



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA



ANA CAROLINA EVANGELISTA COLAFÊMINA

**ANÁLISE DA CARGA VOLUNTÁRIA MÁXIMA
NA DEPENDÊNCIA DO TEMPO, RESISTÊNCIA
E REPETIÇÃO**

UBERLÂNDIA

2020

ANA CAROLINA EVANGELISTA COLAFÊMINA

**ANÁLISE DA CARGA VOLUNTÁRIA MÁXIMA
NA DEPENDÊNCIA DO TEMPO, RESISTÊNCIA
E REPETIÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
a Faculdade de Odontologia da Universidade
Federal de Uberlândia, como requisito
parcial para obtenção do título de Graduado
em Odontologia

Orientadora: Prof. Dr. Roberto Bernardino
Júnior

UBERLÂNDIA

2020

Agradecimentos

À Deus, por ter me concedido forças para chegar até aqui.

Aos meus pais, por sempre me apoiarem e me incentivarem aos estudos.

Aos meus familiares, que me encorajaram o tempo todo.

À minha avó, Josefa, que sonhou comigo durante toda a faculdade.

À todos meus amigos que estiveram ao meu lado nos momentos bons e ruins.

Ao meu orientador que está ao meu lado desde o início da faculdade.

RESUMO

A mastigação fisiológica como também o apertamento dentário, pela indireta relação que possui com as regiões cervical e umeral, e conseqüentemente com os braços, sofre interferência e interfere na postura e ações do pescoço e dos braços. Atletas profissionais ou amadores cujas atividades exigem intensa ação e treinamento de músculos dos braços, e ainda indivíduos cuja atividade profissional envolve carregar pesos, sofrem diretamente uma ação e reação da mastigação. Como recorte de pesquisa maior objetivou-se nesse trabalho investigar por meio de exames eletromiográficos a atividade elétrica do músculo bíceps braquial em diferentes tempos e com diferentes resistências. Para tal, selecionou-se 20 voluntários, sendo 10 mulheres e 10 homens. Os(as) voluntários(as) foram convidados(as) a escolher um halter cujo peso entendia suportar por 1 minuto com o braço justaposto ao tronco e o antebraço flexionado em 90°. Feito isso o voluntário(a) teve que suportar o halter na posição antes citada e estática por até 60 segundos. Para outras coletas, em movimentos de flexão e extensão do antebraço com o braço justaposto ao corpo, utilizou-se: o peso pré-determinado e o tempo de 30 segundos; dobrou-se o peso e reduziu-se o tempo pela metade; reduziu-se o peso pela metade e dobrou-se o tempo. Verificou-se que uma direta influência do peso e do tempo no exame eletromiográfico. Constatou-se que o número de repetições está diretamente relacionado com o tempo sofrendo pouca influência do peso envolvido na realização do movimento. Diante do exposto, conclui-se que atividades físicas sempre devem considerar a interdependência das balanças de equilíbrio corporal especificamente a relação crânio cérvico umeral. Para a execução de uma determinada atividade física o ideal é manter-se um peso menor ou igual à carga voluntária máxima, a fim de recrutar um menor número de fibras musculares evitando lesões e fadigas muscular.

Palavras-chave: Eletromiografia; Postura; Braço; Exercício Físico

SUMÁRIO

Introdução	06
Objetivos	08
Metodologia	08
Resultados	11
Discussão	17
Conclusão	20
Referências	21

1. INTRODUÇÃO

A Carga Voluntária Máxima (CVM) é uma informação, que permite analisar qual o pico máximo de força que uma pessoa pode atingir em um determinado tipo de movimento ou contração muscular. O conhecimento da CVM de um músculo é útil tanto para a avaliação da capacidade funcional muscular, atividades ocupacionais, reabilitação quanto para prescrição de exercícios. Uma efetiva forma de se obter a CVM é pelo exame eletromiográfico.

Há um grande esforço, em áreas como o desporto, ergonomia e reabilitação, no sentido de determinar a força muscular, quantificando o desempenho muscular do indivíduo. Até o presente momento, não existe nenhum método indireto que possa ser usado com fidelidade para calcular a força exercida por um músculo durante uma contração voluntária (ARATOW, et al, 1993; ERHARDSON, et al., 1993; LAWRENCE e De LUCA, 1997).

Na área do exercício e do esporte, força muscular é a quantidade máxima de força que um músculo ou um grupo muscular pode gerar em um padrão específico de movimento e em uma determinada velocidade (KNUTTGEN e KRAMER, 1987).

Herzog (2002) aponta que, para um dado músculo, a força produzida em um determinado instante depende primeiramente da ativação neural, do comprimento do músculo e da velocidade de contração. Outros fatores secundários, como reflexos medulares, também influenciam na produção de força.

Estudos como o de Strini (2009) mostram uma ação simultânea de vários músculos para exercer um determinado movimento. Neste trabalho notou-se que pacientes que possuíam disfunções temporomandibulares apresentavam também alterações em músculos cervicais, posturais e da mastigação, prejudicando funções orgânicas e componentes musculares a distância.

Os músculos nunca se contraem isoladamente, existe uma contribuição de forças para produzir o movimento desejado. Com isto, tem sido percebido que existe uma forte conexão entre os músculos da região maxilo mandibulares, os relacionados à articulação temporomandibular, os cervicais e aqueles dos braços (BERNARDINO JÚNIOR; SILVA; CAMPOS, 2017).

