BAUDRY, S. et al. Age-related fatigability of the ankle dorsiflexor muscles during concentric and eccentric contractions. **Eur J Appl Physiol**, v. 100, n. 5, p. 515-25, Jul 2007. ISSN 1439-6319. Available at: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16718508> >.

BAUTMANS, I. et al. Handgrip performance in relation to self-perceived fatigue, physical functioning and circulating IL-6 in elderly persons without inflammation. **BMC Geriatr**, v. 7, p. 5, Mar 2007.

_____. Muscle endurance in elderly nursing home residents is related to fatigue perception, mobility, and circulating tumor necrosis factor-alpha, interleukin-6, and heat shock protein 70. **J Am Geriatr Soc**, v. 56, n. 3, p. 389-96, Mar 2008.

BAWADI, H. A. et al. The association between periodontal disease, physical activity and healthy diet among adults in Jordan. **J Periodontal Res**, v. 46, n. 1, p. 74-81, Feb 2011.

BECK, J. D.; OFFENBACHER, S. Relationships among clinical measures of periodontal disease and their associations with systemic markers. **Ann Periodontol**, v. 7, n. 1, p. 79-89, Dec 2002.

BENEDETTI, T. R. B. et al. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. **Rev Bras Med Esp**. Florianópolis, Santa Catarina/Brasil. 13 2007.

BIGLAND-RITCHIE, B.; WOODS, J. J. Changes in muscle contractile properties and neural control during human muscular fatigue. **Muscle Nerve**, v. 7, n. 9, p. 691-9, 1984 Nov-Dec 1984.

BISHOP, N. C. et al. Carbohydrate beverage ingestion and neutrophil degranulation responses following cycling to fatigue at 75% VO₂ max. **Int J Sports Med**, v. 22, n. 3, p. 226-31, Apr 2001.

BRANCACCIO, P. et al. Serum enzyme monitoring in sports medicine. **Clin Sports Med**, v. 27, n. 1, p. 1-18, vii, Jan 2008.

BROOKS, S. V.; ZERBA, E.; FAULKNER, J. A. Injury to muscle fibres after single stretches of passive and maximally stimulated muscles in mice. **J Physiol**, v. 488, n. Pt 2, p. 459-469, 1995.

BROWN, L. M.; HILL, L. Some observations on variations in filament overlap in tetanized muscle fibres and fibres stretched during a tetanus, detected in the electron microscope after rapid fixation. **J Muscle Res Cell Motil**, v. 12, n. 2, p. 171-182, 1991.

BYRNE, C.; ESTON, R. G.; EDWARDS, R. H. Characteristics of isometric and dynamic strength loss following eccentric exercise-induced muscle damage. **Scand J Med Sci Sports**, v. 11, n. 3, p. 134-40, Jun 2001.

CAIRNS, S. P. et al. Evaluation of models used to study neuromuscular fatigue. **Exerc Sport Sci Rev**, v. 33, n. 1, p. 9-16, Jan 2005.

CLARK, B. C. et al. Sex differences in muscle fatigability and activation patterns of the human quadriceps femoris. **Eur J Appl Physiol**, v. 94, n. 1-2, p. 196-206, May 2005.

CLARKSON, P. M.; HUBAL, M. J. Are women less susceptible to exercise-induced muscle damage? **Curr Opin Clin Nutr Metab Care**, v. 4, n. 6, p. 527-31, Nov 2001.

CLOSE, G. L. et al. Skeletal muscle damage with exercise and aging. **Sports Med**, v. 35, n. 5, p. 413-27, 2005.

CRAIG, C. L. et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. **Med Sci Sports Exerc**, v. 35, n. 8, p. 1381-95, Aug 2003.

DE RUITER, C. J. et al. The isometric torque at which knee-extensor muscle reoxygenation stops. **Med Sci Sports Exerc**, v. 39, n. 3, p. 443-53, Mar 2007.

DEDRICK, M. E.; CLARKSON, P. M. The effects of eccentric exercise on motor performance in young and older women. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 60, n. 3, p. 183-6, 1990.

DEURENBERG, P.; WESTSTRATE, J. A.; SEIDELL, J. C. Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex-specific prediction formulas. **Br J Nutr**, v. 65, n. 2, p. 105-14, Mar 1991.

DUAN, C. et al. Rat skeletal muscle mitochondrial [Ca²⁺] and injury from downhill walking. **J Appl Physiol**, v. 68, n. 3, p. 1241-1251, 1990.

