

**UNINOVE – UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO -
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO**

JÔNATAS BEZERRA DE AZEVEDO

**ATIVIDADE DOS MÚSCULOS SÓLEO, GASTROCNÊMIO CABEÇA
LATERAL E CABEÇA MEDIAL DURANTE EXERCÍCIOS REALIZADOS NO
SMITH, LEG PRESS E GÊMEOS SENTADO EM TRÊS DIFERENTES
POSIÇÕES DOS PÉS.**

SÃO PAULO

2018

JÔNATAS BEZERRA DE AZEVEDO

**ATIVIDADE DOS MÚSCULOS SÓLEO, GASTROCNÊMIO CABEÇA
LATERAL E CABEÇA MEDIAL DURANTE EXERCÍCIOS REALIZADOS NO
SMITH, LEG PRESS E GÊMEOS SENTADO EM TRÊS DIFERENTES
POSIÇÕES DOS PÉS.**

Dissertação apresentada à Universidade Nove de julho para obtenção do título de Mestre em Ciências da reabilitação, na Linha de Pesquisa *Processo de Avaliação e Intervenção Terapêutica das Disfunções dos Sistemas Neuromuscular* sob orientação do Professor Dr. Fabiano Politti

SÃO PAULO

2018

Azevedo, Jônatas Bezerra de.

Atividade dos músculos sóleo, gastrocnêmio cabeça lateral e cabeça medial durante exercícios realizados no Smith, leg press e gêmeos sentado em três diferentes posições dos pés. / Jônatas Bezerra de Azevedo. 2018.

59 f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2018.

Orientador (a): Dr. Fabiano Politti.

1. Tríceps Sural. 2. Gastrocnêmio. 3. Sóleo. 4. Eletromiografia. 4. Flexão Plantar.

I. Politti, Fabiano. II. Título.

CDU 615.8

São Paulo, 13 de dezembro de 2018.

TERMO DE APROVAÇÃO

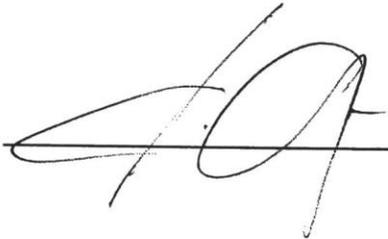
Aluno(a): Jonatas Bezerra de Azevedo

Título da Dissertação: "Atividade dos Músculos Soleo, Gastrocnêmio Lateral e Medial Durante Exercícios Realizados no Smith, Leg Press e Gêmeos em Três Diferentes Posições dos Pés".

Presidente: PROF. DR. FABIANO POLITTI



Membro: PROF. DR. CID ANDRÉ FIDELIS DE PAULA GOMES



Membro: PROF. DR. SILVIO ANTONIO GARBELOTTI JUNIOR



Dedico primeiramente a Deus por sempre me dar forças para continuar, mesmo em meio às dificuldades.

À minha mãe Dalvanize Bezerra por sempre me apoiar e incentivar nos estudos.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original.”

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

À Universidade Nove de Julho pelas oportunidades e respeito aos alunos.

Ao Prof. Dr. João Carlos Ferrari Correa, diretor do Programa de Pós-Graduação da Universidade Nove de Julho, pela seriedade, respeito e dedicação com que conduz o Programa.

A CAPES pelo incentivo e financiamento, possibilitando maior dedicação e empenho a pesquisa.

Aos amigos do laboratório NAPAM, juntos compartilhamos momentos bons e ruins, porém não desistimos.

Em especial meu orientador, Professor Dr. Fabiano Politti, por toda a paciência e empenho com que sempre me orientou neste trabalho. Tenho certeza que lembrarei de seus conselhos, não só como um excelente pesquisador mas também como um ser humano digno de respeito, não pelo que tem, mas sim pelo que é. Obrigado por me corrigir quando necessário.

A Bruna Massaroto por me apoiar e se fazer presente em todos os momentos em que precisei.

A minha filha Isabelly Gomes por ser minha inspiração e motivação.

E a minha noiva Jacqueline Gonçalves por me ajudar e apoiar sempre que necessário.

RESUMO

A flexão plantar como treinamento dos músculos gastrocnêmio cabeça lateral, cabeça medial e Sóleo (GL, GM e SOL) podem ser realizados em diferentes tipos de equipamentos e posições dos pés. Dentro das academias de uma forma empírica alunos e treinadores utilizam os pés em posição de Pé para dentro, Pé para fora e Pé para frente afim de realizar exercícios para o tríceps sural. O objetivo desse estudo foi verificar a atividade dos músculos GL, GM e SOL durante exercícios realizados em diferentes equipamentos e posições dos pés. A amostra foi composta por 15 homens saudáveis (Idade $26,8 \pm 5$, Peso $77,6 \pm 10,8$, Altura $172,6 \pm 6$), fisicamente ativos. A eletromiografia de superfície dos músculos GL, GM e SOL foi coletada durante o movimento de flexão plantar considerando 5 repetições com a mesma carga obtida no teste de 10 repetições máximas nos equipamentos *Leg Press*, *Smith* e Gêmeos Sentado. Para cada aparelho foram realizadas 3 coletas com 5 repetições, intervalo de 5 minutos entre as coletas e 5 minutos entre os equipamentos. A análise de variância de dois fatores não revelou diferença significativa na atividade dos três músculos em relação à posição dos pés ($F=0.21$, $P= 0.97$; $\eta_p^2= 0.005$), e nem pelo tipo de aparelho (aparelho vs posição dos pés) ($F=0.02$, $P= 1,00$; $\eta_p^2= 0.001$). No entanto, o tipo de equipamento utilizado para o exercício desses músculos influenciou de forma significativa ($F=11,55$, $P= <0,001$; $\eta_p^2= 0.20$). Os exercícios de flexão plantar realizado com 5 repetições no Smith proporciona aumento significativo na atividade dos músculos GL e GM em relação aos exercícios realizados nos equipamentos de Leg Press e Gêmeos Sentado. Não foi encontrada na atividade do músculo Sóleo. A atividade desses músculos não são influenciadas pelas mudanças na posição dos pés durante os exercício realizados nesses três equipamentos.