De acordo com Nascimento (2017) a relação maxilo mandibular está diretamente ligada a estabilização da coluna cervical e do posicionamento da mesma. A coluna cervical por sua vez é responsável pela estabilização da escápula, que ao estar em equilíbrio leva a uma potencialização dos músculos do ombro, o que comprova a direta relação entre o posicionamento maxilo mandibular e os músculos do ombro (STAPAIT et al, 2013). Deste

modo, quando a boca está em oclusão, há um equilíbrio na alavanca cervico cranial, assim como na coluna cervical e torácica. Desta forma, haverá uma melhor estabilização da escápula que por sua vez possibilitará um melhor funcionamento dos músculos do manguito rotador e deltoide (BERNARDINO JÚNIOR et al, 2017).

Rasch e Burke (1997) constataram que um dos objetivos da integração postural é manter a linha de gravidade dentro do centro geométrico da base de sustentação. Caso uma pessoa carregue uma carga de um lado, a tendência é que o corpo se incline para o lado oposto. Da mesma forma, se a carga for levada para trás, o corpo tende para a frente.

A mesma lógica é aplicada para indivíduos com oclusões tipo das classes II e III de Angle. Se uma pessoa apresenta classe III de Angle, a fim de manter o equilíbrio postural, inconscientemente inclina a cabeça para trás. Com isso o pescoço também é retroposicionado. Como os músculos que estabilizam os ombros tem origem no processo espinhoso das vértebras cervicais e inserção nos ossos escápula e úmero, o ombro é projetado para região mais latero-posterior. Em contrapartida, o músculo eretor da espinha irá permanecer alongado, ficando tensionado. Nas classes II de Angle, temos uma situação inversa.

O domínio da investigação eletromiografia tem desfrutado de um rápido aumento na popularidade. A compreensão progressiva do corpo humano, uma maior consciência para explorar os benefícios de estudos interdisciplinares, o avanço da tecnologia dos sensores de captação de sinais e o aumento exponencial nas habilidades computacionais são todos os fatores que contribuem para a expansão da pesquisa com eletromiografia (EMG).

Os exames eletromiográficos são realizados com a fixação de eletrodos na superfície da pele objetivando coletar os sinais elétricos oriundos da contração muscular. Diversos dados são obtidos com este exame. Destes, o mais comum e utilizado universalmente para análises é o root means square (RMS) cuja unidade é o microvolt (μv) (DE LUCA, 1997).

O registro de sinais mioelétricos captados na superfície da pele que cobre os músculos é um procedimento comum em várias investigações biomecânicas, tais como para a análise da marcha, cálculos de torque e forças transmitidas através de uma articulação, como se pode confirmar nos estudos de Araújo e Amadio (1996).

O trabalho proposto contribuirá por meio da análise eletromiográfica com profissionais inseridos na área de odontologia esportiva e demais indivíduos interessados no assunto a enxergar a melhor maneira de se atingir o padrão desejado de atividades e desenvolvimento muscular que envolvam as regiões crânio-cervico-umerais sem que prejuízos a outras regiões corporais seja promovido.

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo Geral

Analisar diferentes CVMs submetidos às variáveis tempo e resistência

2.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar a diferença do valor absoluto do rms em CVMs obtidas sob a variável tempo em segundos;
- Analisar a proporcional diferença do rms em diferentes CMVs submetidas a diferentes resistências/pesos;
- Analisar a proporcional diferença do rms em diferentes CMVs submetidas a diferentes resistências/pesos e em diferentes tempos em segundos;
- Analisar os dados obtidos frente aos sexos masculino e feminino.

2. JUSTIFICATIVA

Através deste trabalho, será possível auxiliar profissionais da odontologia esportiva e indivíduos interessados no assunto a encontrar a melhor maneira de se atingir a otimização de objetivos quanto à atividade muscular, assim como proporcionar um estudo mais detalhado relacionado à mensuração de dados eletromiográficos através do CVM e relação ao tempo de trabalho muscular e à resistência ofertada ao músculo em análise.

3. METODOLOGIA

3.1 Seleção de Voluntários

Para a execução da pesquisa o músculo do braço selecionado foi o bíceps por ser de fácil acesso, onde se consegue mensurar mais precisamente o peso que o mesmo suporta em determinado tempo, o que seria mais difícil em outros músculos braquiais.

Foram convidados a participar da coleta de dados 20 (vinte) voluntários, sendo 10 (dez) homens e 10 (dez) mulheres que tinham entre 18 e 45 anos e que não faziam treinamento constante dos músculos.

A avaliação e coleta de dados foi realizada no Bloco 2A, no Laboratório de Eletromiografia Cinesiológica (LABEC) do Departamento de Anatomia Humana do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal de Uberlândia - Campus Umuarama – e realizada em um período que variou de 30 minutos a 1 hora por voluntário(a) durante três diferentes dias.

