

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
CURSO DE BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

MATEUS ALVES ROCHA

CONTRAÇÃO DINÂMICA MÁXIMA PRÉVIA RETARDA FADIGA NOS
MÚSCULOS VASTO LATERAL E MEDIAL DURANTE EXERCÍCIO DE FORÇA
SUBMÁXIMO

João Pessoa
2022

MATEUS ALVES ROCHA

**CONTRAÇÃO DINÂMICA MÁXIMA PRÉVIA RETARDA FADIGA NOS
MÚSCULOS VASTO LATERAL E MEDIAL DURANTE EXERCÍCIO DE FORÇA
SUBMÁXIMO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à disciplina Seminário de Monografia II como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Educação Física, no Departamento de Educação Física da Universidade Federal da Paraíba.

Orientador: Prof. Dr. Amilton da Cruz Santos

João Pessoa
2022

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

R672c Rocha, Mateus Alves.

Contração dinâmica máxima prévia retarda fadiga nos músculos vasto lateral e medial durante exercício de força submáximo / Mateus Alves Rocha. - João Pessoa, 2022.

36 f. : il.

Orientação : Amilton da Cruz Santos.

Monografia (Graduação) - UFPB/CCS.

1. Treinamento Resistido. 2. Potencialização pós-ativação. 3. Fadiga. I. Santos, Amilton da Cruz. II. Título.

UFPB/CCS

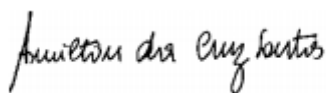
CDU 796.015.54

MATEUS ALVES ROCHA

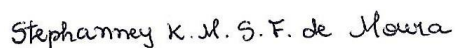
CONTRAÇÃO DINÂMICA MÁXIMA PRÉVIA RETARDA FADIGA NOS
MÚSCULOS VASTO LATERAL E MEDIAL DURANTE EXERCÍCIO DE FORÇA
SUBMÁXIMO

Monografia aprovada em: 20/06/2022

Banca examinadora



Amilton da Cruz Santos (UFPB)
Orientador



Stephanney Karolinne Mercer Souza Freitas de Moura (UNIESP)
Membro Externo



Luciano Meireles de Pontes (UFPB)
Membro Interno

João Pessoa
2022

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Ana Maria Alves Ferreira e Sandro Rocha da Silva que foram essenciais para meu integral comprometimento ao projeto.

Ao Prof. Dr. Amilton da Cruz Santos, que me orientou com maestria e muita paciência.

A minha namorada, Maria Marcilene Rodrigues de Lima que me apoiou e ajudou da forma como podia e com muita paciência.

Ao Prof. Dr. Sidney Pinheiro, que me auxiliou em uma etapa extremamente difícil da minha formação acadêmica.

Agradeço a todos os voluntários que participaram desta pesquisa, em especial aos meus amigos, Luedson Emanuel e Antônio Rocha.

ROCHA, M. A. CONTRAÇÃO DINÂMICA MÁXIMA PRÉVIA RETARDA FADIGA NOS MÚSCULOS VASTO LATERAL E MEDIAL DURANTE EXERCÍCIO DE FORÇA SUBMÁXIMO. Orientador: Prof. Dr. Amilton da Cruz Santos. 2022. 36p. Monografia (Bacharelado em Educação Física) - Universidade Federal da Paraíba, 2022.

RESUMO

Introdução: a sessão de treinamento resistido é importante para melhorar os níveis de força, hipertrofia e desempenho esportivo. No entanto, uma sessão eficiente remete a uma atividade condicionante adequada. Nesse contexto, surge o mecanismo da potencialização pós-ativação, que se configura como uma melhora temporária do desempenho muscular devido a uma atividade condicionante. **Objetivo:** Analisar o efeito agudo da atividade condicionante à 100% de 1RM no retarda da fadiga dos músculos vasto lateral e medial quando solicitados a 80% de 1RM até a fadiga concêntrica. **Metodologia:** Onze indivíduos do sexo masculino foram submetidos a dois protocolos: a) experimental e b) controle. No momento experimental os indivíduos realizaram atividade condicionante aguda com 100% de 1RM e no momento controle essa carga foi de 0% de 1RM, seguidos respectivamente da realização do agachamento com 80% de 1RM, na cadência 2020 até a fadiga concêntrica. **Resultados:** Quando comparados os números médios de repetições entre o protocolo experimental e controle (7,1 e 6,3, respectivamente) não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Ao analisar o tempo de contração observou-se que o tempo durante o momento experimental foi significativamente superior ao momento controle (32,4 e 30,5, respectivamente). Durante a comparação dos valores referentes a ativação mioelétrica pelo RMS, notou-se que não houve diferença significativa entre os momentos em ambos os músculos (Vasto lateral: 29,4 para o momento experimental e 29,2 para o controle; vasto medial: 543,5 para o momento experimental e 517,9 para o momento controle). Por fim, não foi observado diferença significativa dos valores de frequência mediana no músculo vasto lateral com e sem atividade condicionante, mas houve diferenças significativas na primeira e quarta repetição do músculo vasto medial. **Conclusões:** Atividade condicionante máxima a 100% de 1RM não foi capaz de retardar a fadiga em homens treinados durante exercício a 80% de 1RM. A atividade condicionante de 1RM aumentou o número de repetições e o tempo de contração sugerindo a possibilidade de melhoria da performance.