Palavras-chave: Tríceps Sural, Gastrocnêmio, Sóleo, Eletromiografia, Flexão Plantar.

ABSTRACT

The plantar flexion as training of the gastrocnemius lateral head, medial head and soleus muscles (GL, GM and SOL) can be performed on different types of equipment and foot positions. Dentros of the academies in an impersonal way students and coaches use the feet in standing position inwards, standing out and standing forward in order to perform exercises for the triceps sural. The objective of this study was to verify the activity of GL, GM and SOL muscles during exercises performed on different equipment and foot positions. The sample consisted of 15 healthy men (Age 26.8 ± 5 , Weight 77.6 ± 10.8 , Height 172.6 ± 6), physically active. Surface electromyography of the GL, GM and SUN muscles was collected during the plantar flexion movement considering 5 repetitions with the same load obtained in the test of 10 maximum repetitions in the Leg Press, Smith and Sit Twins equipment. For each apparatus, 3 collections were performed with 5 replicates, 5 minutes between collections and 5 minutes between the equipment. The two-way analysis of variance showed no significant difference in the activity of the three muscles in relation to the position of the feet ($F = 0.21$, $P = 0.97$, $\eta_p^2 p2 = 0.005$) ($F = 0.02$, $P = 1.00$, $\eta_p^2 p2 = 0.001$). However, the type of equipment used for the exercise of these muscles had a significant influence ($F = 11.55$, $P = <0.001$; $\eta_p^2 p2 = 0.20$). The exercises of plantar flexion performed with 5 repetitions in Smith provide a significant increase in GL and GM muscle activity in relation to the exercises performed in the Leg Press and Sitting Twin equipment. It was not found in soleus muscle activity. The activity of these muscles is not influenced by the changes in the position of the feet during the exercises performed in these three equipments.

Key words: Triceps Sural, Gastrointestinal, Soleus, Electromyography, Flexing Plantar.

LISTA DE ABREVIATURAS

GM: Gastrocnêmio Medial

GL: Gastrocnêmio Lateral

SOL: Sóleo

TS: Tríceps Sural

PPF: Pé Para Frente

PD: Pé Para Dentro

PF: Pé Para Fora

EMG: Eletromiografia

IMC: Índice de Massa Corporal

RM: Repetição Máxima

CIVM: Contração Voluntária Máxima

RMS: Raiz Quadrada Média

LISTA DE FIGURAS E TABELA

Tabela 1 – Avaliação antropométrica	14
Figura 1 – Fluxograma	15
Figura 2 – Sequência da coleta de dados	15
Figura 3 – Mesa de teste / Posição dos eletrodos	17
Figura 4 – Posições dos pés	18
Figura 5 – Resultados	20

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 MÉTODO	13
2.1 PARTICIPANTES	13
2.2 MEDIDAS DE DESFECHO.....	13
2.3 ELETROMIOGRAFIA	13
2.4 PROCEDIMENTOS	14
2.5 PROCESSAMENTO DO SINAL EMG DE SUPERFÍCIE	19
2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	19
3 RESULTADOS	20
3.1 RESULTADOS – ESTUDO 1	20
4 DISCUSSÃO	21
5 CONCLUSÕES	24
6 REFERÊNCIAS	25
3.2 RESULTADOS – ESTUDO 2	28
7 ANEXOS	29

1 INTRODUÇÃO

Considerando a anatomia do tríceps sural (TS), esse grupo muscular é constituído pelos músculos sóleo (SOL), gastrocnêmio lateral (GL) e medial (GM) e é frequentemente treinado em diferentes modalidades desportivas, como *Bodybuilding* (1), por atletas de corrida (2,3) e salto (4) assim como em idosos (5) e pacientes que se encontram em fase de recuperação de tendinopatia do tendão desse grupo (6,7).

O gastrocnêmio cabeça lateral e cabeça medial são biarticulares e auxiliam na flexão do joelho, sendo mais solicitados na flexão plantar, quando a articulação do joelho se encontra em extensão, diferentemente do sóleo (SOL), devido sua composição anatômica monoarticular, ambos agem juntamente na flexão plantar. O treinamento, pode ser realizado em diferentes tipos de equipamento como *Leg Press* (8), *Smith Machine* e Gêmeos Sentado, sendo indicado para o fortalecimento desse grupo muscular o movimento de flexão plantar (9,10).

Um fator importante que deve sempre ser considerado durante a execução de um determinado exercício para esse grupo muscular é a posição anatômica e a função de cada músculo que constitui o TS (11). Os gastrocnêmios tem como inserção de origem os côndilos femorais e como funções a flexão do joelho e a flexão plantar do tornozelo enquanto que, o SOL tem sua inserção de origem a face posterior da tíbia e a cabeça da fíbula e age somente na flexão plantar do tornozelo (12). No entanto, suas diferenças são especiais também com relação ao tipo de fibras, arquitetura e funções, portanto suas ações devem ser consideradas independentemente (13). Dessa maneira, devido à essas diferenças morfofuncionais o fortalecimento desses músculos é realizado principalmente por meio da variação da execução dos exercícios. Para o treinamento dos músculos GL e GM tem sido indicado a flexão plantar com joelho em extensão total ou em flexão (14).

A posição dos pés durante a execução dos exercícios deve ser também levada em consideração, bem como o conhecimento sobre as respostas dos músculos que constituem o TS em relação ao exercício e aos tipos de equipamentos a serem utilizados. Esse conhecimento pode auxiliar na estratégia de periodização de treino desses músculos, tendo em vista que muitos profissionais têm utilizado como abordagem de treinamento resistido, diferentes posições dos pés, como Pé para frente (PPF), Pé para fora (PE) ou Pé para dentro (PD) com os joelhos estendidos para uma melhor eficácia nos treinos de gastrocnêmio (15).

Algumas evidências mostram que tendo o gastrocnêmio duas cabeças (11,16), cada um teria uma ativação funcional diferente no movimento, proporcionada por mudanças no posicionamento dos pés (15), ou por uma maior ou menor angulação do joelho.

