

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS E SAÚDE  
CAMPUS ARARANGUÁ  
GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

CRISLAINE OLIVEIRA DE CEZARO

**A ELEVÇÃO DO CALCANHAR ALTERA A FLEXÃO DO JOELHO E A  
ATIVÇÃO MUSCULAR NO MEMBRO INFERIOR NO AGACHAMENTO**

ARARANGUÁ  
2021

CRISLAINE OLIVEIRA DE CEZARO

**A ELEVAÇÃO DO CALCANHAR ALTERA A FLEXÃO DO JOELHO E A  
ATIVÇÃO MUSCULAR NO MEMBRO INFERIOR NO AGACHAMENTO**

Projeto de Pesquisa do Curso de Graduação em  
Fisioterapia, pela Universidade Federal de Santa  
Catarina, como requisito parcial da disciplina de  
Trabalho de Conclusão de Curso II.  
Orientador: Prof. Dr. Alessandro Hauptenthal.

ARARANGUÁ  
2021

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais Marlene e Olice e minha Irmãzinha Letícia que sempre me apoiaram em tudo, mesmo distantes. Em especial, agradeço a minha mãezinha que sempre disse que eu podia e que conseguiria!!

Agradeço ao meu namorado que sempre esteve comigo nos momentos de desespero e ansiedade, sempre me apoiando, me trazendo paz e acolhimento, e junto enfrentando comigo a graduação.

Agradeço ao meu orientador, professor Alessandro, que me acolheu de braços abertos, me conduzindo pelo caminho da pesquisa com muita paciência e maestria.

Agradeço também aos alunos de mestrado Lucas e Rayane por toda ajuda nas coletas, e por terem me ajudado no início desse trabalho.

Por fim, obrigada a todos que de alguma forma estiveram comigo nessa caminhada e contribuíram para minha formação acadêmica. Amo vocês!

## RESUMO

**Introdução:** O agachamento é uma tarefa utilizada cotidianamente, além de fazer parte do treinamento de desempenho esportivo. Comumente é utilizada uma elevação do calcanhar para facilitar o movimento de agachamento e ganhar com maior amplitude de flexão de joelho. Como o agachamento é realizado no treinamento e reabilitação, se faz necessário o entendimento sobre alteração da ativação muscular para um melhor embasamento e prescrição desta atividade motora a partir da elevação do calcanhar. **Objetivo:** Avaliar a alteração da ativação muscular do quadril e membro inferior durante agachamento livre com variação da posição de tornozelo (com e sem elevação do calcanhar). **Método:** Participaram 30 adultos, saudáveis e praticantes de atividade física, na qual foi analisado a influência da elevação do calcanhar sobre a ativação muscular de tensor da fáscia lata, vasto medial e lateral, glúteo médio e máximo e bíceps femoral por meio da eletromiografia de superfície (EMG) durante agachamento livre. Para comparar a EMG para o agachamento com e sem elevação do calcanhar, foi realizada o Teste *t* para amostra pareada ou o seu equivalente não paramétrico U de Mann –Whitney. Foi analisado a ativação muscular para o pico e integral da EMG durante as duas condições de agachamento. **Resultados:** Para o pico da EMG as análises estatísticas não demonstraram diferença significativa entre os grupos na fase descendente. Na fase ascendente somente o Glúteo máximo apresentou alteração com elevação do calcanhar. Para a integral da EMG ocorreu diferença na fase ascendente para os vastos lateral e medial ( $P < .05$ ). Além disso, ocorreu uma maior amplitude de flexão do joelho para o agachamento com calço ( $p=0,001$ ). **Conclusão:** Para a integral da EMG houve diferença na fase ascendente para os vastos lateral e medial. Os participantes do estudo atingiram um ângulo maior de flexão de joelho com a condição de elevação do calcanhar.

**Palavras-chave:** Extremidade inferior; Agachamento livre; Amplitude de movimento articular; Atividade mioelétrica.

## ABSTRACT

**Introduction:** The squat is a task used daily, in addition to being part of sports performance training. A heel lift is commonly used to facilitate the squat movement and gain greater range of knee flexion. As the squat is performed in training and rehabilitation, it is necessary to understand the change in muscle activation for a better foundation and prescription of this motor activity from the heel elevation. **Objective:** To evaluate the change in muscle activation of the hip and lower limb during free squat with variation in ankle position (with and without heel lift). **Method:** Thirty healthy adults who practiced physical activity participated in the study, in which the influence of heel elevation on the muscle activation of the tensor fascia latae, vastus medialis and lateralis, gluteus medius and maximus and biceps femoris muscle was analyzed by means of electromyography of surface (EMG) during free squat. To compare the EMG for the squat with and without heel lift, the t-test for paired sample or its nonparametric Mann–Whitney U test was performed. Muscle activation for peak and integral EMG during the two squat conditions was analyzed. **Results:** For peak EMG, statistical analyzes did not show a significant difference between groups in the descending phase. In the ascending phase, only the gluteus maximus showed change with heel elevation. For the integral of the EMG, there was a difference in the ascending phase for the vastus lateralis and medialis ( $P < .05$ ). In addition, there was a greater range of knee flexion for the wedge squat ( $p=0.001$ ). **Conclusion:** The gluteus maximus had a greater activation in the ascending phase of the squat with the heel rise. For the integral of the EMG, there was a difference in the ascending phase for the vastus lateralis and medialis. Study participants achieved a greater angle of knee flexion with the heel lift condition.

**Keywords:** Lower extremity; Free squat; Range of joint motion; Myoelectric activity.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ADM – Amplitude de movimento

BF – Bíceps femoral

BPM – Batimentos por minuto

CVIM – Contração Voluntária Isométrica Máxima

DP – Desvio padrão

EMG – Eletromiografia

Gmáx – Glúteo máximo

Gméd – Glúteo médio

LARAL – Laboratório de Avaliação e Reabilitação do Aparelho Locomotor

SENIAM – Surface EMG for the Non-Invasive Assessment of Muscles

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TFL – Tensor da fáscia lata

VL – Vasto lateral

VM – Vasto medial

WBLT – Weight-bearing Lunge Test

## SUMÁRIO

|              |                                                                      |           |
|--------------|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                              | <b>8</b>  |
| 1.1          | OBJETIVOS .....                                                      | 10        |
| <b>1.1.1</b> | <b>Objetivo geral.....</b>                                           | <b>10</b> |
| <b>1.1.2</b> | <b>Objetivos específicos.....</b>                                    | <b>10</b> |
| <b>2</b>     | <b>MÉTODOS.....</b>                                                  | <b>10</b> |
| 2.1          | LOCAL DO ESTUDO .....                                                | 10        |
| 2.2          | TAMANHO DA AMOSTRA .....                                             | 10        |
| 2.3          | PARTICIPANTES.....                                                   | 10        |
| <b>2.3.1</b> | <b>Critérios de Inclusão e Exclusão .....</b>                        | <b>11</b> |
| 2.4          | VARIÁVEIS.....                                                       | 12        |
| <b>2.4.1</b> | <b>Variáveis desfecho .....</b>                                      | <b>12</b> |
| <b>2.4.2</b> | <b>Variáveis de controle .....</b>                                   | <b>12</b> |
| <b>2.4.3</b> | <b>Variável intervenção.....</b>                                     | <b>13</b> |
| 2.5          | INSTRUMENTOS DE MEDIDA .....                                         | 13        |
| 2.6          | ASPÉCTOS ÉTICOS .....                                                | 13        |
| 2.7          | COLETA DOS DADOS.....                                                | 14        |
| <b>2.7.1</b> | <b>Processamento dos dados.....</b>                                  | <b>17</b> |
| <b>3</b>     | <b>TRATAMENTO ESTATÍSTICO .....</b>                                  | <b>18</b> |
| <b>4</b>     | <b>RESULTADOS .....</b>                                              | <b>18</b> |
| <b>5</b>     | <b>DISCUSSÃO .....</b>                                               | <b>19</b> |
| <b>6</b>     | <b>CONCLUSÃO.....</b>                                                | <b>21</b> |
|              | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                              | <b>22</b> |
|              | <b>APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....</b> | <b>25</b> |
|              | <b>APÊNDICE B – FICHA DE IDENTIFICAÇÃO .....</b>                     | <b>29</b> |
|              | <b>ANEXO A – PARECER COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP) .....</b>     | <b>30</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O agachamento é uma tarefa realizada diariamente, sendo utilizada em situações como para subir e descer escadas, levantar e sentar (LYNN *et al.*, 2012; PAULI *et al.*, 2016), assim como é popularmente realizado para treinamento de desempenho esportivo (LORENZETTI *et al.*, 2012) e para o desenvolvimento de força e potência muscular dos membros inferiores (ESCAMILLA, 2001; COTTER *et al.*, 2013). Para a realização desse movimento em clínicas e em academias, as pessoas comumente colocam um calço para a elevação do calcanhar e realização desse exercício. O raciocínio é que uma limitação de dorsiflexão do tornozelo poderia limitar o movimento de flexão do joelho, com isso, influenciar tanto nos padrões de ativação muscular durante a tarefa de agachamento (MACRUM *et al.*, 2012), quanto na profundidade do agachamento (GOMES *et al.*, 2020).