Palavras-chaves: Treinamento Resistido; Potencialização Pós-Ativação; Fadiga.

ABSTRACT

Introduction: The resistance training session is important to improve strength levels, hypertrophy and sports performance. However, an efficient session refers to an appropriate conditioning activity. In this context, the post-activation potentiation mechanism emerges, which is configured as a temporary improvement in muscle performance due to a conditioning activity. **Objective:** To analyze the acute effect of the influence of conditioning activity at 100% of 1RM on fatigue delay in the vastus lateralis and medial muscles when requested at 80% of 1RM until concentric fatigue. **Methodos:** Eleven male subjects were submitted to two protocols: a) experimental and b) control. At the experimental moment, the individuals performed an acute conditioning activity with 100% of 1RM and in the control moment this load was 0% of 1RM, followed respectively by performing the squat with 80% of 1RM, in the 2020 cadence until concentric fatigue. **Results:** When comparing the average number of repetitions between the different moments, no statistically significant differences were found. When analyzing the contraction time of the different moments, it was observed that it was statistically shorter in the control group. During the comparison of the values referring to myoelectric activation by the RMS, it was noticed that there was no significant difference between the moments in both muscles. Finally, no significant difference was observed in the median frequency values in the vastus lateralis muscle with and without conditioning activity, but there were significant differences in the first and fourth repetitions of the vastus medialis muscle. **Conclusions:** Maximum conditioning activity at 100% of 1RM was not able to delay fatigue in men trained during exercise at 80% of 1RM. The conditioning activity of 1RM increased the number of repetitions and the contraction time, suggesting the possibility of improving performance.

Keywords: Resistance Training; Post-Activation Potentiation; Fatigue.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 - Protocolo do estudo.

Figura 2 - Imagem do agachamento livre.

Figura 3 - Demonstração dos pontos usados para posicionamento dos eletrodos para avaliação do músculo vasto medial.

Figura 4 - Demonstração dos pontos usados para posicionamento dos eletrodos para avaliação do músculo vasto lateral.

Figura 5 - Sequência do protocolo experimental 1.

Figura 6 - Sequência do protocolo experimental 2.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TR	Treino resistido
PPA	Potencialização pós-ativação
EMG	Eletromiografia
FMD	Frequência mediana
1RM	1 repetição máxima
TDF	Taxa de desenvolvimento de força
RMS	Root mean square
IMC	Índice de massa corporal

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVO.....	12
2.1 Geral.....	12
2.2 Específicos	12
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3.1 Treinamento resistido.....	13
3.2 Potencialização pós-ativação	15
3.3 Eletromiografia de superfície.....	16
4 MÉTODOS.....	18
4.1 Caracterização do estudo	18
4.2 População e amostra	18
4.3 Instrumentos de coleta de dados	Erro! Indicador não definido.
4.4 Procedimentos e Medidas	19
4.4.1 Avaliação antropométrica	19
4.4.2 Teste de 1RM	20
4.4.3 Exercício de força.....	20
4.4.4 Medidas	21
4.4.5 Sequência do protocolo experimental	23
4.5 Análise de dados	25
4.6 Procedimentos éticos	25
5 RESULTADOS	26
6 DISCUSSÃO	29
7 CONCLUSÕES.....	31
REFERÊNCIAS.....	32
APÊNDICE – Ficha de Registro de Dados	34
ANEXO – Parecer de Aprovação do Comitê de Ética.....	35

1 INTRODUÇÃO

O treinamento resistido (TR) apresenta diversos benefícios para a qualidade de vida das pessoas, se mostrando vantajoso no desenvolvimento de aspectos físicos, emocionais e sociais (PUCCI et al., 2020). Assim, o TR tem sido amplamente utilizado para beneficiar de maneira geral a saúde das pessoas e para aprimorar as competências físicas no ambiente esportivo (BEZERRA et al., 2021).

A prescrição do TR necessita de uma correta manipulação de diversas variáveis como ordem dos exercícios, intervalo, intensidade, volume e entre outros. Assim, quando se tem domínio sobre as variáveis de treinamento, as adaptações ocasionadas pelo TR se tornam mais promissoras no tocante ao nível de força muscular e hipertrofia (TAVARES et al., 2017). Surge, nesse contexto, a potencialização pós-ativação (PPA) como um mecanismo para aprimoramento físico a partir de uma inteligente manipulação das variáveis.