Em geral, o aumento da flexão plantar e da extensão do joelho, pode aumentar a atividade do gastrocnêmio e reduzir a do SOL (11,17,18), enquanto que o Pé pra fora aumenta a atividade do GM e o Pé para dentro a do GL (1) em relação a Pé para frente. Na comparação entre fases de contração concêntrica e excêntrica com os pés em posição Pé para frente, já foi demonstrado que a atividade entre as duas cabeças do gastrocnêmio são similares, enquanto que no Pé para dentro e Pé para fora, a ativação foi maior no GL e GM, respectivamente. Já para a contração excêntrica, ficou demonstrada maior atividade para o GM no Pé para fora, enquanto que para o Pé para dentro e posição neutra, nenhuma diferença foi encontrada (15).

Diante dessas observações, nesse estudo foi considerada a hipótese de que a atividade dos músculos que constituem o TS seja diferente entre os exercícios realizados no *Leg Press*, *Smith Machine* e Gêmeos Sentado, assim como entre diferentes posições dos pés (PPF, PD e PF).

Portanto, o objetivo desse estudo foi analisar por meio da eletromiografia (EMG) de superfície a atividade dos músculos GL, GM e SOL, realizados no Smith, Leg Press e Gêmeos Sentado em três diferentes posições dos pés.

2 MÉTODO

2.1 PARTICIPANTES

A amostra desse estudo transversal foi por conveniência sendo essa constituída por 15 homens (Idade $26,8 \pm 5$, Peso $77,6 \pm 10,8$ e Altura $172,6 \pm 6,3$), estudantes do curso de educação física da Universidade Nove de Julho. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade (processo no.: 2.100.780/2017).

Como critérios de inclusão foram considerados indivíduos fisicamente ativos, com tempo acima de 150 minutos por semana de acordo com o *Short Form International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) (19–21), que concordaram em participar do estudo, praticavam treinos em membros inferiores duas ou mais vezes por semana por no mínimo seis meses sem intervalo (22)., que não apresentavam distúrbios musculoesqueléticos nas pernas ou comprometimento cognitivo.

2.2 MEDIDAS DE DESFECHO

Atividade eletromiográfica dos músculos GM, GL e SOL obtida nos equipamentos de treino *Leg Press*, *Smith Machine* e *Gêmeos Sentado*.

2.3 ELETROMIOGRAFIA

Os sinais EMG de superfície foram coletados por um sistema de aquisição com 8 canais (EMG System do Brasil Ltda®), composto por eletrodos ativos bipolares com ganho de amplificação de 20 vezes, filtro analógico passa banda de 20 a 500 Hz e modo comum de rejeição de 120 dB, com frequência

de amostragem de 2 kHz, digitalizados por placa de conversão A/D (analógico-digital) com 16 bits de resolução.

Para a captação dos sinais EMG, foram utilizados eletrodos descartáveis de superfície auto-adesivos circulares de prata cloreto de prata (Ag/AgCl), com diâmetro de 10 mm (MedicalTrace®), posicionados com distância inter-eletrodos centro a centro de 20 mm sobre os músculos SOL, GM e GL em ambas as pernas, de acordo com as recomendações do SENIAN (HERMES et al 2000) (23).

2.4 PROCEDIMENTOS

A sequência da coleta de dados do estudo está descrita na Figura 1 e a de eventos experimentais está resumida na Figura 2. O Estudo foi realizado em dois dias previamente agendados. No primeiro dia, foi aplicado o IPAQ e coletados os dados antropométricos Tabela 1.

DOBRAS CUTANÊAS	
<i>Subescapular</i>	<i>1,71 ± 0,47</i>
<i>Triceps</i>	<i>1,06 ± 0,46</i>
<i>Peitoral</i>	<i>1,35 ± 0,57</i>
<i>Axial Médio</i>	<i>1,44 ± 0,58</i>
<i>Supra ilíaca</i>	<i>1,59 ± 0,81</i>
<i>Abdome</i>	<i>1,96 ± 0,88</i>
<i>Coxa</i>	<i>1,58 ± 0,66</i>
IMC	25,9 ± 2,7

Tabela 1 Dados antropométricos (Média e desvio padrão)