O tornozelo é um componente importante para executar ações dinâmicas como caminhar, agachar e subir escadas, assim como auxilia na postura estática do corpo humano (HERNÁNDEZ-GUILLÉN *et al.*, 2020). Uma limitação na dorsiflexão do tornozelo pode contribuir para movimento limitado do joelho no plano sagital e, levar a aumentos compensatórios nos movimentos dos planos frontal e transversal ao longo da cadeia cinética de membros inferiores (LIMA *et al.*, 2018; GOMES *et al.*, 2020).

Estudos anteriores associaram que uma dorsiflexão com o joelho fletido menor que 45° pode ser considerada inadequada e potencialmente associada a padrões de movimento defeituosos (RABIN *et al.*, 2016; MALLIARAS *et al.*, 2006). Dessa forma, essa limitação na amplitude de movimento (ADM) de dorsiflexão do tornozelo pode levar a problemas como tendinopatia patelar (MALLIARAS *et al.*, 2006), dor patelofemoral (MACRUM *et al.*, 2012) e lesão do ligamento cruzado anterior (FONG *et al.*, 2011).

Em um estudo anterior de Macrum et al (2012), foi posicionado uma cunha sob o antepé, este estudo restringiu a ADM de dorsiflexão e verificou que houve uma diminuição significativa no ângulo de flexão do joelho, aumento do valgo e dorsiflexão de joelho, além de observar que ocorreu uma diminuição da atividade muscular de Vasto medial e vasto lateral (MACRUM *et al.*, 2012). Ao mesmo tempo, um estudo avaliou os efeitos de uma elevação do calcanhar na ativação muscular do quadril e da perna durante um agachamento em um grupo com valgo dinâmico do joelho e, verificou que a ativação de gastrocnêmio e tibial anterior foi



aumentada nos participantes que apresentaram valgo dinâmico do joelho em comparação com controles com a condição de elevação do calcanhar (PADUA *et al.*, 2012).

Esses estudos apontam que o agachamento pode ser alterado pelo ambiente e uso de implementos para sua realização. Ainda há necessidade de melhor entendimento dos efeitos da elevação do calcanhar na amplitude do agachamento e na ativação da musculatura. Dessa forma, esse estudo pretende responder a seguinte pergunta: A elevação do calcanhar durante um agachamento livre causa uma maior ativação muscular?

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a alteração da ativação muscular do quadril e membro inferior durante agachamento livre com variação da posição de tornozelo (com e sem elevação do calcanhar).

### 1.1.2 Objetivos específicos

1. Verificar a ativação muscular dos músculos Tensor da fáscia lata, Glúteo médio, Glúteo máximo, Vasto lateral, Vasto medial e Bíceps femoral durante agachamento com elevação do calcanhar;
2. Verificar a ativação muscular dos músculos Tensor da fáscia lata, Glúteo médio, Glúteo máximo, Vasto lateral, Vasto medial e Bíceps femoral durante agachamento sem a elevação do calcanhar.
3. Comparar a ativação muscular entre os dois tipos de agachamentos avaliados.

## 2 MÉTODOS

### 2.1 LOCAL DO ESTUDO

A coleta de dados foi realizada no Laboratório de Avaliação e Reabilitação do Aparelho Locomotor (LARAL), localizado na Universidade Federal de Santa Catarina, unidade Mato Alto, Araranguá – SC.

### 2.2 TAMANHO DA AMOSTRA

A amostra foi estimada considerando um coeficiente de correlação moderado ( $r = 0,50$ ) como sendo clinicamente relevante e um nível alfa de 0,05, com isso, 29 participantes foram necessário para atingir uma potência de 80% (HULLEY *et al.*, 2013).

### 2.3 PARTICIPANTES

Participaram 30 adultos, saudáveis e praticantes de atividade física de no mínimo 150 minutos semanais (WHO, 2010). A Tabela 1 mostra as características antropométricas gerais dos participantes.

**Tabela 1** - Características antropométricas dos participantes do estudo e seu desvio padrão (DP).

| Participantes | n  | Idade (anos) $\pm$<br>DP | Massa (kg) $\pm$<br>DP | Estatura (m) $\pm$<br>DP |
|---------------|----|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| Homens        | 15 | 26 $\pm$ 4,3             | 82,8 $\pm$ 15          | 1,76 $\pm$ 0,07          |
| Mulheres      | 15 | 26 $\pm$ 3,7             | 58,9 $\pm$ 3,7         | 1,65 $\pm$ 0,03          |

Os participantes foram selecionados por conveniência junto às academias e centros de treinamento funcional de Araranguá - SC e junto ao LARAL da Universidade Federal de Santa Catarina.

### 2.3.1 Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram incluídos no estudo participantes que atendessem aos seguintes critérios de inclusão:

- a) Idade entre 18 e 35 anos;
- b) Não apresentar durante entrevista, queixas ou comprometimento musculoesquelético que influenciem o movimento de agachamento e de ativação muscular;
- c) Não ter realizado uma ou mais cirurgias traumato-ortopédicas no período de 1 ano;
- d) Praticar atividade física de no mínimo 150 minutos semanais durante o período mínimo de 6 meses.

Critérios de exclusão:

- a) Sentirem dor durante a coleta de dados;
- b) Não conseguirem realizar o agachamento proposto;
- c) Ter realizado atividade física nas últimas 24 horas.

## 2.4 VARIÁVEIS

### 2.4.1 Variáveis desfecho

1. **Eletromiografia:** A eletromiografia (EMG) pode ser compreendida como a quantificação dos sinais elétricos da musculatura esquelética (DE OLIVEIRA *et al.*, 2012) e é amplamente utilizada na avaliação da função neuromuscular, tanto na saúde como nas doenças que podem interferir esse sistema (DE LUCA *et al.*, 2006). Nesse estudo, a EMG foi analisada a partir da: I) atividade mioelétrica total (integral): Definida como a área da curva do sinal de atividade mioelétrica; II) Pico de ativação muscular: Definida como o máximo de ativação do sinal.
2. **Amplitude de flexão de joelho:** Foi realizado agachamentos com e sem calço, na máxima amplitude de flexão do joelho, sendo a angulação mensurada por um eletrogoniômetro.