DUKE, A. M.; STEELE, D. S. Effects of creatine phosphate on Ca²⁺ regulation by the sarcoplasmic reticulum in mechanically skinned rat skeletal muscle fibres. **J Physiol**, v. 517 (Pt 2), p. 447-58, Jun 1999.

EDWARDS, R. H. Human muscle function and fatigue. **Ciba Found Symp**, v. 82, p. 1-18, 1981.

EKE, P. I. et al. Update of the case definitions for population-based surveillance of periodontitis. **J Periodontol**, v. 83, n. 12, p. 1449-54, Dec 2012.

ENNS, D. L.; IQBAL, S.; TIIDUS, P. M. Oestrogen receptors mediate oestrogen-induced increases in post-exercise rat skeletal muscle satellite cells. **Acta Physiol (Oxf)**, v. 194, n. 1, p. 81-93, Sep 2008.

ENOKA, R. M. Mechanisms of muscle fatigue: Central factors and task dependency. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 5, n. 3, p. 141-9, Sep 1995.

ENOKA, R. M.; DUCHATEAU, J. Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. **J Physiol**, v. 586, n. 1, p. 11-23, Jan 2008.

_____. Translating Fatigue to Human Performance. **Med Sci Sports Exerc**, v. 48, n. 11, p. 2228-2238, Nov 2016.

EREMENKO, M. et al. Cross-sectional association between physical strength, obesity, periodontitis and number of teeth in a general population. **J Clin Periodontol**, v. 43, n. 5, p. 401-7, May 2016.

FATOUROS, I. G.; JAMURTAS, A. Z. Insights into the molecular etiology of exercise-induced inflammation: opportunities for optimizing performance. **J Inflamm Res**, v. 9, p. 175-186, 2016.

FAULKNER, J. A.; JONES, D. A.; ROUND, J. M. Injury to skeletal muscles of mice by forced lengthening during contractions. **Exper Physiol**, v. 74, n. 5, p. 661-670, 1989.

FICK, A. **Mechanische Arbeit und Wärmeentwicklung bei der Muskelthätigkeit**. FA Brockhaus, 1882.

FITTS, R. H. Cellular mechanisms of muscle fatigue. **Physiol Rev**, v. 74, n. 1, p. 49-94, Jan 1994.

_____. The cross-bridge cycle and skeletal muscle fatigue. **J Appl Physiol (1985)**, v. 104, n. 2, p. 551-8, Feb 2008.

FLECK, M. P. et al. [Application of the Portuguese version of the abbreviated instrument of quality life WHOQOL-bref]. **Rev Saude Publica**, v. 34, n. 2, p. 178-83, Apr 2000.

FRIDEN, J.; SJOSTROM, M.; EKBLUM, B. Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man. **Int J Sports Med**, v. 4, n. 3, p. 170-6, Aug 1983.

GALLAGHER, D. et al. How useful is body mass index for comparison of body fatness across age, sex, and ethnic groups? **Am J Epidemiol**, v. 143, n. 3, p. 228-39, Feb 1996.

GANDEVIA, S. C. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. **Physiol Rev**, v. 81, n. 4, p. 1725-89, Oct 2001.

GUILHERME, A. et al. Adipocyte dysfunctions linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes. **Nat Rev Mol Cell Biol**, v. 9, n. 5, p. 367-77, May 2008.

HAAS, A. N. et al. Risk factors for the progression of periodontal attachment loss: a 5-year population-based study in South Brazil. **J Clin Periodontol**, v. 41, n. 3, p. 215-23, Mar 2014.

HAMER, P. et al. Evans Blue Dye as an in vivo marker of myofibre damage: optimising parameters for detecting initial myofibre membrane permeability. **J Anat**, v. 200, n. 1, p. 69-79, 2002.

HERZOG, W. The biomechanics of muscle contraction: optimizing sport performance. **Sport Ortho Trauma**. 25: 289-293 p. 2009.

HICKS, A. L.; KENT-BRAUN, J.; DITOR, D. S. Sex differences in human skeletal muscle fatigue. **Exerc Sport Sci Rev**, v. 29, n. 3, p. 109-12, Jul 2001.

HICKS, K. M. et al. Muscle Damage following Maximal Eccentric Knee Extensions in Males and Females. **PLoS One**, v. 11, n. 3, p. e0150848, 2016.