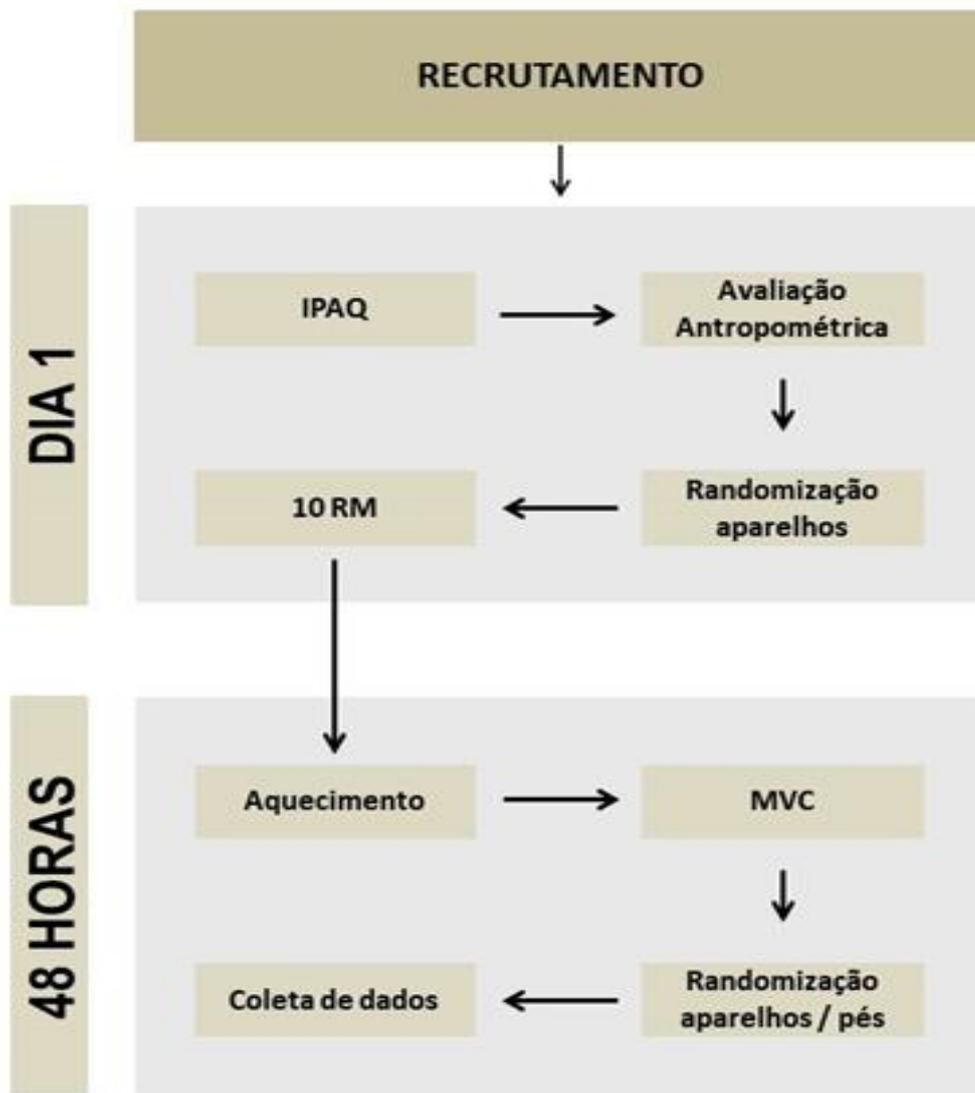


Figura 1 – Sequencia de gravação de dados

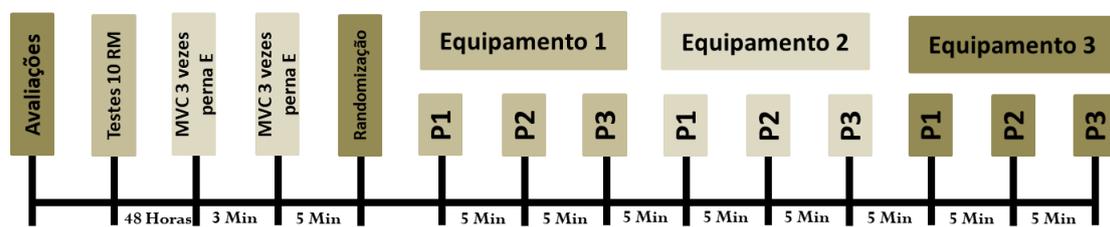


Figura 2 Linha do tempo de fluxo de gravação de dados. RM: repetição máxima. CVM: contração voluntária máxima. P1, P2, P3: posições dos pés. CIVM 3 vezes, perna esquerda, perna direita.

O índice de massa corporal (IMC) permite determinar se as amostras estão abaixo, dentro ou acima do peso normal. A importância do IMC vem do fato de que através deste método podemos proceder a uma avaliação do nível de gordura do corpo e assim identificar possíveis fatores de risco. Entre as técnicas mais utilizadas na determinação dos componentes da composição corporal destacam-se as dobras cutâneas, por ser um método barato, inócuo e de fácil acesso. O %G obtido a partir da técnica antropométrica se associa muito bem e não difere significativamente do %G decorrente de outros critérios para validação de outras técnicas (24), e entre muitas metodologias utilizadas o método de Jackson e Pollock (1978) é a que possuem equações preditivas de avaliação da composição corporal que estão disponíveis para medição em dois modelos, sendo de três e de sete dobras cutâneas (25).

Foi realizado um teste de 10 repetições máximas (RM) (8) para cada equipamento (*Leg Press*, *Smith Machine* e *Gêmeos Sentado*) com a finalidade de estabelecer individualmente a carga específica para cada exercício durante a coleta de dados e assim evitar qualquer tipo de viés. Para os testes, os pés foram ajustados em posição de Pés para frente e o intervalo de descanso entre as coletas foi de 5 minutos para a recuperação (26,27). A ordem dos aparelhos foi randomizada por meio de envelope com numerações 1, 2 e 3 para os respectivos aparelhos *Leg Press*, *Smith Machine* e *Gêmeos Sentado*.

O segundo encontro foi marcado após 48 horas para o início dos testes. Após um período de pré-aquecimento em esteira e de 15 movimentos específicos de flexão plantar, os participantes foram posicionados em uma cadeira com os membros inferiores desnudos para a localização e demarcação do Sol, GM e GL para a fixação dos eletrodos de EMG de superfície. Na região previamente demarcada foi realizada a tricotomia seguida de assepsia com álcool 70% para a preparação da superfície da pele e posteriormente a fixação dos eletrodos.

Após os eletrodos fixados, os voluntários foram orientados a deitar sobre a maca em decúbito ventral, com os pés fora da maca e em posição neutra para realizarem o teste de *contração isométrica voluntária máxima* (CIVM) dos

músculos do TS. Para o teste foi utilizada uma cinta de nylon com largura de 5 centímetros posicionada na região dos metatarsos e fixada na base da mesa de teste (Figura 3). Após devidamente posicionados, os participantes foram orientados a realizarem a flexão plantar dos pés com o máximo de força, durante 5 segundos. Esse procedimento foi realizado 3 vezes em cada perna com intervalo de descanso de 3 minutos entre as repetições.



Figura 3 Posições dos eletrodos segundo recomendações do SENIAM.

Os testes experimentais tiveram início após descanso de 5 minutos em relação à última coleta da CIVM. A ordem dos aparelhos e o posicionamento dos pés foram previamente randomizados por meio de envelopes opacos que continham letras para determinar os equipamentos (A: *Leg press*; B: *Smith Machine*; C: *Gêmeos Sentado*) e números para indicar a posição dos pés durante a coleta dos dados (1: Pé para frente - PPF; 2: Pé para dentro - PD; 3: Pé para fora - PF).