Os voluntários(as) foram pessoas que estavam transitando pelo Campus Umuarama – UFU, convidados de forma aleatória, não incidindo nenhum custo de locomoção. Apenas

participaram da pesquisa em caso de aceite e assinatura voluntária do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

3.2 Coleta dos dados

Em um primeiro momento, cada voluntário(a) foi convidado(a) a uma entrevista prévia onde foram esclarecidas todas as etapas da pesquisa e definido através de halteres de vários pesos, qual o peso máximo na dependência do tempo que cada voluntário(a) conseguiu suportar. Iniciou-se com um peso escolhido pelo voluntário(a) a partir de experiências cotidianas do mesmo. Para o suporte do peso, o braço deveria estar justaposto ao tronco, com o antebraço flexionado em até 90°, estando o(a) voluntário(a) em pé. Em até cinco tentativas intervaladas de 3 minutos cada, anotou-se qual o peso máximo que cada voluntário consegue suportar através de movimentos repetitivos em que o antebraço é elevado do repouso (braço esticado/estendido) até a posição horizontal paralela ao solo realizando estes movimentos por 60 segundos. Este peso pré-determinado foi suportado na posição antes citada e estática (braço paralelo tronco e antebraço em 90° paralelo ao solo) por até por 60 segundos. Caso o músculo entrasse em exaustão em tempo menor que 60 e maior que 45 segundos, poderia interromper a ação proposta. Esta etapa teve como objetivo identificar qual o peso máximo que o voluntário conseguiria suportar por até 60 segundos para se identifique a CVM em análise eletromiográfica.

Posteriormente, em outro dia, intervalado de no mínimo 24 horas da coleta anterior, foi feita a obtenção da CVM do músculo bíceps, analisando quantas repetições o voluntário conseguiu realizar em 30 segundos. Para o exercício de repetição solicitou-se que o braço sempre se mantivesse justaposto ao tronco e que o antebraço se movimentasse em flexão e extensão saindo da posição paralela ao corpo, indo até 90° paralelo ao solo e retornasse à posição inicial. Tal análise foi realizada utilizando-se o peso previamente escolhido para o voluntário(a) em sessão anterior.

Num terceiro momento intervalado de no mínimo 24 horas do anterior, foram realizadas três coletas alternando o peso escolhido para 50% menor no tempo de 60 segundos.

Num quarto momento, intervalado de 30 minutos do anterior, foram realizadas novas coletas com o peso dobrado e o tempo reduzido pela metade, ou seja, em 15 segundos.

Para todas as coletas, iniciou-se a preparação dos voluntários com a limpeza da pele com álcool 70% realizando movimentos de fricção, para remoção de gordura que cria resistência elétrica ou impedância, o que pode interferir na qualidade do registro onde serão fixados os eletrodos. Nas regiões onde foram fixados os eletrodos, foi realizada tricotomia com depilador

elétrico, com bateria carregada, não ligada na rede elétrica, quando necessário. Os eletrodos autoadesivos foram fixados na pele, na região do central do ventre muscular correspondendo à direção longitudinal das fibras musculares.

3.3 Instrumentos de Coleta

Eletromiógrafo – Os registros foram obtidos utilizando-se um eletromiógrafo computadorizado (Data Hominis Tecnologia LTDA, Uberlândia, MG, Brasil) com as seguintes características: oito canais de entrada para sinais EMG provenientes de eletrodos ativos; quatro canais de entrada para sinais auxiliares, como células de carga, eletrogoniômetros e equipamentos isocinéticos; isolamento galvânico entre os circuitos de entrada EMG e os circuitos de potência (2.5kVrms@infinito); ajuste de ganho programável por *software* entre 25 vezes e 800 vezes; filtro passa alta de 15 Hz; filtro passa baixa programável por software (250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 5 kHz, 10 kHz), resposta linear proporcional à faixa do filtro (15 Hz ao limite do filtro – até 10 kHz); canais para aquisição de sinais auxiliares com saída de alimentação (± 8 Vdc @ 40 mA min., por canal); entrada de sinal de 0 a 5 Vdc (min); alimentação do equipamento por bateria recarregável NiMH integrada com capacidade para até 6 horas de autonomia; fonte AC/AD universal para recarga de bateria (90-240Vac); aquisição de dados em 16 bits; gatilho externo por borda de descida (TTL); taxa de aquisição de até 20 kHz; interface de comunicação USB com o computador host.

Os sinais eletromiográficos foram coletados simultaneamente e processados posteriormente usando um aplicativo de software Myosystem Br1 (versão 3.5.4) para coleta, visualização em tempo real, processamento e armazenamento de dados (Data Hominis Tecnologia LTDA, Uberlândia, MG, Brasil).

Eletrodos– Para captação dos sinais eletromiográficos foram utilizados eletrodos de superfície ativos para EMG, simples diferencial (Data Hominis Tecnologia LTDA, Uberlândia, MG, Brasil).

3.4 Análise dos dados

Os resultados foram submetidos a análise de porcentagem e ao teste de Friedman. Os cruzamentos realizados foram:

- A) Peso inicial masculino x peso inicial feminino
- B) Repetições com 30'' masculino x repetições com 30'' feminino
- C) Repetições com 15'' com peso dobrado masculino x repetições com 15'' com peso dobrado feminino

- D) Repetições com 60'' com o peso reduzido masculino x repetições com 60'' com o peso reduzido feminino
- E) RMS com peso inicial masculino x RMS com peso inicial feminino
- F) RMS com repetições com 30'' masculino x RMS com repetições com 30'' feminino
- G) RMS com repetições com 15'' e o peso dobrado masculino x RMS com repetições com 15'' e o peso dobrado feminino
- H) RMS com repetições com 60'' e o peso reduzido masculino x RMS com repetições com 60'' e o peso reduzido feminino

4. RESULTADOS

Após a aplicação da metodologia apresentada encontrou-se os seguintes resultados para a carga voluntária máxima (CVM) na dependência do peso, repetição e tempo.