HOLMES, J. W. Teaching from classic papers: Hill's model of muscle contraction. **Adv Physiol Educ**, v. 30, n. 2, p. 67-72, Jun 2006.

HOSMER, D. W.; LEMESHOW, S. **Applied logistic regression** 2nd ed. New York, N.Y. : Wiley, 2000.

HUNTER, S. K. et al. Supraspinal fatigue does not explain the sex difference in muscle fatigue of maximal contractions. **J Appl Physiol** (1985), v. 101, n. 4, p. 1036-44, Oct 2006.

IQBAL, S. et al. Progesterone and estrogen influence postexercise leukocyte infiltration in ovariectomized female rats. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 33, n. 6, p. 1207-12, Dec 2008.

INGALLS, C. P. et al. EC coupling failure in mouse EDL muscle after in vivo eccentric contractions. **J Appl Physiol**, v. 85, n. 1, p. 58-67, 1998.

JONES, D. et al. Experimental human muscle damage: morphological changes in relation to other indices of damage. **J Physiol**, v. 375, n. 1, p. 435-448, 1986.

JOSHIPURA, K. Exercise, high-quality diet, and maintaining normal weight are associated with reduced levels of periodontitis. **J Evid Based Dent Pract**, v. 6, n. 3, p. 230-1, Sep 2006.

KAPTOGE, S. et al. C-reactive protein concentration and risk of coronary heart disease, stroke, and mortality: an individual participant meta-analysis. **Lancet**, v. 375, n. 9709, p. 132-140, Jan 2010.

KLUGER, B. M.; KRUPP, L. B.; ENOKA, R. M. Fatigue and fatigability in neurologic illnesses: proposal for a unified taxonomy. **Neurology**, v. 80, n. 4, p. 409-16, Jan 2013.

LEE, J. et al. Eccentric exercise effect on blood oxidative-stress markers and delayed onset of muscle soreness. **Med Sci Sports Exerc**, v. 34, n. 3, p. 443-8, Mar 2002.

LIEBER, R. L.; THORNELL, L. E.; FRIDÉN, J. Muscle cytoskeletal disruption occurs within the first 15 min of cyclic eccentric contraction. **J Appl Physiol** (1985), v. 80, n. 1, p. 278-84, Jan 1996.

LOVERING, R. M.; DE DEYNE, P. G. Contractile function, sarcolemma integrity, and the loss of dystrophin after skeletal muscle eccentric contraction-induced injury. **Am J Physiol-Cell Physiol**, v. 286, n. 2, p. C230-C238, 2004.

MACINTYRE, D. L. et al. Different effects of strenuous eccentric exercise on the accumulation of neutrophils in muscle in women and men. **Eur J Appl Physiol**, v. 81, n. 1-2, p. 47-53, Jan 2000.

MAFFIULETTI, N. A. et al. Differences in quadriceps muscle strength and fatigue between lean and obese subjects. **Eur J Appl Physiol**, v. 101, n. 1, p. 51-9, Sep 2007.

MALM, C. et al. Immunological changes in human skeletal muscle and blood after eccentric exercise and multiple biopsies. **J Physiol**, v. 529 Pt 1, p. 243-62, Nov 2000.

MANFREDI, T. G. et al. Plasma creatine kinase activity and exercise-induced muscle damage in older men. **Med Sci Sports Exerc**, v. 23, n. 9, p. 1028-34, Sep 1991.

MATSUDO, S.; AL., E. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): Estudo de Validade e Reprodutibilidade no Brasil. **Atividade Física e Saúde**, 5: 5-18, 2006.

MCCULLY, K. K.; FAULKNER, J. A. Injury to skeletal muscle fibers of mice following lengthening contractions. **J Appl Physiol**, v. 59, n. 1, p. 119-126, 1985.

MCNEIL, P. L.; KHAKEE, R. Disruptions of muscle fiber plasma membranes. Role in exercise-induced damage. **Amer J Pathol**, v. 140, n. 5, p. 1097, 1992.

MEEUWSEN, S.; HORGAN, G. W.; ELIA, M. The relationship between BMI and percent body fat, measured by bioelectrical impedance, in a large adult sample is curvilinear and influenced by age and sex. **Clin Nutr**, v. 29, n. 5, p. 560-6, Oct 2010.

MERCHANT, A. T. et al. Increased physical activity decreases periodontitis risk in men. **Eur J Epidemiol**, v. 18, n. 9, p. 891-8, 2003.