### 2.4.2 Variáveis de controle

1. **Nível de fadiga:** Os participantes foram orientados para não realizarem atividade física 24h antes da coleta de dados e um intervalo de um minuto de descanso foi respeitado entre as execuções dos agachamentos.
2. **Distância da base de apoio:** Foi mensurada a distância dos ombros dos voluntários com uma fita métrica. Após, fixada uma fita crepe no chão para posicionar os pés do voluntário (de acordo com a distância dos ombros) para todas as condições de análise
3. **Velocidade do movimento:** Foi utilizado um metrônomo com uma frequência de 50 BPM para controlar a cadência do movimento de agachamento na fase descendente (excêntrica) e ascendente (concêntrica).
4. **Dorsiflexão do tornozelo:** Realização do Weight-bearing Lunge Test (WBLT) para caracterizar a amplitude de movimento de dorsiflexão de tornozelo dos participantes (BENNELL *et al.*, 1998).

### 2.4.3 Variável intervenção

1. **Calço:** Para a realização deste estudo utilizamos um calço em forma de anilha o que pode ser facilmente reproduzido e já é utilizado em muitas clínicas e academias. Foi usado um calço (anilha de 3 kg, altura 2,5 cm, largura 16 cm) sob ambos calcanhares.

## 2.5 INSTRUMENTOS DE MEDIDA

Os instrumentos utilizados para obtenção dos dados do estudo são descritos a seguir:

1. **Eletromiógrafo de superfície e Eletrogoniômetro:** Foi utilizado um eletromiógrafo de superfície e um eletrogoniômetro integrados no mesmo aparelho condicionador de sinais NewMiotol (Miotec, Porto Alegre, Brasil). O eletromiógrafo foi utilizado durante os testes de contração voluntária isométrica máxima (CVIM) e toda a coleta do agachamento.
2. **Inclinômetro digital:** Para avaliação do ângulo de dorsiflexão do tornozelo e demais ângulos articulares, foi utilizado um inclinômetro digital para smartphone. Utilizamos um Smartphone Iphone, função de nível do aplicativo Measure (aplicativo gratuito desenvolvido pela Apple Inc.).
3. **Metrônomo:** Aplicativo de celular oferecendo até 1-300 batimentos por minutos (BPM). Foi utilizada a cadência de 50 BPM.

## 2.6 ASPÉCTOS ÉTICOS

Esta pesquisa está fundamentada nos princípios éticos, com base na Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde, o qual incorpora sob a ótica do indivíduo e das coletividades, os quatro referenciais básicos da bioética: autonomia, não maleficência, beneficência e justiça, entre outros, visando assegurar os direitos e deveres que dizem respeito à comunidade científica, aos sujeitos da pesquisa e ao Estado. Todos os participantes foram previamente informados sobre a condução e os objetivos do estudo e após concordarem em participar, assinam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A), mantendo sigilo em relação aos participantes e seus dados pessoais.

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina sob o CAAE: 04113918.2.0000.0121 (Anexo A).

## 2.7 COLETA DOS DADOS

No início da sessão após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), os sujeitos responderam algumas perguntas referentes aos dados sobre eles (idade e sexo) e dados antropométricos (peso, altura e índice de massa muscular (IMC)). Em seguida, foi realizado as demarcações dos pontos motores dos músculos a serem avaliados por meio das recomendações da SENIAM (acrônimo para o consórcio europeu (*Surface EMG for the Non-Invasive Assessment os Muscles*), seguido pela tricotomia e limpeza das regiões demarcadas, onde posteriormente foram colados os eletrodos da eletromiografia.

Para caracterização da dorsiflexão do tornozelo dos sujeitos foi utilizado o WBLT. Inicialmente com os participantes em decúbito dorsal, foi marcado um ponto na borda anterior da tíbia, 15 cm abaixo do centro da tuberosidade da tíbia, onde o inclinômetro seria posicionado. Para a realização do teste, com o participante descalço, foi instruído a alinhar o calcanhar e o primeiro dedo do pé no centro de uma linha desenhada no chão. Então eles tocaram levemente a linha marcada na parede com o joelho, sem levantar o calcanhar do pé testado do chão. É permitido ao participante fazer quantas tentativas forem consideradas adequadas para alcançar a distância máxima entre a parede e o pé (DILL et al., 2014). A avaliação da dorsiflexão máxima no WBLT foi realizada por meio de um inclinômetro digital, validado para smartphone (BANWELL et al., 2019).

Posteriormente, cada indivíduo realizou três contrações voluntárias isométricas máximas (CVIM) durante 5 segundos para normalização dos dados de força máxima de cada músculo testado. Foi respeitado um intervalo de 30 segundos entre cada teste do mesmo músculo e de um minuto e meio entre diferentes músculos.

O posicionamento dos sujeitos para a colocação dos eletrodos também seguiu os critérios da SENIAM. Os eletrodos foram alinhados de acordo com a orientação das fibras musculares. Durante a execução da CVIM foi dado um estímulo verbal (força, força, força) de incentivo ao voluntário para estimular a realização de uma contração máxima durante o teste.

O posicionamento dos sujeitos, os pontos de referência para colocação dos eletrodos e o posicionamento para o teste da CVIM foram os seguintes:

1. Glúteo Máximo (Gmáx) (fibras superiores): Sujeito em decúbito ventral, os eletrodos foram posicionados entre a linha média de dois pontos anatômicos de referência (espinha ilíaca pósterio superior e trocânter maior do fêmur). Dois eletrodos foram colocados na média da linha traçada. O teste de CVIM é realizado com o paciente em decúbito ventral, quadril em posição neutra e joelho flexionado a 90°. Uma faixa estabiliza a perna e o avaliador estabiliza o quadril, pedindo ao sujeito que realize uma força máxima na extensão de quadril sem perder a flexão do joelho.
2. Glúteo médio (Gméd) (fibras anteriores): Sujeito em decúbito lateral, traçado uma linha entre a crista ilíaca ao trocânter maior do fêmur, no centro dessa linha, os eletrodos foram posicionados. O teste de CVIM é realizado com o participante em decúbito lateral, o quadril em 10° de extensão e rotação externa e joelho em extensão, o avaliado estabiliza o quadril e uma faixa faz resistência sobre o tornozelo do paciente, pede-se ao sujeito que realize uma abdução do quadril (sem perder a extensão de 10°), com o máximo de força.
3. Tensor da fáscia lata (TFL): Sujeito em decúbito dorsal, foi traçado uma linha entre a espinha ilíaca ântero-superior e o côndilo lateral do fêmur, após isso, foi calculado 1/6 e posicionado os eletrodos. O teste de CVIM é realizado em decúbito lateral, o quadril em 10° de extensão e rotação externa e joelho em extensão, o avaliado estabiliza o quadril e uma faixa faz resistência sobre o tornozelo do paciente, pede-se ao sujeito que realize uma abdução do quadril (sem perder a extensão de 10°), com o máximo de força.
4. Bíceps Femoral (BF): Sujeito em decúbito ventral, ligeira rotação lateral da coxa e joelho do membro a ser testado em uma flexão 70°. Traçado uma linha entre a tuberosidade isquiática e o epicôndilo lateral da tíbia, posicionando o eletrodo na média dos dois pontos, na direção das fibras musculares. O teste de CVIM é realizado com o quadril em posição neutra e joelho a 70°, o avaliador estabilizou o quadril, enquanto o tornozelo foi estabilizado por uma faixa, pedimos ao indivíduo a realização de uma flexão de joelho.
5. Vasto Medial (VM): Sujeito em decúbito dorsal, joelhos estendidos, traçado uma linha da espinha ilíaca ântero-superior até ao ligamento colateral medial, o eletrodo fixado a 80% dessa linha, na direção das fibras musculares. O teste CVIM é realizado em uma cadeira extensora, com o quadril flexionado a 90° e joelho a 70°, com uma faixa fixa

sobre a maca e o membro a ser testado na região de tornozelo. Após, pede-se que o paciente realize uma extensão de joelho com o máximo de força.