As unidades de medida dos dados apresentados foram: peso em quilograma (Kg), atividade elétrica dos músculos analisada por meio do RMS em microvolt (μV), e tempo em segundos (s).

Com tempo inicial de 30 s para todas coletas, ao analisar os dados femininos, notou-se que o peso individualmente definido por cada voluntária após testes sequenciais sofreu uma variação entre 2 e 4 kg. Com este peso, o RMS mínimo em repouso foi de 3,01 e o máximo foi de 3,89, com média de 3,534 μv .

Quando se analisa a atividade elétrica muscular com a CVM previamente definida, observa-se que o RMS variou entre 38,09 μv e 217,76 μv , com média geral de 87,808 μv .

Durante a primeira repetição com 30 segundos, houve uma alternância de valores entre 102,80 μv e 399,43 μv , com média 191,659 μv . Quanto às repetições realizadas por cada voluntária nos 30 segundos de análise e com a resistência do peso antes determinado, obteve-se como maior número de repetições 13,597 e como menor 9,33 (Tabela 1).

Tabela 1 – RMS em repouso, em CVM, e em movimento repetido de flexão e extensão tendo como resistência o peso inicialmente selecionado e número de repetições realizadas em 30 segundos de análise.

Identificação	Repouso	RMS para definição da CVM	RMS em movimento e Repetições em 30 segundos
Voluntária 1 3 kg	3,38 μv	90,03 μv	114,44 μv 9,33 repetições

Voluntária 2 4 kg	3,89 μv	217,76 μv	399,43 μv 14 repetições
Voluntária 3 3 kg	3,85 μv	54,54 μv	170,16 μv 12,33 repetições
Voluntária 4 3kg	3,59 μv	100,97 μv	262,79 μv 15 repetições
Voluntária 5 2 kg	3,59 μv	54,21 μv	124,06 μv 13,66 repetições
Voluntária 6 2 kg	3,43 μv	38,09 μv	102,80 μv 13,66 repetições
Voluntária 7 2,5 kg	3,50 μv	102,43 μv	176,91 μv 14,33 repetições
Voluntária 8 2 kg	3,01 μv	72,21 μv	189,34 μv 16,66 repetições
Voluntária 9 2 kg	3,29 μv	59,25 μv	132,56 μv 14 repetições
Voluntária 10 3 kg	3,81 μv	88,59 μv	244,10 μv 13 repetições
Média Final	3,534 μv	87,808 μv	191,659 μv 13,597 repetições

Com o tempo aumentado para 60 segundos, ou seja, dobrado e o peso inicialmente definido para análises iniciais reduzido pela metade, foi possível observar uma semelhança nos valores de RMS quando comparado aos valores obtidos com 30 segundos de coleta de dados com contrações musculares em movimentos resistidos, possuindo uma variação entre 69,6 e 245,59, com média final 146,624 μv . Já em relação ao número de repetições, observou-se que houve um aumento, apresentando uma média de 27,917. (Tabela 2).

Tabela 2 – RMS em movimento repetido de flexão e extensão tendo como resistência a metade do peso inicialmente selecionado e número de repetições realizadas em 60 segundos de análise.

Identificação	RMS em movimento e Repetições em 60 segundos
Voluntária 1 3 kg – peso inicial Peso utilizado neste exercício: 1,5 kg	107,91 μv 21 repetições
Voluntária 2 4 kg – peso inicial Peso utilizado neste exercício: 2 kg	129,38 μv 24 repetições
Voluntária 3 3 kg – peso inicial Peso utilizado neste exercício: 1,5 kg	118,73 μv 23,66 repetições
Voluntária 4 3 kg – peso inicial Peso utilizado neste exercício: 1,5 kg	245,59 μv 34 repetições
Voluntária 5 2 kg – peso inicial Peso utilizado neste exercício: 1 kg	69,6 μv 20,33 repetições

Voluntária 6 2 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 1 kg	109,73 μv 38,33 repetições
Voluntária 7 2,5 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 1,25 kg	133,58 μv 35,2 repetições
Voluntária 8 2 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 1 kg	172,94 μv 28,66 repetições
Voluntária 9 2 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 1 kg	168,49 μv 25,66 repetições
Voluntária 10 3 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 1,5 kg	210,29 μv 28,33 repetições
Média Final	146,624 μv 27,917 repetições

Quando ocorreu um aumento do peso inicialmente definido em 100% e diminuição do tempo originalmente trabalhado (30 s) pela metade (15s), percebe-se que o valor de RMS, de forma geral, dobrou quando comparado aos movimentos iniciais em 30s variando entre 196,01 μv e 391,07 μv , obtendo média final de 315, 335 μv . Já o número de repetições caiu pela metade, equivalendo somente à 5,964 repetições. (Tabela 3)

Tabela 3 – RMS em movimento repetido de flexão e extensão tendo como resistência o dobro do peso inicialmente selecionado e número de repetições realizadas em 15 segundos de análise.