MONTGOMERY, L. C.; DOUGLASS, L. W.; DEUSTER, P. A. Reliability of an isokinetic test of muscle strength and endurance. **J Orthop Sports Phys Ther**, v. 10, n. 8, p. 315-22, 1989.

MOUTSOPOULOS, N. M.; MADIANOS, P. N. Low-grade inflammation in chronic infectious diseases: paradigm of periodontal infections. **Ann N Y Acad Sci**, v. 1088, p. 251-64, Nov 2006.

NEWHAM, D. et al. Ultrastructural changes after concentric and eccentric contractions of human muscle. **J Neurol Sci**, v. 61, n. 1, p. 109-122, 1983.

OLIVEIRA, J. A. et al. Periodontal disease as a risk indicator for poor physical fitness: a cross-sectional observational study. **J Periodontol**, v. 86, n. 1, p. 44-52, Jan 2015.

ORTENBLAD, N.; SJØGAARD, G.; MADSEN, K. Impaired sarcoplasmic reticulum Ca(2+) release rate after fatiguing stimulation in rat skeletal muscle. **J Appl Physiol (1985)**, v. 89, n. 1, p. 210-7, Jul 2000.

PAFFENBARGER, R. S. et al. Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. **N Engl J Med**, v. 314, n. 10, p. 605-13, Mar 1986.

PARASKEVAS, S.; HUIZINGA, J. D.; LOOS, B. G. A systematic review and meta-analyses on C-reactive protein in relation to periodontitis. **J Clin Periodontol**, v. 35, n. 4, p. 277-90, Apr 2008.

PAULSEN, G. et al. Leucocytes, cytokines and satellite cells: what role do they play in muscle damage and regeneration following eccentric exercise? **Exerc Immunol Rev**, v. 18, p. 42-97, 2012.

PEAKE, J.; NOSAKA, K.; SUZUKI, K. Characterization of inflammatory responses to eccentric exercise in humans. **Exerc Immunol Rev**, v. 11, p. 64-85, 2005.

PETERSEN, P. E.; OGAWA, H. The global burden of periodontal disease: towards integration with chronic disease prevention and control. **Periodontol**, v. 60, n. 1, p. 15-39, Oct 2012.

Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. **World Health Organ Tech Rep Ser**, v. 854, p. 1-452, 1995.

PIHLSTROM, B. L.; MICHALOWICZ, B. S.; JOHNSON, N. W. Periodontal diseases. **Lancet**, v. 366, n. 9499, p. 1809-20, Nov 19 2005.

PLACE, N. et al. Muscle fatigue: from observations in humans to underlying mechanisms studied in intact single muscle fibres. **Eur J Appl Physiol**, v. 110, n. 1, p. 1-15, Sep 2010.

PLOUTZ-SNYDER, L. L. et al. Resistance training reduces susceptibility to eccentric exercise-induced muscle dysfunction in older women. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 56, n. 9, p. B384-90, Sep 2001.

PROSKE, U.; MORGAN, D. L. Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. **J Physiol**, v. 537, n. Pt 2, p. 333-45, Dec 2001.

RATTEY, J. et al. Contralateral muscle fatigue in human quadriceps muscle: evidence for a centrally mediated fatigue response and cross-over effect. **Pflugers Arch**, v. 452, n. 2, p. 199-207, May 2006.

RINARD, J. et al. Response of males and females to high-force eccentric exercise. **J Sports Sci**, v. 18, n. 4, p. 229-36, Apr 2000.

ROTH, S. M. et al. High-volume, heavy-resistance strength training and muscle damage in young and older women. **J Appl Physiol (1985)**, v. 88, n. 3, p. 1112-8, Mar 2000.

SABIA, S. et al. Physical activity and adiposity markers at older ages: accelerometer vs questionnaire data. **J Am Med Dir Assoc**, v. 16, n. 5, p. 438.e7-13, May 2015.

SAHLIN, K. Metabolic factors in fatigue. **Sports Med**, v. 13, n. 2, p. 99-107, Feb 1992.

SAHLIN, K.; TONKONOGLI, M.; SÖDERLUND, K. Energy supply and muscle fatigue in humans. **Acta Physiol Scand**, v. 162, n. 3, p. 261-6, Mar 1998.

SEWRIGHT, K. A. et al. Sex differences in response to maximal eccentric exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v. 40, n. 2, p. 242-51, Feb 2008.