6. Vasto Lateral (VL): Sujeito em decúbito dorsal, joelhos estendidos, traçado uma linha da espinha íliaca ântero-superior até ao lado lateral da patela, eletrodo fixado a 2/3 dessa linha, na direção das fibras musculares. O teste CVIM é realizado em uma cadeira extensora, com o quadril flexionado a 90° e joelho a 60°, com uma faixa fixa sobre a maca e o membro a ser testado na região de tornozelo. Após, pede-se que o paciente realize uma extensão de joelho com o máximo de força.

Os sujeitos foram familiarizados com os dois tipos de agachamento e a cadência do movimento. Os dados eletromiográficos foram coletados quando os participantes realizaram os agachamentos, posicionados com os pés descalços e afastados na largura dos ombros e dedos apontados para a frente. Cada sujeito recebeu uma anilha de 1 kg, para que durante os agachamentos afim houvesse um contrapeso durante as repetições do movimento, favorecendo o equilíbrio e execução das séries de exercício.

Duas condições de agachamento foram realizadas. Para isso, foi feito um sorteio por meio do site “random.gg” para determinar qual agachamento seria realizado primeiro. Os agachamentos foram numerados de 1 a 2, conforme descrito abaixo:

- a) Agachamento Livre Máximo;
- b) Agachamento Livre com Calço.

Cada indivíduo realizou cinco agachamentos de cada condição, sendo sorteado o tipo de agachamento a ser realizado primeiro, podendo ser primeiro um ciclo de agachamentos livres na máxima amplitude de movimento de joelho e, agachamentos na máxima amplitude de movimento do joelho, com um calço (anilha de 3 kg, altura 2,5 cm, largura 16 cm) sob ambos calcanhares.

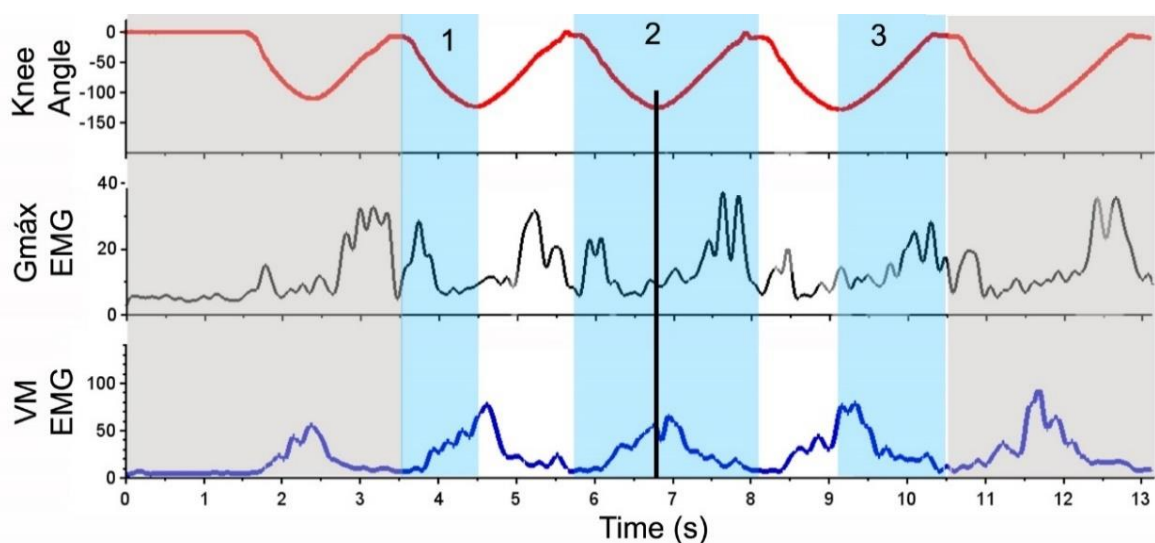
A coleta completa do exercício de agachamento para cada condição levou em torno de 15 segundos. Foi utilizado um metrônomo a 50 BPM, para controlar a cadência durante o agachamento. Entre cada agachamento houve um intervalo de um minuto para evitar fadiga.



### 2.7.1 Processamento dos dados

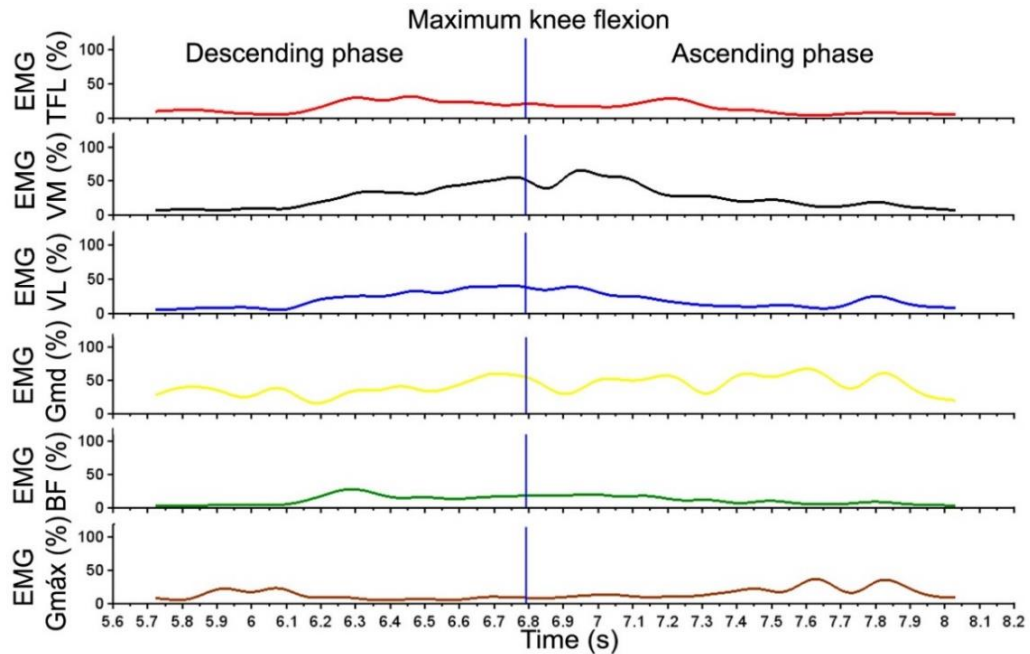
Após a aquisição, os dados foram exportados para serem tratados com a utilização do *software Scilab*. Neste *software* foram criadas as rotinas de programação para análise de dados, onde cada etapa do processamento é descrita abaixo: a) Correção do *offset* dos dados eletromiográficos; b) Retificação da onda eletromiográfica completa; c) Cálculo do envelope linear através do filtro *Butterworth* passa baixa de 6 Hz e de 2ª ordem na direção *forward* e *backward* (MARCHETTI; DUARTE, 2006); d) Recorte das três execuções centrais com exclusão da primeira e última repetição (Figura 1); e) Recorte das fases ascendente e descendente; f) Cálculo da atividade mioelétrica durante as diferentes fases (Figura 1); g) Normalização dos valores pela contração voluntária máxima; h) exportação dos valores para cálculo da média.

Para analisar a ativação muscular durante o agachamento, foi realizado um recorte das três execuções centrais com exclusão da repetição inicial e final, como demonstrado na Figura 1. Esses três agachamentos selecionados foram utilizados para análise do pico e da integral da ativação muscular na fase descendente e ascendente do agachamento, visualizados na Figura 2. A *fase descendente* é definida como o tempo desde o início da flexão do joelho até a máxima flexão do joelho (Figura 1 número 1; a *fase ascendente* foi definida como o tempo desde o início da extensão do joelho até o retorno à posição inicial original (Figura 1 número 2).