Os testes foram realizados com a carga da repetição máxima previamente calculada para cada equipamento. O ritmo dos movimentos de flexão plantar e dorsiflexão durante a realização dos testes foi determinado por um metrônomo programado com velocidade de 40 batidas por minutos. Em

todos os exercícios foram padronizados o início dos movimentos a partir da dorsiflexão, realizando assim para cada posição dos pés (PPF, PD a 45° e PF a 45° conforme Figura 4) 3 séries de 5 flexões plantares (8) para cada participante, com um tempo de descanso entre cada teste de 5 minutos.

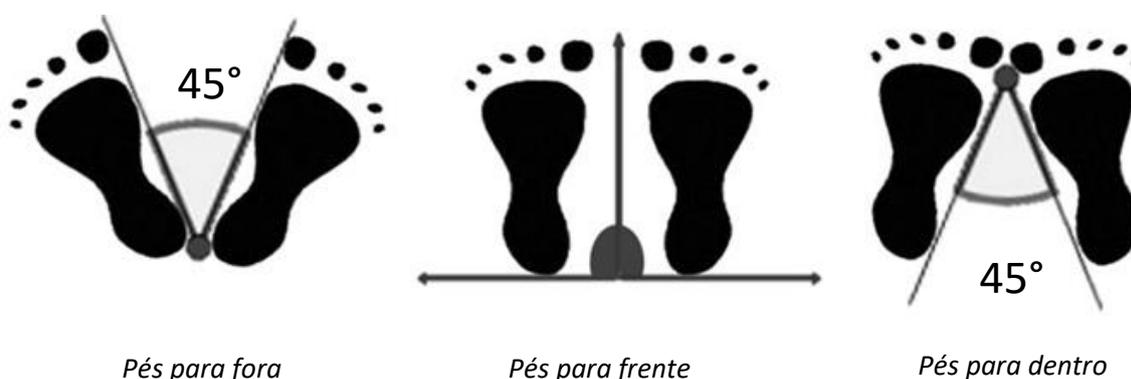


Figura 4 Pés para fora (PF), Pés para frente (PPF) e Pés para dentro (PD)

Nas três posições dos pés utilizadas no *Leg Press*, houve a necessidade de uma flexão de até 20° dos joelhos para maior conforto e evitar sobrecarga articular, no *Gêmeos Sentado* os joelhos mantiveram-se em flexão de 90° durante todas as posições. Na posição Pé para frente no *Smith Machine* os joelhos permaneceram estendidos a 0°, no entanto, nas posições Pé para dentro e Pé para fora foi necessária uma flexão de até 20°. As semi-flexões dos joelhos ocorreram em algumas situações para que os movimentos fossem realizados com mais eficiência e conforto, diminuindo assim a probabilidade de lesões. Feita a randomização e orientados sobre as posições dos pés e dos joelhos em cada aparelho, foram padronizados o número de 5 repetições e com um descanso entre as séries de 5 minutos.

2.5 PROCESSAMENTO DO SINAL EMG DE SUPERFÍCIE

Os sinais EMG foram analisados *off-line* usando rotinas específicas realizadas no programa Matlab (versão R2016b; The MathWorks Inc., Natick, MA, EUA). A amplitude da EMG de superfície foi definida como a raiz quadrada média (RMS) sinalizado para cada teste. O RMS sob cada condição foi normalizado pelo maior valor de CIVM ($\mu\text{V} / \mu\text{V} \times 100$:% CIVM) e expresso em porcentagem de CIVM. A média do RMS normalizado obtido nos três testes, foi utilizada para comparar a influência da posição dos pés sobre a atividade de cada músculo (Sol, GM e GL) em cada equipamento de teste (*Leg Press*, *Smith Machine* e *Gêmeos Sentado*). *O sinal foi iniciado a partir da dorsiflexão durante 5 movimentos de flexão plantar e encerrado na dorsiflexão.*

2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste Shapiro-Wilk. A análise de variância (ANOVA) foi usada para analisar a atividade dos músculos GL, GM e SOL considerando os seguintes fatores: posição dos pés (PPF vs PD vs PF) e equipamentos (Leg press vs Smith vs Gêmeos Sentado) com teste post-hoc de Bonferroni. Para calcular o tamanho do efeito, foi utilizado o Eta Square parcial (η_p^2) (28). A interpretação foi a sugerida por Cohen (1998) sendo essa: baixo efeito ($\eta_p^2=0.01$); médio efeito (aproximadamente $\eta_p^2=0.06$); e grande efeito ($\eta_p^2=0.14$).

3 RESULTADOS

3.1 RESULTADOS – ESTUDO 1

Foi possível observar que a atividade dos músculos GL, GM e SOL não é influenciada pela posição dos pés ($F=0.21$, $P= 0.97$; $\eta_p^2= 0.005$), e nem pelo tipo de aparelho (aparelho vs posição dos pés) ($F=0.02$, $P= 1,00$; $\eta_p^2= 0.001$). No entanto, o tipo de equipamento utilizado para o exercício influenciou de forma significativa a atividade desses músculos ($F=11,55$, $P= <0,001$; $\eta_p^2= 0.20$).

A Figura 5 demonstra a média e o desvio padrão da amplitude do sinal EMG de superfície dos músculos GL, GM e SOL coletados nos equipamentos, Leg Press, Gêmeos Sentado e Smith considerando três diferentes posições dos pés: Pés para frente, Pés para fora e Pés para dentro.