SHIMAZAKI, Y. et al. Relationship between obesity and physical fitness and periodontitis. **J Periodontol**, v. 81, n. 8, p. 1124-31, Aug 2010.

SILVA NETO, L. S. et al. Association between sarcopenia, sarcopenic obesity, muscle strength and quality of life variables in elderly women. **Rev Bras Fisioter**, v. 16, n. 5, p. 360-7, 2012 Sep-Oct 2012.

SLADE, G. D. et al. Acute-phase inflammatory response to periodontal disease in the US population. **J Dent Res**, v. 79, n. 1, p. 49-57, Jan 2000.

SONOBE, T. et al. Sex differences in intracellular Ca(2+) accumulation following eccentric contractions of rat skeletal muscle in vivo. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol**, v. 299, n. 4, p. R1006-12, Oct 2010.

STUPKA, N. et al. Gender differences in muscle inflammation after eccentric exercise. **J Appl Physiol** (1985), v. 89, n. 6, p. 2325-32, Dec 2000.

SUSIN, C. et al. Periodontal attachment loss in an urban population of Brazilian adults: effect of demographic, behavioral, and environmental risk indicators. **J Periodontol**, v. 75, n. 7, p. 1033-41, Jul 2004.

_____. Prevalence and risk indicators for chronic periodontitis in adolescents and young adults in south Brazil. **J Clin Periodontol**, v. 38, n. 4, p. 326-33, Apr 2011.

TAKEKURA, H. et al. Eccentric exercise-induced morphological changes in the membrane systems involved in excitation—contraction coupling in rat skeletal muscle. **J Physiol**, v. 533, n. 2, p. 571-583, 2001.

TAYLOR, J. L. et al. Neural Contributions to Muscle Fatigue: From the Brain to the Muscle and Back Again. **Med Sci Sports Exerc**, v. 48, n. 11, p. 2294-2306, Nov 2016.

TIIDUS, P. M. Influence of estrogen on skeletal muscle damage, inflammation, and repair. **Exerc Sport Sci Rev**, v. 31, n. 1, p. 40-4, Jan 2003.

TORRES, R.; CARVALHO, P.; DUARTE, J. A. Influência da aplicação de um programa de estiramento estático, após contrações excêntricas, nas manifestações clínicas e bioquímicas de lesão muscular esquelética. **Rev Port Cien Desp**, 5: 274-287, 2005.

TSIVITSE, S. K. et al. Downhill running in rats: influence on neutrophils, macrophages, and MyoD+ cells in skeletal muscle. **Eur J Appl Physiol**, v. 90, n. 5-6, p. 633-8, Nov 2003.

VAN DYKE, T. E. The management of inflammation in periodontal disease. **J Periodontol**, v. 79, n. 8 Suppl, p. 1601-8, Aug 2008.

VARGAS, N. T.; MARINO, F. A neuroinflammatory model for acute fatigue during exercise. **Sports Med**, v. 44, n. 11, p. 1479-87, Nov 2014.

VON ELM, E. et al. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. **Prev Med**, v. 45, n. 4, p. 247-51, Oct 2007.

WAKAI, K. et al. Associations of medical status and physical fitness with periodontal disease. **J Clin Periodontol**, v. 26, n. 10, p. 664-72, Oct 1999.

WARREN, G. L. et al. Mechanical factors in the initiation of eccentric contraction-induced injury in rat soleus muscle. **J Physiol**, v. 464, n. 1, p. 457-475, 1993. ISSN 0022-3751.

WEIR, J. P. et al. Is fatigue all in your head? A critical review of the central governor model. **Br J Sports Med**, v. 40, n. 7, p. 573-86; discussion 586, Jul 2006.

WILLIAMS, J. H.; KLUG, G. A. Calcium exchange hypothesis of skeletal muscle fatigue: a brief review. **Muscle Nerve**, v. 18, n. 4, p. 421-34, Apr 1995.

WU, T. et al. Examination of the relation between periodontal health status and cardiovascular risk factors: serum total and high density lipoprotein cholesterol, C-reactive protein, and plasma fibrinogen. **Am J Epidemiol**, v. 151, n. 3, p. 273-82, Feb 2000.

YEUNG, E. W. et al. Development of T-tubular vacuoles in eccentrically damaged mouse muscle fibres. **J Physiol**, v. 540, n. 2, p. 581-592, 2002.

Anexo 1

QUESTIONÁRIO

Data.. / / 2 0 Setor censitário.. REGISTRO Nº Entrevistador: João Paulo Joseane Outro.....