**Figura 1** – Curvas do eletrogoniômetro e de duas curvas de EMG para o movimento de agachamento. 1) Fase descendente do agachamento. 2) exemplo de ciclo completo de um

agachamento com o traço preto exemplificando a alteração de fase descendente para ascendente pela flexão máxima do joelho. 3) fase ascendente. Em cinza as curvas que foram descartadas.



**Figura 2** – EMG dos músculos TFL, VM, VL, Gmd, BF, Gmáx durante as fases descendente e ascendente do agachamento. A linha azul representa a alteração da fase descendente para ascendente.

### 3 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Foram analisadas 3 curvas de agachamento divididas em fases ascendentes e descendentes. Para a análise realizada nesse estudo foi realizada a média das 3 curvas para cada um dos indivíduos. Foi analisada a normalidade dos dados e quando os dados foram normais, a comparação entre a eletromiografia para o agachamento com e sem calço foi realizada com o Teste *t* para amostra pareada ou o seu equivalente não paramétrico U de Mann –Whitney.

### 4 RESULTADOS

A média das medidas obtidas no WBLT tiveram como resultado um valor de  $41,7 \pm 3,2$  para a perna direita e  $41,8 \pm 11$  para a perna esquerda. Dessa forma, os participantes obtiveram um valor que caracteriza uma diminuição da dorsiflexão de tornozelo ( $<45^\circ$ ).

Foi observado que no agachamento com elevação do calcanhar os participantes obtiveram um ângulo de flexão de joelho maior, conseqüentemente conseguiram uma amplitude de agachamento maior comparada ao agachamento sem elevação do calcanhar. A média e o desvio padrão para o ângulo final de flexão do joelho para o grupo de agachamento com elevação do calcanhar ficou em  $61,6 \pm 11,4$  graus e para o agachamento livre foi de  $55,5 \pm 11,6$  graus, diferença significativa entre os ângulos ( $p=0,001$ ).

Os resultados encontrados em relação a ativação muscular dos músculos analisados durante o agachamento e suas condições encontram-se na Tabela 2.

**Tabela 2** - Pico de ativação muscular e integral grupos de agachamento com calço e agachamento livre máximo durante as fases descendentes e ascendentes do agachamento.

| Músculo              | Grupo | Pico              |                   | Integral          |                   |
|----------------------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                      |       | Descendente       | Ascendente        | Descendente       | Ascendente        |
|                      |       | Média $\pm$<br>DP | Média $\pm$<br>DP | Média $\pm$<br>DP | Média $\pm$<br>DP |
| Tensor da fásia lata | calço | 37,8 $\pm$ 25,7   | 30,9 $\pm$ 22,3   | 22,1 $\pm$ 20,5   | 17,8 $\pm$ 17,9   |
|                      | livre | 57,2 $\pm$ 79,5   | 35,3 $\pm$ 45,4   | 21,1 $\pm$ 20,8   | 16,4 $\pm$ 17,5   |
| Vasto medial*        | calço | 54,5 $\pm$ 24,0   | 75,2 $\pm$ 35,3   | 30,2 $\pm$ 17,5   | 40,4 $\pm$ 17,8*  |
|                      | livre | 60,7 $\pm$ 33,3   | 69,2 $\pm$ 31,8   | 30,0 $\pm$ 15,6   | 37,0 $\pm$ 16,5   |
| Vasto lateral*       | calço | 47,6 $\pm$ 21,8   | 56,7 $\pm$ 25,1   | 24,4 $\pm$ 11,8   | 27,8 $\pm$ 12,5*  |
|                      | livre | 49,3 $\pm$ 21,0   | 51,7 $\pm$ 21,1   | 24,6 $\pm$ 10,7   | 25,6 $\pm$ 10,9   |
| Glúteo médio         | calço | 57,5 $\pm$ 69,3   | 62,3 $\pm$ 52,4   | 32,3 $\pm$ 29,3   | 38,4 $\pm$ 31,3   |
|                      | livre | 72,4 $\pm$ 122,4  | 76,9 $\pm$ 85,0   | 34,3 $\pm$ 35,1   | 43,8 $\pm$ 38,1   |
| Bíceps femoral       | calço | 16,2 $\pm$ 11,5   | 20,1 $\pm$ 13,6   | 7,8 $\pm$ 4,9     | 10,5 $\pm$ 6,7    |
|                      | livre | 18,0 $\pm$ 17,8   | 22,3 $\pm$ 18,1   | 8,3 $\pm$ 5,5     | 10,5 $\pm$ 6,3    |
| Glúteo máximo*       | calço | 15,8 $\pm$ 9,4    | 29,3 $\pm$ 15,8   | 11,6 $\pm$ 8,7    | 20,1 $\pm$ 14,0   |
|                      | livre | 18,3 $\pm$ 13,9   | 37,1 $\pm$ 30,9*  | 11,3 $\pm$ 8,0    | 20,8 $\pm$ 11,4   |

\* Indica efeito principal para o grupo ( $P < .05$ ).

Para a maioria das análises, a elevação do calcanhar não alterou o pico ou a integral da eletromiografia. Para o pico da EMG as análises estatísticas não demonstraram diferença significativa entre os grupos na fase descendente. Na fase ascendente o Glúteo máximo apresentou alteração sem o uso do calço ( $p=0,03$ ). Para a integral da EMG ocorreu diferença na fase ascendente para os vastos (lateral  $p=0,01$  e medial  $p=0,03$ ).

## 5 DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi verificar se a ativação muscular do membro inferior é alterada com a elevação do calcanhar durante um agachamento. Os resultados mostraram que em relação ao pico da EMG o glúteo máximo demonstrou maior ativação na fase ascendente do agachamento sem o uso do calço, já para a integral na fase ascendente, os músculos vasto medial e vasto lateral tiveram uma maior ativação para o grupo com elevação do calcanhar. Essa última alteração pode ser explicada pela maior flexão do joelho com a utilização do calço. Não houveram diferenças na fase descendente tanto para o pico como para a integral da EMG.

Os participantes incluídos na atual investigação tiveram uma ADM de dorsiflexão do tornozelo média no WBLT de  $41,7 \pm 3,2$  para a perna direita e  $41,8 \pm 11$  para a esquerda. Uma forma comum para melhorar a excursão do movimento de joelho é agachar usando cunhas, calços ou sapatos de halterofilismo para elevar os calcanhares, com vários estudos relatando que essas modificações alteram a cinemática dos membros inferiores (SATO *et al.*, 2012; CHARLTON *et al.*, 2017; SAYERS *et al.*, 2020).

Um outro desfecho observado em nosso estudo foi a amplitude de agachamento, nossos participantes atingiram uma ADM maior de flexão de joelho com a elevação do calcanhar (aproximadamente 5 graus maior). Os dados cinéticos demonstrados no estudo de Legg et al (2017), trazem que ao usar o calçado de halterofilismo há um aumento na flexão na articulação do joelho, dando mais ênfase aos extensores do joelho (LEGG *et al.*, 2017).

Em contrapartida, quando a ADM de tornozelo é restrita, o joelho é incapaz de flexionar maximamente sem assistência de uma superfície de declínio (ZWERVER *et al.*, 2007; LEGG *et al.*, 2017). Essa afirmação é apoiada pelo estudo de Macrum et al (2012) que utilizou uma cunha estendia sob todo comprimento do pé. Durante o agachamento houve uma diminuição significativa no pico do ângulo de flexão do joelho e aumento no valgo de joelho. Um outro achado foi uma maior atividade muscular em sóleo e diminuição da atividade muscular de vasto medial e vasto lateral, provavelmente explicado pela diminuição na flexão de joelho (MACRUM *et al.*, 2012).