Identificação	Repetição com peso dobrado e tempo reduzido pela metade (15 segundos)
Voluntária 1 3 kg – peso inicial Peso utilizado neste exercício: 6 kg	316,89 μv 5 repetições
Voluntária 2 4 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 8 kg	334,42 μv 5 repetições
Voluntária 3 3 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 6 kg	319,38 μv 5 repetições
Voluntária 4 3kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 8 kg	373,97 μv 6,66 repetições
Voluntária 5 2 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 4 kg	196,01 μv 6,33 repetições
Voluntária 6 2 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 4 kg	205,14 μv 7,66 repetições
Voluntária 7 2,5 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 5 kg	378,04 μv 6 repetições
Voluntária 8 2 kg– peso inicial	312,05 μv 6,33 repetições

Peso utilizado neste exercício: 4 kg	
Voluntária 9 2 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 4 kg	326,38 μv 5 repetições
Voluntária 10 3 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 6 kg	391,07 μv 6,66 repetições
Média Final	315,335 μv 5,964 repetições

Com tempo inicial de 30 segundos, ao analisar os resultados dos voluntários masculinos observou-se que o peso individualmente definido por cada voluntário após testes sequenciais apresentou uma variação do peso entre 4 e 7 kg. Com este peso, o RMS mínimo em repouso foi de 3,09 e o máximo foi de 3,96, com média de 3,385 μv .

Quando se analisa a atividade elétrica muscular com a CVM antes definida percebe-se uma variação do RMS entre 102,14 μv e 193,02 μv , com média 155,694 μv .

Na primeira repetição (30 segundos), os valores de RMS ficaram entre 141,23 μv e 394,25 μv , com média 249,417 μv

Quanto às repetições realizadas por cada voluntário nos 30 segundos de análise e com a resistência do peso antes determinado, obteve-se como maior número de repetições 15,33 como menor 11,33 (Tabela 4).

Tabela 4 - RMS em repouso, em CVM, e em movimento repetido de flexão e extensão tendo como resistência o peso inicialmente selecionado e número de repetições realizadas em 30 segundos de análise.

Identificação	Repouso	RMS para definição da CVM	RMS em movimento e Repetições em 30 segundos
Voluntário 1 5 kg	3,96 μv	193,02 μv	394,25 μv 14 repetições
Voluntário 2 7 kg	3,29 μv	102,14 μv	211,69 μv 11,33 repetições
Voluntário 3 6 kg *canhoto	3,34 μv	173,67 μv	234,38 μv 15,33 repetições
Voluntário 4 4kg	3,09 μv	163,39 μv	330,34 μv 15,33 repetições
Voluntário 5 4 kg	3,09 μv	82,21 μv	174,36 μv 7 repetições
Voluntário 6 7 kg	3,18 μv	105,54 μv	141,23 μv 14,5 repetições
Voluntário 7 5 kg	3,35 μv	113,21 μv	198,99 μv 13 repetições

Voluntário 8 4 kg	3,77 μv	187,65 μv	312,28 μv 12,66 repetições
Voluntário 9 6 kg	3,31 μv	123,71 μv	198,24 μv 11,33 repetições
Voluntário 10 5 kg	3,47 μv	148,73 μv	298,41 μv 12 repetições
Média Final	3,385 μv	155,694 μv	249,417 μv 12,648 repetições

Com o aumento do tempo em 60 segundos e diminuição do peso pela metade os valores de RMS não sofreram grandes modificações, quando comparados aos obtidos na definição da CVM. Houve uma variação entre 103,03 μv e 204,98 μv , com média geral de 153,745 μv . Observando o número de repetições e comparando aos dados iniciais, constatou-se que as sequências realizadas aumentaram mais de 150% indo de 12,648 de média inicial para 32,03 de média nas condições supracitadas (Tabela 5).

Tabela 5 – RMS em movimento repetido de flexão e extensão tendo como resistência a metade do peso inicialmente selecionado e número de repetições realizadas em 60 segundos de análise.

.Identificação	RMS em movimento e Repetições em 60 segundos
Voluntário 1 5 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 2,5 kg	173,92 μv 32,66 repetições
Voluntário 2 7 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 3,5 kg	151,24 μv 25,33 repetições
Voluntário 3 6 kg *canhoto– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 3 kg	120,53 μv 31,33 repetições
Voluntário 4 4kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 2 kg	199,12 μv 42 repetições
Voluntário 5 4 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 2 kg	103,03 μv 24 repetições
Voluntário 6 7 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 3,5 kg	122,19 μv 34,66 repetições
Voluntário 7 5 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 2,5 kg	110,45 μv 32,66 repetições
Voluntário 8 4 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 2 kg	183,24 μv 31,66 repetições
Voluntário 9 6 kg– peso inicial	168,75 μv 32 repetições

Peso utilizado neste exercício: 3 kg	
Voluntário 10 5 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 2,5 kg	204,98 μv 34 repetições
Média Final	153,745 μv 32,03 repetições

Ao dobrar o peso inicialmente selecionado e reduzir o tempo pela metade (15 segundos), verificou-se um aumento no RMS comparado ao primeiro momento de coleta de dados, ficando com valores entre 304,96 μv e 600,25 μv , obtendo média de 456,195 μv . Além disso, houve uma queda na quantidade de repetições, sendo a média 6,16 repetições. (Tabela 6).

Tabela 6 – RMS em movimento repetido de flexão e extensão tendo como resistência o dobro do peso inicialmente selecionado e número de repetições realizadas em 15 segundos de análise.