DADOS PESSOAIS

1.1. Nome.....

1.2. Endereço.....

1.3. Telefone res. ()..... 1.4. Telefone cel. ().....

1.5. E-mail.....

1.6. Contato familiar..... 1.7. Telefone res. ()..... 1.8. Telefone cel. ().....

1.9. Sexo. 1..Masculino. 2..Feminino 1.10. Data de nascimento.. / / 1 9 1.11. Idade. ..anos 1.12. Raça. 1..Branca. 2..Negra/Preta. 3..Parda/Mulata. 4..Amarela. 5..Indígena1.13. Estado civil.. 1..Solteiro(a). 2..Casado(a)/União estável.. 3..Divorciado(a).. 4..Viúvo(a).. 5..Outro.....

DADOS SOCIOECONÔMICOS

2.1. Você é alfabetizado(a)?.. 1..Sim. 2.. Não2.2. Você estudou até:.. 1..Nunca estudou.. 2..1ª a 4ª série do 1º grau.. 3..5ª a 8ª série do 1º grau.. 4..2º grau incompleto 5..2º grau completo.. 6..3º grau incompleto.. 7..3º grau completo.. 8..Pós-graduação

2.3. Quantos...você possui? (Não possui = 0 / 1 / 2 / 3 / 4 ou mais = 4)

2.6. Aspiradores de pó	2.12. Máquinas de lavar roupas
2.7. Automóveis	2.13. Microondas
2.8. Banheiros	2.14. Rádios
2.9. Computadores	2.15. Refrigeradores
2.10. Empregadas (pagamento mensal)	2.16. Televisores coloridos
2.11. Freezer (considerar um refrigerador duplex)	2.17. Videocassetes / DVDs

2.4. No mês passado, quanto receberam, em reais, juntas, todas as pessoas que moram na sua casa?

 1..Até 250.. 2..251 a 480.. 3..481 a 1500.. 4..1501 a 2500.. 5..2501 a 4500.. 6..4501 a 9500.. 7..Mais de 9500.. .. 8.. Não sabe 9.. Não respondeu

HISTÓRIA MÉDICA

3.1 Você apresenta alguma das seguintes doenças? (Sim = 1 / Não = 2 / Não sabe = 3)

3.1. Artrite reumatóide	3.3. Osteoporose	3.5. Doença cardíaca ou arterial
3.2. Diabetes	3.4. Asma	3.6. Síndrome Metabólica

3.2. Você está usando alguma medicação?.. 1..Sim. 2..Não Qual?.....3.3. Você apresenta ou apresentou algum problema hormonal? 1..Sim 2.. Não Qual?.....

3.4. Costuma sentir necessidade de utilizar analgésicos ou antiinflamatórios devido a dores musculares?

 1.. Sim 2.. Não Qual?.....

FATORES COMPORTAMENTAIS

4.1. Você fuma atualmente?. 1 .Sim → Quantos cigarros por dia? Há quantos anos? 2 Não → Você fumou anteriormente? 1 .Sim.. 2 NãoQuantos cigarros por dia? Há quantos anos você parou de fumar? Por quantos anos? **4.2. Você ingere bebidas alcoólicas: ..** 1 ..Nunca.. 2 ..Raramente.. 3 ..Às vezes.. 4 ..Frequentemente**4.3. Qual tipo?..** 1 Nenhum.. 2 Cerveja 3 Cachaça 4 Vinho 5 Outro.....**4.4. Quantas doses/copo você ingere por semana?** .**4.5. Você costuma apertar ou ranger os dentes?..** 1 .Sim.. 2 Não.. 3 Não sabe**4.6. Você utiliza alguma suplementação alimentar?** Sim 1 Não 2 Qual?.....**4.7. Você costuma sentir-se cansado?** 1 Sim 2 Não**4.8. Com que frequência?** 1 Uma vez por semana 2 Duas vezes 3 Três vezes ou mais