Ao mesmo tempo que o presente estudo observou uma maior ativação para os músculos glúteo máximo, vasto medial e vasto lateral com a elevação do calcanhar, um estudo que comparou um grupo com valgo dinâmico do joelho com controles durante a execução de agachamento com e sem a elevação do calcanhar, observou que não houveram maiores ativações para glúteo máximo, glúteo médio e adutor magno, entretanto, os músculos

tibial anterior e gastrocnêmio demonstraram uma diminuição na ativação muscular. O estudo também indicou que o uso de uma elevação do calcanhar facilita uma diminuição no movimento do joelho no plano frontal medialmente direcionado e que está associado à diminuição da atividade dos músculos gastrocnêmio e tibial anterior durante o agachamento (PADUA *et al.*, 2012). Ao comparar indivíduos com valgo e sem valgo de joelho durante o agachamento um outro estudo visualizou que indivíduos com valgo excessivo do joelho apresentam maior atividade de adutor magno, vastos lateral e medial e bíceps femoral na fase excêntrica do agachamento. O que pode explicar parcialmente o deslocamento excessivo do joelho medialmente (DINIS *et al.*, 2021).

Uma das limitações em nosso estudo é o fato de termos nos limitado a investigar os músculos da coxa e não medimos a ativação de outros músculos da perna, como gastrocnêmio e sóleo, que estão envolvidos na articulação do tornozelo. Também não foram observados movimentos do joelho e tronco em outros planos. O sexo também é um fator que está associado a algumas diferenças para o agachamento, não investigamos o sexo devido ao baixo número de sujeitos em cada sexo, mas, para evitar a influência dessa variável de confusão coletamos os dados de 15 pessoas em cada sexo. Estudos futuros poderiam investigar melhor a influência deste fator ambiental nos outros planos e com o efeito do sexo.

## **6 CONCLUSÃO**

A elevação do calcanhar durante o agachamento leva a maior ativação para a integral da EMG na fase ascendente para os vastos lateral e medial. Os participantes do estudo atingiram um ângulo maior de flexão de joelho com a condição de elevação do calcanhar, o que possivelmente explica a maior ativação muscular.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANWELL, H. A. *et al.* The iPhone Measure app level function as a measuring device for the weight bearing lunge test in adults: A reliability study. **Journal of Foot and Ankle Research**, v. 12, n. 1, p. 1–7, 2019.

BENNELL, K; TALBOT, R.; WAJSWELNER, H.; TECHOVANICH, W.; KELLY, D. Intra-rater and Inter-rater reliability of a weight-bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. **Aust. J. Physiother.**, 44 (1998), pp. 175-180.

CHARLTON, Jesse M.; HAMMOND, Connor A.; COCHRANE, Christopher K.; HATFIELD, Gillian L.; HUNT, Michael A. The Effects of a Heel Wedge on Hip, Pelvis and Trunk Biomechanics During Squatting in Resistance Trained Individuals. **Journal of Strength and Conditioning Research**. V. 31; I: 6; p: 1678-1687. June 2017.

COTTER, Joshua A.; CHAUDHARI, Ajit M.; JAMISON, Steve T.; DEVOR, Steven T. Knee Joint Kinetics in Relation to Commonly Prescribed Squat Loads and Depths, **Journal of Strength and Conditioning Research**. July 2013 - Volume 27 - Issue 7 - p 1765-1774.

DE OLIVEIRA, D. C. S. *et al.* Electromyographic analysis of lower limb muscles in proprioceptive exercises performed with eyes open and closed. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 18, n. 4, p. 261–266, 2012.

DE LUCA, C. J. *et al.* Decomposition of surface EMG signals. **Journal of Neurophysiology**, v. 96, n. 3, p. 1646–1657, 2006.

DILL, Karli E.; BEGALLE, Rebecca L.; FRANK, Barnett S.; *et al.* Altered knee and ankle kinematics during squatting in those with limited weight-bearing-lunge ankle-dorsiflexion range of motion. **Journal of Athletic Training**, v. 49, n. 6, p. 723–732, 2014.

DINIS, R. *et al.* Electromyographic and kinematic analysis of females with excessive medial knee displacement in the overhead squat. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 57, n. February, 2021.

ESCAMILLA, R. F. Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 33, 127–141. 2001.

FONG, Chun Man; BLACKBURN, J. Troy; NORCROSS, Marc F.; *et al.* Ankle-dorsiflexion range of motion and landing biomechanics. **Journal of Athletic Training**, v. 46, n. 1, p. 5–10, 2011.

GOMES, João; NETO, Tiago; VAZ, João R.; *et al.* Is there a relationship between back squat depth, ankle flexibility, and Achilles tendon stiffness? **Sports Biomechanics**, v. 00, n. 00, p. 114, 2020.

HERNÁNDEZ-GUILLÉN, DAVID.; BLASCO, JOSÉ-MARÍA. A Randomized Controlled Trial Assessing the Evolution of the Weight-Bearing Ankle Dorsiflexion Range of Motion Over 6 Sessions of Talus Mobilizations in Older Adults. **Physiotherapy**, volume 100, edition 4, April 2020.

LEGG, H. S. *et al.* The effect of weightlifting shoes on the kinetics and kinematics of the back squat. **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 5, p. 508–515, 2017.

LIMA, Y. L. *et al.* The association of ankle dorsiflexion and dynamic knee valgus: A systematic review and meta-analysis. **Physical Therapy in Sport**, v. 29, p. 61–69, 2018.

LORENZETTI, S. *et al.* Comparison of the Angles and Corresponding Moments in the Knee and Hip During Restricted and Unrestricted Squats. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 10, p. 2829–2836, out. 2012.

LYNN, S. K.; NOFFAL, G. J. Lower Extremity Biomechanics During a Regular and Counterbalanced Squat. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 9, p. 2417–2425, set. 2012.

MACRUM, Elisabeth; BELL, David Robert; BOLING, Michelle; *et al.* Effect of limiting ankle-dorsiflexion range of motion on lower extremity kinematics and muscle-activation patterns during a squat. **Journal of Sport Rehabilitation**, v. 21, n. 2, p. 144–150, 2012.

MALLIARAS, Peter; COOK, Jillianne L.; KENT, Peter. Reduced ankle dorsiflexion range may increase the risk of patellar tendon injury among volleyball players. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 9, n. 4, p. 304–309, 2006.

PAULI, C. A. *et al.* Kinematics and Kinetics of Squats, Drop Jumps and Imitation Jumps of Ski Jumpers. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 3, p. 643–652, mar. 2016.

PADUA, Darin A.; BELL, David R.; CLARK, Micheal A. Neuromuscular characteristics of individuals displaying excessive medial knee displacement. **Journal of Athletic Training**, v. 47, n. 5, p. 525–536, 2012.

RABIN, Alon; PORTNOY, Sigal; KOZOL, Zvi. The association of ankle dorsiflexion range of motion with hip and knee kinematics during the lateral step-down test. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 46, n. 11, p. 1002–1009, 2016.

SATO, Kimitake; FORTENBAUGH, Dave; HYDOCK, David S. Kinematic Changes Using Weightlifting Shoes on Barbell Back Squat. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 26, n. 1, p. 28-33. January 2012.

SAYERS, M. G. L. *et al.* The effect of increasing heel height on lower limb symmetry during the back squat in trained and novice lifters. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 12, n. 1, p. 1–11, 2020.

TERADA, Masafumi; PIETROSIMONE, Brian G.; GRIBBLE, Phillip A. Therapeutic interventions for increasing ankle dorsiflexion after ankle sprain: A systematic review. **Journal of Athletic Training**, v. 48, n. 5, p. 696–709, 2013.

World Health Organization. Global Recommendations on Physical Activity for Health. Switzerland: WHO; 2010.