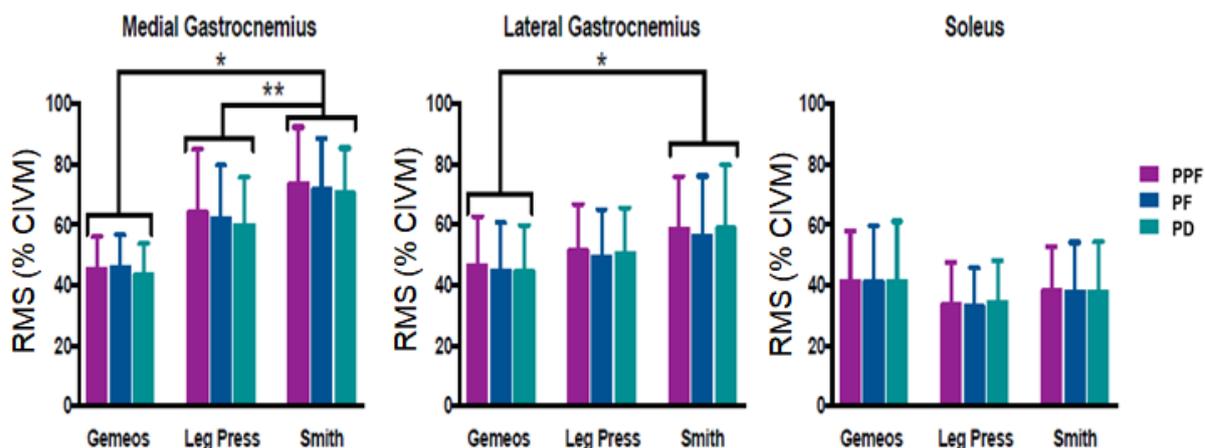


Figura 5 Média e desvio padrão da amplitude (RMS) normalizada do sinal EMG (% CIVM: contração voluntária máxima) dos músculos sóleo (SOL) e gastrocnêmio cabeça medial (GM) e cabeça lateral (GL) gravadas em três diferentes equipamentos (Gêmeos Sentado, Leg Press e Smith) e em três diferentes posições dos pés (Pés para dentro, Pés para fora e Pés para frente). * Diferença estatística significativa entre os equipamentos (ANOVA Bonferroni post hot test).

4 DISCUSSÃO

Nesse estudo foi confirmada a hipótese de que a atividade dos músculos que constituem o TS é diferente entre os exercícios realizados no *Leg Press*, *Smith Machine* e Gêmeos Sentado. No entanto, diferentes posições dos pés (PPF, PD e PF) não influenciam a atividade eletromiográfica dos músculos do TS.

As respostas observadas em relação à atividade EMG de superfície dos músculos do TS em diferentes posições dos pés são controversas na literatura. Em testes realizados com exercícios de flexão plantar, com joelhos estendidos, em posição ereta que utilizaram somente o peso corporal como carga, foi observado atividade similar entre os músculos GL e GM para a posição Pé para frente, e maior atividade para o músculo GM no Pé para fora e menor no Pé para dentro em relação à posição Pé para frente e, maior atividade em Pé para dentro para o músculo GL (1). Resultados similares também foram descritos durante a fase concêntrica e excêntrica de flexão plantar nas mesmas condições de teste ou seja, na comparação entre a atividade EMG dos músculos GL e GM, no GL foi observada maior atividade com Pé para dentro na fase concêntrica de flexão plantar, enquanto que o GM com Pé para dentro nas fases concêntrica e excêntrica (15).

No entanto, nenhuma mudança significativa na atividade EMG dos músculos GL e GM foi encontrada em relação ao posicionamento dos pés durante o exercício de flexão plantar realizado no leg press (8).

Uma possível explicação para esses resultados controversos, talvez esteja relacionado às diferenças entre os protocolos experimentais uma vez que já foi demonstrado que o aumento de carga durante a contração dos músculos GM e GL, diminui a diferença na atividade EMG entre ambos os músculos sugerindo assim, diferentes padrões de recrutamento (29).

Esses dados podem ser um indicativo de que possíveis diferenças nos padrões de ativação dos músculos GL e GM estejam diretamente relacionadas

ao nível de carga imposta ao músculo durante sua contração. Essa talvez seja uma informação importante para o processo de reabilitação de lesões desses músculos, que dependem muitas vezes de concentrar o tratamento em um músculo mais específico e com limitação de cargas durante o processo de recuperação de lesões. No entanto, quando o objetivo é o fortalecimento, os resultados desse estudo e de autores anteriores indicam que os exercícios realizados com Pé para frente, nos equipamentos utilizados nesse estudo, promovem um nível de atividade muscular semelhante entre os músculos GM e GL (8,29).

Em relação ao músculo SOL, a posição dos pés não proporcionou nenhuma alteração significativa de sua atividade, assim como previamente observado em estudo no exercício realizado no Smith (8).

Ribeiro et al, (2007) analisaram a atividade eletromiográfica em alguns músculos sendo o gastrocnêmio cabeça lateral um deles, os exercícios utilizados foram os agachamentos unipodais realizados com diferentes posicionamentos dos pés. De encontro com os nossos achados, os autores também não observaram diferença significativa entre as variações. Pereira et al, (2017) em seu estudo utilizando o exercício de flexão plantar no aparelho leg press sendo analisado com eletromiografia de superfície em diferentes posições dos pés, também não encontraram diferenças. Uma observação importante é que no estudo de Ribeiro et al, (2007) as variações utilizadas (pé neutro, em flexão plantar, em flexão dorsal, em supinação e em pronação) foram diferentes das utilizadas no presente estudo (Pé para dentro, Pé para fora e Pé para frente), já o de Pereira as posições foram as mesmas (rotação interna, rotação externa). Sendo assim, os dados dos estudos citados sugerem que as diferenças na ativação do tríceps sural parecem ocorrer quando os joelhos não se movimentam ao mesmo tempo que os tornozelos.

Baptista et al, (2014) em seu estudo observaram que a ativação do gastrocnêmio cabeça lateral e cabeça medial apresentaram uma média de redução de 40,5% (lateral) e 31,7% (medial) no valor de RMS realizando exercícios de flexão plantar com o joelho flexionado em relação ao joelho estendido. Porém, com a flexão do joelho, o sóleo teve média de aumento de

35,6% na RMS quando comparado ao o exercício com o joelho em extensão. Como nos aparelhos Leg Press e Gêmeos sentado todas as posições dos pés ocorriam com os joelhos em flexão no exercício de flexão plantar, esperávamos que o sóleo teria uma ativação eletromiografica maior ou semelhante aos outros músculos, o que não ocorreu. Sousa et al, (2007) em seus resultados também não observaram aumento da ativação eletromiografica do sóleo em agachamentos realizados com maiores graus de flexão dos joelhos (90° vs. 60° vs. 40°).