Identificação	Repetição com peso dobrado e tempo reduzido pela metade (15 segundos)
Voluntário 1 5 kg – peso inicial Peso utilizado neste exercício: 10 kg	600,25 μv 6,66 repetições
Voluntário 2 7 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 14 kg	405,23 μv 5,66 repetições
Voluntário 3 6 kg *canhoto – peso inicial Peso utilizado neste exercício: 12 kg	304,94 μv 7,33 repetições
Voluntário 4 4kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 8 kg	624,42 μv 9,66 repetições
Voluntário 5 4 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 8 kg	445,88 μv 4,66 repetições
Voluntário 6 7 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 14 kg	402,69 μv 6,66 repetições
Voluntário 7 5 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 10 kg	374,23 μv 5 repetições
Voluntário 8 4 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 8 kg	642,38 μv 4,33 repetições
Voluntário 9 6 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 12 kg	358,03 μv 5 repetições
Voluntário 10 5 kg– peso inicial Peso utilizado neste exercício: 10 kg	403,90 μv 6,66 repetições
Média Final	456,195 μv 6,16repetições

De acordo com a análise estatística do teste de Friedman nenhum cruzamento obteve $p < 0.05$, sendo, portanto, todos não significativos.

5. DISCUSSÃO

Em análise dos resultados encontrados, nota-se que o RMS coletado em voluntárias do sexo feminino sofre direta influência do peso e do tempo ao qual o músculo é submetido ao exercício. Mas que tais influências não acontecem de forma igual, sendo que a influência do tempo no número de repetições é mais notada que a influência do peso no recrutamento de fibras refletido na atividade elétrica pesquisada. Isso por que, quando o tempo de coleta é dobrado (de 30s para 60s) o número de repetições, em média, passa de 13,59 para 27,91, o que representa 105,5% de aumento, representando, em tese, o dobro de movimentos realizados. Quando o tempo é reduzido pela metade (de 30s para 15s) o número de repetições também cai pela metade, indo de 13,59 para 5,96, o que representa uma redução de 56%.

Quando analisada a atividade elétrica dos músculos, percebe-se que a mesma relação não é observada quando se compara peso e aumento da atividade elétrica, que neste trabalho é analisada pelo RMS.

Ao reduzir ou aumentar o peso pela metade, a atividade elétrica também reduz e aumenta respectivamente, mas em números absolutos de forma menos pareada do que se observou na relação tempo x repetições acima discutidas.

Com o peso inicial reduzido pela metade, o RMS da média geral das voluntárias vai de 191,65 μv para 146,62 μv , o que representa uma redução de 23,5%, bem diferente do 50% de redução do peso. Já com o peso dobrado, o RMS observado sobe de 191,65 μv para 315,33 μv , representando um acréscimo de 64,5%.

Diante disso, nota-se que o recrutamento de fibras musculares para o trabalho a ser realizado não tem relação direta com a resistência muscular imposta por este exercício, pois as fibras musculares, ao serem cada vez mais exigidas, mesmo que em atividades cotidianas, tornam-se mais preparadas para a atividade em questão permitindo que, num músculo mais preparado, mais trabalho seja executado com menos exigências/recrutamento de fibras musculares.

Em um músculo não há um estímulo para que todas as fibras musculares se contraíam ao mesmo tempo, enquanto há a contração de umas, outras estarão relaxadas. Com isto, há um retardo da fadiga muscular possibilitando que a contração fique sustentada por um longo período de tempo (TORTORA, 2016), o que se nota por exemplo durante os movimentos mastigatórios que acontecem por vários minutos consecutivos.

Ao analisar a resposta do RMS em voluntários do sexo masculino, frente as variações de tempo e peso, observa-se que também existe uma correlação direta entre o tempo e o número de repetições, mas que este pareamento de respostas não é encontrado na relação entre peso e atividade elétrica muscular, analisada pelo RMS coletado no exame eletromiográfico.

Percebe-se que, ao dobrar o tempo de trabalho para realização dos movimentos propostos, o número de repetições sobre de 12,64 para 32,03 representando um acréscimo de 154.4%, ou seja, mais que dobrou de maneira semelhante ao que se observou na mesma situação para voluntárias do sexo feminino, que tiveram um acréscimo de 105%. Apesar de, em percentuais, ambos sexos apresentarem uma diferença de 45% no aumento das repetições, em números absolutos essa diferença não é estatisticamente significativa, pois vai de 13.59 para 27.91 no sexo feminino enquanto no sexo masculino vai de 12,64 para 32,03.

Esses dados nos mostram que, para os parâmetros definidos nesta pesquisa, independentemente do sexo, o número de repetições está diretamente relacionado com o tempo sofrendo pouco influência do peso/resistência envolvido na realização do movimento.

Quanto à resposta da atividade elétrica muscular, o RMS no sexo masculino, quando o peso é reduzido pela metade, cai de 249,41 μv para 153,74 μv apresentando uma redução de 38,3%. Já no momento em o exercício é realizado com peso dobrado, o RMS sobe 82,9% saindo de 249,41 μv para 456,19 μv .

Comparando com os dados do RMS de ambos sexos, nota-se que as amplitudes percentuais no sexo masculino são maiores, pois enquanto no sexo feminino tem-se uma queda de 23,5% com a redução do peso pela metade, no sexo masculino essa redução é de 38,3%. Já com o peso dobrado, no sexo feminino encontra-se um acréscimo de 64,5% enquanto no sexo masculino esse aumento é 82,9%.