ZWERVER, J.; BREDEWEG, S. W.; HOF, A. L. Biomechanical analysis of the single-leg decline squat. **British Journal of Sports Medicine**, v. 41, n. 4, p. 264–268, 2007.



**APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

A ELEVÇÃO DO CALCANHAR ALTERA A FLEXÃO DO JOELHO E A ATIVAÇÃO MUSCULAR NO MEMBRO INFERIOR NO AGACHAMENTO.

Você \_\_\_\_\_ está sendo convidado (a) a participar do estudo que visa a análise de dorsiflexão do tornozelo e a ativação muscular de membros inferiores durante a realização de agachamentos. Essa pesquisa está associada ao projeto de trabalho de conclusão do curso de Crislaine Oliveira de Cezaro a ser realizada junto ao Laboratório de Avaliação e Reabilitação do Aparelho Locomotor (LARAL) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

1. APRESENTAÇÃO DA PESQUISA: O agachamento é uma tarefa amplamente usada no dia a dia, sendo utilizada para treinamento de desempenho esportivo com o desenvolvimento de força e potência muscular dos membros inferiores ou em uma avaliação funcional na fisioterapia. Para a realização da tarefa é necessária uma dorsiflexão de tornozelo adequada que não comprometa a realização do agachamento, dessa forma, é comumente utilizado um calço sob o calcanhar para facilitar o movimento. A participação no estudo não envolve nenhum gasto para você e todos os materiais necessários serão providenciados pelos pesquisadores. Com sua adesão ao estudo, você ficará disponível para a pesquisa que exigirá de você apenas uma visita ao LARAL, de duração aproximada de 1 hora. **Solicitamos que você, caso aceite participar da pesquisa, não realize nenhum exercício nas 24 horas que antecederem sua visita e que nos comunique de qualquer desconforto durante a coleta de dados. Para a coleta de dados, é necessária a seguinte vestimenta: shorts/bermuda curta e mais larga.**

2. JUSTIFICATIVA DA PESQUISA: Como é um movimento muito realizado no treinamento e reabilitação entender os processos de restrição e alteração da ativação muscular a partir do ambiente e tarefa é crucial para o melhor embasamento e prescrição desta atividade motora. Não foi encontrada na literatura estudo que tenha caracterizado a variação da ativação muscular a partir da alteração da posição do tornozelo juntamente com a avaliação da amplitude de movimento do tornozelo. Assim, a hipótese a ser investigada é que existe alteração da ativação muscular com alteração da posição e restrição do tornozelo durante o agachamento.

3. OBJETIVO DA PESQUISA: Analisar se a elevação do calcanhar causa alteração da ativação muscular de membro inferior durante agachamento livre em indivíduos saudáveis e habituados com o movimento.

4. DESCONFORTOS OU RISCOS ESPERADOS: Os riscos que você estará exposto ao participar dessa pesquisa são baixos, alguns desconfortos psicológicos como se sentir contrangido no momento da limpeza de pele, desconfortos físicos pela raspagem da pele, que pode nas próximas horas deixar a região depilada vermelha, pelo tempo em que ficará realizando o agachamento, ou que é possível o aparecimento de dor muscular tardia decorrente do esforço realizado. Para minimizar esses riscos, asseguramos que suas medidas antropométricas serão realizadas individualmente e mantidas em sigilo. Durante os procedimentos de coleta de dados, com ou sem intercorrências, você estará sempre acompanhado por um dos pesquisadores, que lhe prestará toda a assistência necessária ou acionará pessoal competente para isso, caso tenha alguma dúvida sobre os procedimentos ou sobre o projeto você poderá entrar em contato com o pesquisador a qualquer momento pelo telefone ou e-mail descritos no final do termo.

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: Em um primeiro momento da sua visita será realizada a mensuração do seu peso, altura e medidas de comprimento da sua perna e coxa. Na sequência, a sua pele será preparada para a colação dos eletrodos de eletromiografia. A preparação da pele envolve a retirada dos pelos e a limpeza do local no qual os eletrodos serão colocados. Uma vez que a preparação tenha sido finalizada, será realizado alguns testes de força para servir de parâmetro para os agachamentos. Após isso, os exercícios serão ensinados e demonstrados para você para que possa praticá-los e se sentir confortável com eles antes da coleta. A pesquisa será interrompida caso o você mencione alguma queixa ou queira interromper sua participação. Você poderá retirar-se do estudo a qualquer momento, sem que

isso lhe traga qualquer prejuízo. Uma vez adaptado ao exercício, será iniciada a coleta de dados referente ao movimento. A ordem dos exercícios será aleatória, definida por sorteio. Após a coleta, será fornecido, se desejar, um feedback quanto a qualidade do movimento realizado, bem como os dados referentes a antropometria e possíveis assimetrias de descarga de peso durante os exercícios funcionais.

6. ENCONTROS: O número de encontros para a participação do estudo será de apenas um (1), sendo que a sessão terá aproximadamente uma (1) hora.

7. INFORMAÇÕES: O participante tem a garantia de que receberá a resposta a qualquer pergunta ou esclarecimento de qualquer dúvida quanto aos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados à pesquisa por parte da equipe de pesquisa.

8. RETIRADA DO CONSENTIMENTO: O participante tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo sem qualquer penalização.

ASPECTO LEGAL: elaborado de acordo com as diretrizes e normas regulamentadas de pesquisa envolvendo seres humanos atendendo à resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde – Brasília – DF. Qualquer dúvida, ou se sentir necessidade, o participante poderá entrar em contato com o Comitê de Ética local, por meio do telefone (48) 3721-6094 ou do e-mail [cep.propesq@contato.ufsc.br](mailto:cep.propesq@contato.ufsc.br), situado à Rua Desembargador Vitor Lima, 222, sala 401, Prédio Reitoria II, Trindade, Florianópolis/SC.

9. GARANTIA DO SIGILO: A equipe de pesquisa garante que sua identidade será preservada, pois cada indivíduo será identificado por um número.

10. LOCAL DA PESQUISA: os dados serão coletados no Laboratório de Avaliação e Reabilitação do Aparelho Locomotor, situada na rua Pedro João Pereira, 150 - Mato Alto, Araranguá - SC, 88905-120.

11. BENEFÍCIOS: Ao participar do estudo você estará colaborando com o desenvolvimento da ciência, dando possibilidade a novas descobertas e avanços nas pesquisas, colaborando com a melhora do entendimento do agachamento.

12. GARANTIA DE INDENIZAÇÃO E RESSARCIMENTO: para participar deste estudo você não terá nenhum custo e nem receberá qualquer vantagem financeira. Caso você, participante, sofra algum dano decorrente dessa pesquisa, os pesquisadores garantem indenizá-lo por todo e qualquer gasto ou prejuízo seja ele material ou imaterial assegurada pela Lei 466/2102 do CNS. Caso a sua participação na pesquisa traga gastos com transporte e

alimentação, os pesquisadores ficarão responsáveis de acarcar com os custos calculados de acordo com os gastos reais do participante.

13. ENDEREÇO E TELEFONE DE CONTATO DA RESPONSÁVEL PELA PESQUISA:

Nome completo: **Crislaine Oliveira de Cezaro**

Endereço: Rua Flores de Laranjeiras 846. Bairro Jardim das Avenidas. Araranguá/SC

Telefone: (048) 988213282

Endereço de email: [cris.cezaro@hotmail.com](mailto:cris.cezaro@hotmail.com)

Nome completo: **Alessandro Haupenthal**

Endereço completo: Rua João Pedro Pereira, 150. Mato Alto. Araranguá / SC

Endereço de email: [alessandro.haupenthal@ufsc.br](mailto:alessandro.haupenthal@ufsc.br)

Telefones: (48) 9902-8190

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO:

Eu, \_\_\_\_\_, após a leitura e compreensão deste termo de informação e consentimento, entendo que minha participação é voluntária, e que posso sair a qualquer momento do estudo, sem prejuízo algum. Confirmando que recebi uma via deste termo de consentimento, assinada por mim e pelo pesquisador responsável, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo no meio científico.