Na comparação da atividade EMG gravada entre os três equipamentos, nesse estudo foi possível observar um aumento significativo da atividade dos músculos GM e GL coletado no equipamento Smith em relação ao equipamento Gêmeos e, do GM em relação ao equipamento Leg Press (Figura 5). Para o músculo SOL nenhuma mudança significativa foi encontrada, ou seja, a atividade desse músculo é similar nos três equipamentos testados.

Diante dessas observações, embora ainda exista limitações em prever a força muscular a partir de sinais de EMG (30,31), o aumento da amplitude do sinal EMG pode estar refletindo uma maior sobrecarga nos músculos analisados. Dessa maneira, esses resultados indicam que, os exercícios para o TS realizado no equipamento Smith pode ter uma maior eficácia no treinamento de força desse grupo muscular em relação aos exercícios realizados nos equipamentos Gêmeos e no Leg Press. No entanto, essa observação deve ser entendida com cautela. Mesmo quando o sinal de EMGs representa adequadamente a força do músculo, deve-se ter cautela ao concluir que um determinado exercício será melhor para aumentar a força ou a hipertrofia devido a outros fatores que influenciam essas adaptações como comprimento muscular, o modo de contração, a velocidade de contração (31).

Uma limitação desse estudo, talvez tenha sido não ter avaliado a atividade EMG na fases concêntricas e excêntricas uma vez que, diferenças significativas foram descritas durante a realização de exercícios realizados em pé com os joelhos estendidos (15), Assim como a variação de cargas em grupos distintos para uma maior fidedignidade dos resultados já existentes na literatura e o do nosso estudo (1,8,15,29)

Como contribuição os resultados desse estudo sugerem que durante o treinamento de força do TS a partir de 5 repetições com a mesma carga obtida no teste de teste de 10 repetições máximas (RM) com os equipamentos Smith, Leg Press e Gêmeos Sentado, é recomendado que o posicionamento dos pés deverá ser o que proporcionar maior conforto e segurança para o praticante do exercícios uma vez que nenhuma relação significativa foi encontrada entre as três diferentes posição dos pés testadas. Além disso, embora os resultados desse estudo não permitam prever que o aumento significativo da atividade dos músculos GM e GL observado durante o exercício realizado no equipamento Smith seja traduzido em aumento de força, esse efeito pode auxiliar de forma objetiva na seleção dos exercícios para os músculos gastrocnêmios.

5 CONCLUSÕES

Sendo assim, o Smith proporciona aumento significativo na atividade dos músculos gastrocnêmio cabeça lateral e cabeça medial em relação aos exercícios realizados nos equipamentos de Leg Press e Gêmeos Sentado, porém, nenhuma diferença foi encontrada na atividade do músculo sóleo. A atividade dos músculos do tríceps sural não foram influenciadas pelas mudanças na posição dos pés (para frente, para fora e para dentro) durante os exercícios realizados nesses três equipamentos.

6 REFERÊNCIAS

1. Marcori AJ, Moura TBMA, Okazaki VHA. Gastrocnemius muscle activation during plantar flexion with different feet positioning in physically active young men. *Isokinet Exerc Sci.* 1º de janeiro de 2017;25(2):121–5.
2. Masumoto K, Joerger J, Mercer JA. Influence of stride frequency manipulation on muscle activity during running with body weight support. *Gait Posture.* 1º de março de 2018;61:473–8.
3. Morley JJ, Traum E. The effects of dorso-lumbar motion restriction on EMG activity of selected muscles during running. *J Bodyw Mov Ther.* 1º de janeiro de 2018;22(1):166–77.
4. Fatouros I, Jamurtas T, Leontsini D, TAXILDARIS K, Aggeloussis N, KOSTOPOULOS N, et al. Evaluation of Plyometric Exercise Training, Weight Training, and Their Combination on Vertical Jumping Performance and Leg Strength. *J Strength Cond Res.* 1º de novembro de 2000;14.
5. Flanagan SP, Song J-E, Wang M-Y, Greendale GA, Azen SP, Salem GJ. Biomechanics of the heel-raise exercise. *J Aging Phys Act.* abril de 2005;13(2):160–71.
6. Kingma JJ, de Knikker R, Wittink HM, Takken T. Eccentric overload training in patients with chronic Achilles tendinopathy: a systematic review. *Br J Sports Med.* junho de 2007;41(6):e1–5.
7. Shalabi A, Kristoffersen-Wilberg M, Svensson L, Aspelin P, Movin T. Eccentric training of the gastrocnemius-soleus complex in chronic Achilles tendinopathy results in decreased tendon volume and intratendinous signal as evaluated by MRI. *Am J Sports Med.* agosto de 2004;32(5):1286–96.
8. S. Pereira R, B. Azevedo J, Politti F, R. R. Paunksnis M, Evangelista A, Teixeira C, et al. Does feet position alter triceps surae EMG record during heel-raise exercises in leg press machine? *Man Ther Posturology Rehabil J.* 20 de outubro de 2017;15.
9. Fukunaga T, Ichinose Y, Ito M, Kawakami Y, Fukashiro S. Determination of fascicle length and pennation in a contracting human muscle in vivo. *J Appl Physiol.* 1º de janeiro de 1997;82(1):354–8.
10. Murray MP, Guten GN, Baldwin JM, Gardner GM. A Comparison of Plantar Flexion Torque with and Without the Triceps Surae. *Acta Orthop Scand.* 1º de janeiro de 1976;47(1):122–4.
11. Kawakami Y, Ichinose Y, Fukunaga T. Architectural and functional features of human triceps surae muscles during contraction. *J Appl Physiol.* 1º de agosto de 1998;85(2):398–404.