HÁBITOS DE HIGIENE BUCAL

5.1. Com que frequência você escova seus dentes? 1 ..Nunca escova.. 2 ..Menos de uma vez por dia.. 3 ..Uma vez por dia.. 4 ..Duas vezes por dia.. 5 ..Três vezes ou mais por dia**5.2. Qual tipo de escova você usa?..** 1 Não usa escova.. 2 Macia.. 3 Média.. 4 Dura.. 5 Não sabe**5.3. Com que frequência você limpa entre seus dentes?** 1 ..Nunca limpa.. 2 ..Menos de uma vez por dia.. 3 ..Uma vez por dia.. 4 ..Duas vezes por dia.. 5 ..Três vezes ou mais por dia**5.4. O que você usa para limpar entre seus dentes?** 1 Nada.. 2 Palito de dentes.. 3 Fio dental.. 4 Outro.....**5.5. Com que frequência você limpa a língua?** 1 ..Nunca limpa.. 2 ..Menos de uma vez por dia.. 3 ..Uma vez por dia.. 4 ..Duas vezes por dia.. 5 ..Três vezes ou mais por dia**5.6. O que você usa para limpar a língua?** 1 Nada.. 2 Cerdas da escova.. 3 Dorso da escova.. 4 Limpador de língua.. 5 Outro.....**5.7. Com que frequência você usa produto para bochecho?** 1 ..Nunca usa.. 2 ..Menos de uma vez por dia.. 3 Uma vez por dia.. 4 ..Duas vezes por dia.. 5 ..Três vezes ou mais por dia**5.8. Há quantos anos?** **5.9. Qual produto você usa?** 1 Nenhum.. 2 Cepacol.. 3 Listerine.. 4 Malva.. 5 Plax.. 6 Oral-B.. 7 Outro.....**5.10. O produto apresenta álcool?..** 1 Não . 2 Sim.. 3 Não sabe**5.11. Você usa o produto para:** 1 ..Não usa.. 2 Manter dentes limpos.. 3 Reduzir sangramento gengival.. 4 Clarear dentes.. 5 Manter hálito fresco

HALITOSE

- 6.1. Você sente mau hálito, mau cheiro ou gosto ruim na boca? 1..Nunca 2..Raramente.. 3..Algumas vezes.. 4..Sempre
- 6.2. Em que momento do dia? 1 Não sente 2 Manhã 3 Tarde 4 Noite 5 Todo o dia -
- 6.3. Você foi avisado por alguma pessoa que você tem mau hálito? 1..Sim.. 2..Não
- 6.4. Por quem? 1 Ninguém.. 2 Companheiro(a).. 3 Familiar.. 4 Amigo(a).. 5 Dentista
- 6.5. Das pessoas que vivem na sua casa, quantas você diria que usualmente possuem mau hálito?
- 6.6. Você sente a boca seca? 1..Nunca.. 2..Raramente.. 3..Algumas vezes.. 4.. Sempre

ACESSO A SERVIÇOS ODONTOLÓGICOS

- 8.1. Você tem ido ao dentista nos últimos 3 anos: 1..Não tem ido.. 2..Quando tem dor, um dente quebrado ou outra urgência.. 3..Para revisar e evitar problemas futuros
- 8.2. De quanto em quanto tempo?
- 8.3. Você já fez tratamento gengival/periodontal? 1..Sim.. 2..Não
- 8.4. Você usa ou usou aparelho ortodôntico fixo? 1..Sim.. 2..Não

10.1. Você pratica alguma atividade física?

PRÁTICA DE ESPORTES

- 10.2. Qual (is)? 1 Musculação 2 Futebol 3 Tênis 4 Corrida 5 Basquete 6 Vôlei 7 Ciclismo
- 8 Caminhada 9 Outro.....
- 10.3. Há quanto tempo você pratica? 1 1 ano 2 2 anos 3 3 anos ou mais 4 Não pratica
- 10.4. Qual a sua frequência semanal de treinamento? Vez (es) por semana Não pratica
- 10.5. Quanto tempo/semana você destina aos treinamentos esportivos? 1 30min 2 1hora 3 2h ou mais 4 Não pratica
- 10.6. Lembra de ter sofrido alguma lesão muscular? 1 Sim 2 Não
- 10.7 Quando foi?
- 10.8. Foi diagnosticada por um profissional de saúde? 1 Sim 2 Não
- 10.9. Qual foi a gravidade? 1 Leve 2 Moderada 3 Severa
- 10.10. Já foi diagnosticado *overtraining*? 1 Sim 2 Não

Anexo 2

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA (IPAQ) – VERSÃO CURTA

Nome: _____

Data: ___/___/___

Idade: ___

Sexo: F() M()

As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO IMPORTANTES**. Por favor, responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado por sua participação!

Para responder as questões lembre-se que:

→ Atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal.

→ Atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal.

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

1a Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

1b. Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

3b. Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?