Endereço: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_

**NÃO ASSINE ESTE TERMO SE TIVER ALGUMA DÚVIDA A RESPEITO**

Araranguá, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2020

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador responsável

**APÊNDICE B – FICHA DE IDENTIFICAÇÃO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

**FICHA DE IDENTIFICAÇÃO**

Nome: \_\_\_\_\_

Sexo: (    )    Idade: \_\_\_\_\_ anos    Data de nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Altura: \_\_\_\_\_ cm    Peso: \_\_\_\_\_ kg    IMC: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_

Araranguá (SC) \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

## ANEXO A – PARECER COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Análise Biomecânica de Exercícios Funcionais com Incremento de Resistência Elástica

**Pesquisador:** Hellane de Brito Fontana

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 04113918.2.0000.0121

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Santa Catarina

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.166.541

#### Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa de Hellane de Brito Fontana que envolve pelo menos dois estudantes de mestrado Gessica Aline Silvano e Lucas Borges Steffen e potencialmente estudantes de Iniciação científica.

Estudo transversal, quasi-experimental de caráter quantitativo e medidas repetidas. Serão avaliadas a cinemática, a cinética e a eletromiografia dos membros inferiores e tronco durante exercícios funcionais. Especificamente, será analisado o efeito de diferentes condições de resistência elástica e descarga de peso na Biomecânica de Exercícios Funcionais. A amostra será por conveniência e constituída de aproximadamente 100 indivíduos adultos, com faixa etária entre 18 e 35 anos de idade, residentes da grande Florianópolis e com experiência de no mínimo 6 meses em treinamento resistido/funcional. O recrutamento dos sujeitos se dará através da publicação de anúncios em murais do Centro de Ciências da Saúde da Universidade do Estado de Santa Catarina e do Centro de Ciências do Desporto e Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina, conforme especificado no projeto. As coletas serão realizadas no Laboratório de Biomecânica da Universidade Federal de Santa Catarina e envolverão a análise biomecânica dos exercícios. Serão analisados: I) os momentos articulares, II) os ângulos articulares, III) a ativação eletromiográfica e IV) a distribuição de pressão plantar.

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
 Bairro: Trindade CEP: 88.040-400  
 UF: SC Município: FLORIANÓPOLIS  
 Telefone: (48)3721-6094 E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 3.166.541

Após a anamnese (idade, sexo e dominância lateral de membros inferiores) e a obtenção das medidas antropométricas (massa e estatura), será iniciada a preparação do sujeito.

Para a análise eletromiográfica, serão utilizados dois sistemas de eletromiografia sem fio integrados (Trigno Delsys).

**Objetivo da Pesquisa:**

**Objetivo Primário:**

Avallar a biomecânica dos exercícios caminhada lateral, caminhada agachada, agachamento e ostra, com incremento de resistência elástica.

**Objetivo Secundário:**

1) Verificar os momentos articulares e os ângulos articulares durante os exercícios de I) caminhada lateral, II) caminhada agachada, III) agachamento e IV) ostra com incremento de resistência elástica. 2) Verificar a atividade eletromiográfica durante os exercícios de agachamento em cadeia cinética fechada com o pé restrito nos três planos (transverso, frontal e sagital) e com pé restrito em dois planos (transverso e sagital). 3) Verificar a atividade eletromiográfica durante os exercícios de I) caminhada lateral, II) caminhada agachada, III) agachamento e IV) ostra com incremento de resistência elástica. 4) Comparar a atividade eletromiográfica, os momentos articulares e os ângulos articulares em diferentes condições de posicionamento da banda elástica de resistência. 5) Comparar a atividade eletromiográfica, os momentos articulares e os ângulos articulares em diferentes condições de descarga de peso (fases do movimento para caminhada lateral e caminhada agachada, e condições de restrição do pé para o agachamento).

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Adequada no projeto e no TCLE. Os pesquisadores informa que:

**Riscos:**

- Alergia aos componentes do eletrodo (Prata/Cloreto de prata) utilizado para a eletromiografia: A pele será observada e os sujeitos serão questionados quanto a presença de alergias antes da colocação dos eletrodos.
- Presença de dor muscular tardia em até 72 horas após a coleta de dados. Essa será minimizada através da avaliação de pessoas condicionadas ao treinamento resistido e com o apropriado

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R. Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
 Bairro: Trindade CEP: 88.040-400  
 UF: SC Município: FLORIANOPOLIS  
 Telefone: (48)3721-6094 E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 3.166.541

aquecimento prévio e alongamento após a sessão.

- Além desse desconforto, é possível que durante a coleta dos dados os participantes achem desagradável executar os exercícios ou ainda disponibilizar suas medidas antropométricas. Os pesquisadores estarão a disposição para sanar qualquer dúvida que esteja ao alcance.

**Benefícios:**

- Após a coleta, os sujeitos serão instruídos quanto a correta realização dos exercícios e quanto as principais compensações apresentadas. Serão fornecidos aos sujeitos os dados referentes a antropometria e possíveis assimetrias de descarga de peso durante os exercícios funcionais. Após a coleta de dados, uma fisioterapeuta realizará um protocolo de alongamento dos músculos do quadril, ensinando os sujeitos a realiza-los em casa. Os sujeitos serão informados sobre a contribuição científica do projeto para o entendimento da biomecânica dos exercícios funcionais.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Sem comentários adicionais.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

A folha de rosto vem assinada pela pesquisadora responsável e pelo subchefe do Departamento de Ciências Morfológicas da UFSC.

Consta declaração do coordenador do Laboratório de Biomecânica do CDS/UFSC, assegurando que dispõe da infraestrutura e que compromete-se a cumprir os termos da res. 466/12.

O cronograma informa que a coleta de dados ocorrerá entre agosto/2019 e outubro/2019.

O orçamento informa despesas de R\$ 293,02.

O TCLE está bem redigido, é esclarecedor quanto a objetivos, procedimentos e riscos e contempla essencialmente todas as exigências da res. 466/12.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Sem pendências.

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
 Bairro: Trindade CEP: 88.040-400  
 UF: SC Município: FLORIANOPOLIS  
 Telefone: (48)3721-6094 E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br



Continuação do Parecer: 3.166.541

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento                                            | Arquivo                                       | Postagem               | Autor                    | Situação |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------|--------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto                            | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1258963.pdf | 20/12/2018<br>13:11:24 |                          | Aceito   |
| Outros                                                    | REsposta_pendencia.pdf                        | 20/12/2018<br>13:10:37 | Heilane de Brito Fontana | Aceito   |
| Outros                                                    | Declaracao_blomec.pdf                         | 20/12/2018<br>13:05:00 | Heilane de Brito Fontana | Aceito   |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador                 | Projeto_Plataforma_Brasil.pdf                 | 20/12/2018<br>13:03:29 | Heilane de Brito Fontana | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLEatualizado_para_Gessica_e_Lucas.pdf       | 20/12/2018<br>12:52:48 | Heilane de Brito Fontana | Aceito   |
| Folha de Rosto                                            | Digitalizado_12202018_123353.pdf              | 20/12/2018<br>12:51:08 | Heilane de Brito Fontana | Aceito   |

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

FLORIANOPOLIS, 24 de Fevereiro de 2019

Assinado por:  
Marla Luiza Bazzo  
(Coordenador(a))

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
Bairro: Trindade CEP: 88.040-400  
UF: SC Município: FLORIANOPOLIS  
Telefone: (48)3721-6094 E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br