Tais diferenças se devem fundamentalmente ao peso inicialmente definido. Enquanto as voluntárias do sexo feminino definiram como peso inicial ideal 2 e 3 kg, os voluntários do sexo masculino definiram pesos entre 4 e 7 kg. Diante disso, quando o peso sofria variações para metade ou dobro, quanto maior o peso inicial definido, maior a variação de kg observada. Ou seja, quem começou com 2 kg, variou para 4 kg ou para 1 kg quando respectivamente dobrado ou reduzido pela metade. Já o voluntário que definiu inicialmente 7 kg como peso inicial, variou para 14 kg ou 3,5 kg na mesma análise. Diante disso nota-se que, com a resistência de um peso bem maior ou bem menor, o recrutamento de fibras para execução do trabalho também será percentualmente maior ou menor justificando a variação nos percentuais do RMS notado acima.

Um estudo realizado por Salvador et al. (2005), constata que homens e mulheres apresentam comportamentos relativamente diferentes em séries múltiplas de exercício com pesos apresentando desempenho mais estável.

Observa-se ainda que os homens são mais intensamente submetidos a ação da testosterona, um anabolizante natural, que aumenta a deposição de proteína nos músculos, ossos e pele (PARDINI, 2001). Além do mais, as mulheres possuem um quadro de fadiga mais acentuado, devido à menor massa muscular/morfologia, utilização menos eficiente dos substratos energéticos do corpo e o padrão de ativação neuromuscular para realizar um movimento (GUENETTE et al., 2010; HARMS, 2006).

Frente a esses dados que apresentam informações da atividade elétrica do músculo bíceps utilizado nesta pesquisa como modelo para investigação de músculo do membro superior em ambos sexos, considerando a afirmação de Bernardino Júnior, Silva e Campos (2017) de que os músculos nunca se contraem isoladamente e que existe uma contribuição de forças para produzir os movimentos desejados construindo uma cadeia de forte conexão entre os músculos da região maxilo mandibulares, os relacionados à articulação temporomandibular, os cervicais e aqueles dos braços, nota-se a relevância desta análise para a odontologia em geral e mais especificamente para aquela vinculada a área esportiva.

É importante notar que, ao se reestabelecer a oclusão, instalar uma prótese, executar uma correção ortodôntica/ortopédica e mesmo uma executar uma restauração classe I, está-se movimentando balanças de equilíbrio corporal.

Numa dinâmica de movimentação corporal e estabilização postural, nota-se que existem balanças (articulações bilaterais) que em posicionamento e atividade harmônica em altura e função, permitem um posicionamento corporal mais adequado para o esqueleto axial, inicialmente, apendicular e cinturas (cíngulos) secundariamente. Esses pontos bilaterais de balanceamento são as articulações: temporomandibulares (ATMs), do ombro, do quadril, dos joelhos e dos tornozelos. Quando uma destas tem seu posicionamento em altura e/ou função alterado, de forma direta ou indireta altera as demais, fazendo com que percam sua eficiência de funcionamento, pois estão interligadas por músculos (GONÇALVEZ E BERNARDINO JÚNIOR, 2019).

Nesse mesmo sentido uma disfunção temporomandibular pode ser o gatilho para futuras lesões nos joelhos, ombros, tornozelo ou quadril (STRINI, 2009 e BERNARDINO JÚNIOR et al, 2018)

Numa clara abordagem quanto a correlação dos membros superiores com o aparelho estomatognático, Nascimento afirma (2017) que a relação maxilo mandibular está diretamente

ligada a estabilização da coluna cervical e do posicionamento da mesma. A coluna cervical por sua vez é responsável pela estabilização da escápula, que ao estar em equilíbrio leva a uma potencialização dos músculos do ombro, o que comprova a direta relação entre o posicionamento maxilo mandibular e os músculos do ombro (STAPAIT et al, 2013). Deste modo, quando a boca está em oclusão, há um equilíbrio na alavanca cervico cranial, assim como na coluna cervical e torácica. Desta forma, haverá uma melhor estabilização da escápula que por sua vez possibilitará um melhor funcionamento dos músculos do manguito rotador e deltoide (BERNARDINO JÚNIOR et al, 2017).

Convergindo com esta análise retomamos o trabalho de Bergamini M et al (2008). Notou-se por meio da eletromiografia de superfície uma relação entre a oclusão dentária e a postura corporal ao avaliar a atividade dos músculos esternocleidomastóides, eretores da coluna vertebral e músculo sóleo em 24 voluntários afetados por más oclusões dentárias. A oclusão foi equilibrada e para todos os voluntários foi confeccionada uma placa em acrílico. A atividade elétrica dos músculos foi coletada em repouso e depois de 15 minutos de uso da placa. O resultado foi uma redução significativa do nível de tensão em todos os músculos e um maior equilíbrio nos músculos do lado esquerdo e direito, o que confirma o benefício da oclusão para a postura corporal.

Há um grande esforço, em áreas como o desporto, ergonomia e reabilitação, no sentido de determinar a força muscular, quantificando o desempenho muscular do indivíduo (ARATOW, et al, 1993; ERHARDSON, et al., 1993; LAWRENCE e De LUCA, 1997).