12. Elias JJ, Faust AF, Chu Y-H, Chao EY, Cosgarea AJ. The Soleus Muscle Acts as an Agonist for the Anterior Cruciate Ligament: An in Vitro Experimental Study. *Am J Sports Med.* 1º de março de 2003;31(2):241–6.
13. Baptista MT, Nascimento FXM do, Nardes LK, Matta TT da, Oliveira LF de. Influência de posições do joelho no torque e atividade mioelétrica do tríceps sural na flexão plantar isométrica máxima. *Rev Bras Educ Física E Esporte.* 1º de abril de 2014;28(2):197–202.
14. Kawakami Y, Amemiya K, Kanehisa H, Ikegawa S, Fukunaga T. Fatigue responses of human triceps surae muscles during repetitive maximal isometric contractions. *J Appl Physiol.* 1º de junho de 2000;88(6):1969–75.
15. Riemann BL, Limbaugh GK, Eitner JD, LeFavi RG. Medial and lateral gastrocnemius activation differences during heel-raise exercise with three different foot positions. *J Strength Cond Res.* março de 2011;25(3):634–9.
16. Fiebert IM, LeBlanc WG, McGuane SA, Schnoes CD, Strickland KM. The Relationship of Electromyographic Activity and Force of the Vastus Medialis Oblique and Vastus Lateralis Muscles During Maximal Isometric Knee Extension Contractions. *Isokinet Exerc Sci.* 1º de janeiro de 1992;2(3):116–23.
17. Signorile JF, Applegate B, Duque M, Cole N, Zink A. Selective recruitment of the triceps surae muscles with changes in knee angle. *J Strength Cond Res.* agosto de 2002;16(3):433–9.
18. Tamaki H, Kitada K, Akamine T, Sakou T, Kurata H. Electromyogram patterns during plantarflexions at various angular velocities and knee angles in human triceps surae muscles. *Eur J Appl Physiol.* 1997;75(1):1–6.
19. Lima DF de, Levy RB, Luiz O do C. Recomendações para atividade física e saúde: consensos, controvérsias e ambiguidades. *Rev Panam Salud Pública.* setembro de 2014;36:164–70.
20. Haskell WL, Lee I-M, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc.* agosto de 2007;39(8):1423–34.
21. World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health. Geneva: World Health Organization; 2010.
22. A quantidade e o tipo recomendados de exercícios para o desenvolvimento e a manutenção da aptidão cardiorrespiratória e muscular em adultos saudáveis. *Rev Bras Med Esporte.* junho de 1998;4(3):96–106.
23. Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol.* 1º de outubro de 2000;10(5):361–74.
24. Glaner MF. Body mass index as indicative of body fat compared to the skinfolds. *Rev Bras Med Esporte.* agosto de 2005;11(4):243–6.

25. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr.* novembro de 1978;40(3):497–504.
26. Anderson T, Kearney JT. Effects of Three Resistance Training Programs on Muscular Strength And Absolute and Relative Endurance. *Res Q Exerc Sport.* 1º de março de 1982;53(1):1–7.
27. McArdle W, Katch F, Katch V. *Fisiologia do exercício - energia, nutrição e desempenho humano.* ., Rio de Janeiro: 4ª ed. Editora Guanabara Koogan; 1998.
28. (10) Statistical power ANALYSIS for the Behavioral sciences [Internet]. ResearchGate. [citado 4 de dezembro de 2018]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/44847045_Statistical_power_ANALYSIS_for_the_Behavioral_sciences
29. Fiebert IM, Spielholz NI, Applegate B, Crabtree FG, Martin LA, Katherine L. Parker I. A comparison of iEMG activity between the medial and lateral heads of the gastrocnemius muscle during partial weight bearing plantarflexion contractions at varying loads. *Isokinet Exerc Sci.* 1º de janeiro de 2000;8(2):65–72.
30. Disselhorst-Klug C, Schmitz-Rode T, Rau G. Surface electromyography and muscle force: Limits in sEMG–force relationship and new approaches for applications. *Clin Biomech.* 1º de março de 2009;24(3):225–35.
31. Vigotsky AD, Halperin I, Lehman GJ, Trajano GS, Vieira TM. Interpreting Signal Amplitudes in Surface Electromyography Studies in Sport and Rehabilitation Sciences. *Front Physiol* [Internet]. 2018 [citado 4 de dezembro de 2018];8. Disponível em:
32. Sousa Catarina de Oliveira, Ferreira José Jamacy de Almeida, Medeiros Ana Catarina L. Veras, Carvalho Antônia Hermínia de, Pereira Rosana Cavalcante, Guedes Dimitri Taurino et al . Atividade eletromiográfica no agachamento nas posições de 40º, 60º e 90º de flexão do joelho. *Rev Bras Med Esporte* [Internet]. 2007 Oct [cited 2019 Jan 15]; 13(5): 310-316.
33. Ribeiro Gabriel, Dionísio Valdeci Carlos, Almeida Gil Lúcio. Atividade eletromiográfica durante o agachamento unipodal associado a diferentes posições do pé. *Rev Bras Med Esporte* [Internet]. 2007 Feb [cited 2019 Jan 15]; 13(1): 43-46.

3.2 RESULTADOS – ESTUDO 2

Artigo publicado na revista: Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal

Título: Does feet position alter triceps surae EMG record during heel-raise exercises in leg press machine?

Autores: Reginaldo S. Pereira¹ , Jônatas B. Azevedo² *, Fabiano Politti² *, Marcos R. R. Paunksnis¹ , Alexandre L. Evangelista³ , Cauê V. La Scala Teixeira^{4,5}, Andrey J. Serra⁶, Angelica C. Alonso¹, Rafael M. Pitta¹ , Aylton Figueira Júnior¹ , Victor M. Reis⁷ , Danilo S. Bocalini¹

- DOI: 10.17784/mtprehabjournal.2017.15.529

LISTA DE FIGURA E QUESTIONÁRIO

7 Anexos

Anexo 1: Questionário – IPAQ

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA (versão curta)

Nome: _____

Data: ___/___/___ Idade: ___ Sexo: F () M ()

Ocupação: _____ Cidade: _____

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na ÚLTIMA semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são MUITO importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas VIGOROSAS são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar MUITO mais forte que o normal
- atividades físicas MODERADAS são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar UM POUCO mais forte que o normal

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

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

dias _____ por SEMANA () Nenhum

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

horas: _____ Minutos: _____

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

respiração ou batimentos do coração (POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA)

dias _____ por SEMANA () Nenhum

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

horas: _____ Minutos: _____

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

dias _____ por SEMANA () Nenhum

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

horas: _____ Minutos: _____

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

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

_____ horas ____ minutos

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

_____ horas ____ minutos