_____ horas ____ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**? _____ horas

____ minutos

Anexo 4 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Elaborado de acordo com a resolução nº 466, de 11 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa

Caro participante,

Você está sendo convidado a participar de um estudo que será realizado para avaliar a relação entre doenças de gengiva e cansaço muscular. O título do estudo é “*Associação entre doença periodontal e fadiga muscular induzida pelo exercício*”. O estudo será realizado por professores e pesquisadores da Faculdade de Odontologia e da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança (ESEFID) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em conjunto com o Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA). Os participantes do estudo são pacientes que procuram atendimento odontológico na Faculdade de Odontologia da UFRGS, bem como pessoas que praticam atividade física. Durante a pesquisa, serão realizados exames bucais na Faculdade de Odontologia para avaliar a presença de doenças de gengiva e uma entrevista sobre dados pessoais, socioeconômicos e comportamentais. Além disso, serão realizadas coletas de sangue para fazer exames de rotina sobre saúde geral. Essas coletas de sangue serão realizadas três vezes por profissionais do Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

No Laboratório de Pesquisa do Exercício (Lapex) da ESEFID, será feita uma avaliação da força máxima das pernas, em um aparelho especial para isto. Essa avaliação será realizada antes e após a realização de um programa de exercícios físicos, que consistirá em 5 séries de 15 repetições de movimentos semelhantes ao de chutar uma bola de futebol.

Todos os dados clínicos e laboratoriais deste projeto ficarão à disposição dos participantes e da equipe médica/odontológica. Os custos com o deslocamento de um local de realização do estudo para o outro serão de responsabilidade dos pesquisadores.

Os possíveis desconfortos associados à participação neste estudo são aqueles decorrentes da realização de um exame bucal e coleta de sangue. Durante o exame bucal, será realizado um toque na gengiva, com um instrumento que se chama sonda periodontal, podendo haver dor de intensidade fraca que pode durar não mais do que 30 minutos. Durante o exame de sangue, será utilizada agulha para remoção do mesmo, o que gera uma dor de intensidade fraca, sendo que após você pode ter um leve roxo no local que ao longo de uma semana no máximo desaparece. Para minimizar o desconforto relacionado ao exame bucal, a pressão aplicada na gengiva será a menor possível e você será orientado a não mastigar alimentos crocantes e duros (por exemplo pipoca, amendoim) por pelo menos duas horas após o exame. Já o desconforto relacionado à coleta de sangue será minimizado pressionando o local com um algodão para evitar sangramento, além da realização de um curativo. Os exercícios físicos poderão causar dor muscular, com uma duração máxima de aproximadamente 48 horas (dor semelhante à causada por musculação ou caminhada forte). Esse desconforto será diminuído com alongamento dos músculos exercitados e aplicação de uma bolsa de gelo no local imediatamente após a atividade prevista no estudo.

Todas as medidas de biossegurança necessárias tais como uso de materiais descartáveis e instrumentais esterilizados, serão adotadas. Além disso, toda e qualquer ocorrência durante o estudo estará sendo avaliada.

Os benefícios relacionados à participação neste estudo são o diagnóstico de problemas de gengiva, bem como o conhecimento de qualquer alteração relacionada aos seus exames de sangue, havendo o encaminhamento para tratamento, quando necessário. Fica ainda assegurado o direito ao sigilo de todas informações coletadas, não sendo permitido acesso por outra pessoa que não o próprio participante ou responsável. Fica, ainda, assegurada a liberdade dos participantes de recusarem-se a participar ou retirarem-se do estudo a qualquer momento que desejarem, sem que isso traga prejuízos na assistência odontológica eventualmente prestada na Faculdade de Odontologia.

Toda e qualquer dúvida no decorrer do estudo poderá ser esclarecida pelos envolvidos nesta pesquisa através dos telefones (51) 3308.5318 e (51) 8115.4654. Os pesquisadores Alex Nogueira Haas, Flávio Castro e Marco Vaz estarão sempre à disposição para esclarecimentos. Possíveis problemas podem ser reportados diretamente ao Comitê de Ética Central da UFRGS 3308.3629 ou Comitê de Ética do HCPA 3359.7640.

Eu, _____ (participante), declaro que fui informado dos objetivos e procedimentos que serão realizados nesta pesquisa, bem como sei dos meus direitos e dos deveres dos pesquisadores. Declaro, ainda, que recebi uma cópia deste Termo.

Participante/RG

Porto Alegre, _____ de _____ de 201__.