6. CONCLUSÕES

Após a execução da metodologia proposta e diante do exposto, conclui-se que:

- para a execução de uma determinada atividade física, o ideal é manter um peso menor ou igual à carga voluntária máxima. Dessa forma, um menor número de fibras musculares serão recrutadas, resultando em uma baixa probabilidade de lesões dos músculos;
- o comportamento da atividade elétrica do músculo bíceps braquial em homens e mulheres frente a variáveis tempo e peso é semelhante mostrando que, em linhas gerais, o planejamento de atividades físicas pode seguir as mesmas balizas;
- atividades físicas, principalmente aquelas que buscam otimizar funções musculares, e alterações/correções oclusais devem sempre ser consideradas em conjunto a partir da observação da dependência de balanças de equilíbrio corporal que interconectam as regiões crânio cérvico umeral.

7. REFERÊNCIAS

- ARATOW M; BALLARD, R.E.; CRENSHAW, A.G.; STYF, J.; WATENPAUGH, D.E.; KAHAN, N.J.; HARGENS, A.R. **Intramuscular pressure and electromyography as indexes of force during isokinetic exercise.** J. Appl. Physiol, v.74, n.6, p.2634-2640, 1993.
- ARAÚJO, RC, AMADIO AC. **Análise Biomecânica da Ativação das porções superficiais do M. quadríceps femoral durante contrações excêntrica e concêntrica.** Rev Bras de Fisiot. 1996; 1 (1): 13-10.
- BERGAMINI M, PIERLEONI F, GIZDULICH A, BERGAMINI C. **Dental Occlusion and Body Posture: A Surface EMG Study Cranio.** 2008; 26(1): 25–32.
- BERNARDINO JÚNIOR R, KAMIMURA KM, LIZARDO FB, SOUSA GC. **Análise da contribuição sinérgica entre os músculos masseter e deltoide. Um estudo eletromiográfico.** Anais do 5º Congresso Brasileiro de Eletromiografia e Cinesiologia e 10º Simpósio de Engenharia Biomédica. 23 a 26 de outubro de 2017; Uberlândia (MG) Center Convention Uberlândia; 2018.
- BERNARDINO JÚNIOR, Roberto; SILVA, Mariele Borges; CAMPOS, Glenda Nájela da Silva. **Análise da possível contribuição sinérgica entre os músculos masseter e deltoide por meio de análise eletromiográfica.** Horizonte Científico, Uberlândia, v. 11, n. 2, p.1-18, jun. 2017. Disponível em:
<http://www.seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/issue/view/1510>. Acesso em: 12 fev. 2020
- DE LUCA, C.J. The use of surface electromyography in biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics.**n.13 v.2. p.135-163,1997
- ERHARDSON, S.; SHEIKHOLESLAM, A.; FORSBERG, C.M.; LOCKOWANDT, P. **Vertical forces developed by the jaw elevator muscles during unilateral maximal clenching and their distribution on teeth and condyles.** SwedDentJ., v.17, p.23-34, 1993.
- GONÇALVES, Mírian Martins, BERNARDINO JÚNIOR, Roberto. **Análise de possível sinergia entre os músculos masseter e deltoide considerando a carga voluntária máxima.** Trabalho de conclusão de curso apresentado a Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de Graduado em Odontologia. Novembro, 2019. p. 27
- GUENETTE, J.A. et al. **Sex differences in exercise-induced diaphragmatic fatigue in endurance-trained athletes.** Journal of Applied Physiology, v.109, n.1, p.35-46, 2010.

HARMS, C.A. **Does gender affect pulmonary function and exercise capacity?** *Respir. Physiol. Neurobiol.*, v.151, n.2-3, p.124-131, 2006

HERZOG, W.; AIT-HADDOU, R. **Considerations of muscle contraction.** *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2002.

KNUTTGEN, H. G.; KRAEMER, W. J. **Terminology and measurement in exercise performance.** *J. of Appl. Sports Science Research*. 1987.

LAWRENCE, J.H.; DE LUCA, C.J. **Myoelectric signal versus force relationship in different human muscles.** *J. Appl. Physiol* v.54, n.5, p. 1653-1659, 1983.

NASCIMENTO ALO. **Dor cervical na sobrecarga da língua em sujeitos classe I e classe II/2ª Divisão de angle** [dissertação]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 2017

PARDINI, D.P. **Alterações hormonais da mulher atleta.** *Arq. Bras. Endocrinologia*, v.45, n.4, p.343-351, 2001.

RASCH, P. J.; BURKE, R. K. **Cinesiologia e anatomia aplicada.** 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.

SALVADOR, Emanuel Péricles et al. **Comparação entre o desempenho motor de homens e mulheres em séries múltiplas de exercícios com pesos.** *Rev Bras Med Esporte*, Londrina, v. 11, n. 5, p.257-261, out. 2005

STAPAIT EL, DALSOGLIO M, EHLERS AM, SANTOS GM. **Fortalecimento dos estabilizadores da cintura escapular na dor no ombro: revisão sistemática.** *Fisioter. Mov.* Jul./set. 2013; 26 (3): 667-675.

STRINI, P. et al. **Alterações Biomecânicas em Pacientes Portadores de Disfunção Temporomandibular Antes e Após o Uso de Dispositivos Oclusais.** *Odonto*, [s.l.], v. 17, n. 33, p.42-47, 30 jun. 2009. Instituto Metodista de Ensino Superior.

TORTORA, Gerard J. **Princípios De Anatomia e Fisiologia.** São Paulo: Gen Grupo Editorial Nacional Participações S/a, 2016.