A potencialização pós-ativação (PPA) se caracteriza como uma melhora temporária do desempenho muscular a partir de uma atividade condicionante (aquecimento). De maneira mais precisa, são utilizados exercícios de força ou pliométricos para aumentar momentaneamente os níveis de potência muscular a partir de estímulos máximos ou submáximos (KUNTZ et al., 2017). Ainda existem controvérsias com relação aos mecanismos que causam a PPA, mas existem três teorias consideradas como mais aceitas. A fosforilação das cadeias leves de miosina é considerada o mecanismo primário da PPA. Essa teoria mostra que uma atividade condicionante aumenta a quantidade de cálcio no sarcoplasma, consequentemente aumentando a função da enzima quinase e, por fim, a fosforilação da cadeia leve de miosina (SALE, 2002). Uma segunda teoria afirma que uma atividade condicionante aumenta a quantidade de unidades motoras ativadas e melhora o nível de excitabilidade neural (SALE, 2002). Aditivamente, outros fatores neurais também parecem ser relevantes, tais como maiores sincronizações de músculos sinergistas e menor atividade de mecanismos inibitórios. Por fim, a mudança na arquitetura musculoesquelética, mais precisamente do ângulo de penação se mostra como mais uma das teorias para explicar esse aumento no desempenho muscular (KUNTZ et al., 2017).

A potencialização pós-ativação pode ser desenvolvida a partir de diferentes tipos de contração, como a dinâmica e a isométrica (SALE, 2002). Apesar de a PPA ter sido por muito tempo um fenômeno de comprovação controversa, hoje, porém, sua existência é comprovada, mas muitas vezes negligenciada devido a uma incorreta manipulação das variáveis e ignorância de fatores individuais. Entre todas as variáveis, o intervalo entre atividade condicionante e atividade principal se mostrou o mais relevante para a concretização da PPA. Mais precisamente, é necessário um equilíbrio entre a potenciação e o fim da fadiga para que a melhora de desempenho seja significativa (KUNTZ et al., 2017). Assim, é possível observar que não é qualquer estímulo e intervalo que o corpo necessita para desencadear a PPA, mas sim um bem direcionado e programado.

Nesse contexto, entendendo-se que existem poucas pesquisas acerca de como a PPA interfere no retardo da fadiga no treinamento de alta intensidade com pesos, e compreendendo que a fadiga muscular tende a restringir o desempenho muscular (SOUSA, 2021), busca-se analisar o efeito agudo da atividade condicionante à 100% de 1RM no retardo da fadiga dos músculos vasto lateral e medial quando solicitados a 80% de 1RM até a fadiga concêntrica. Por fim, acreditamos que é importante entender a influencia da PPA sob a fadiga muscular uma vez que esse fenômeno pode alterar a taxa de desenvolvimento de força (KUNTZ, 2017).

2 OBJETIVO

2.1 Geral

Analisar o efeito agudo da atividade condicionante à 100% de 1RM no retarda da fadiga dos músculos vasto lateral e medial quando solicitados a 80% de 1RM até a fadiga concêntrica.

2.2 Específicos

- Comparar o número de repetições e o tempo de execução das contrações dinâmicas entre os grupos com e sem 1RM;
- Avaliar o nível de ativação mioelétrica dos músculos vasto lateral e vasto medial;
- Verificar se houve retardo da fadiga muscular entre os protocolos com e sem 1RM;

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Treinamento resistido

O TR consiste em uma atividade realizada contra uma força oposta gerada por alguma resistência. O TR possui inúmeros benefícios como melhora da força, resistência muscular e consumo máximo de oxigênio (CEZAR et al., 2021). Outras pesquisas apontam relação positiva da prática do treino de força com a qualidade de vida nos seus aspectos físicos, emocionais e sociais (PUCCI et al., 2020). No entanto, não somente aos aspectos de saúde o treinamento resistido apresenta benefícios. É mais do que comprovada a eficácia do TR no ambiente esportivo ao melhorar o desempenho muscular e níveis hipertróficos dos atletas (BEZERRA et al., 2021).

Segundo Prestes et al. (2016), existem 8 princípios do treinamento de força: conscientização, adaptação, sobrecarga progressiva, acomodação, especificidade, variabilidade, manutenção e reversibilidade. O princípio da conscientização explica que para que os resultados tenham máxima eficiência, é ideal que o indivíduo entenda os motivos pelos quais realiza determinado exercício. Já o princípio da adaptação remete a constante capacidade que nosso corpo tem de se adaptar ao estímulo recebido pelo treinamento. Sendo considerado o mais antigo de todos, o princípio da sobrecarga progressiva fala sobre a necessidade de aplicar cargas maiores do que aquelas que o indivíduo já está adaptado. O princípio da acomodação tem como público principal aqueles que apresentam constância na prática de atividades físicas. De forma mais precisa, o princípio da acomodação afirma que estímulos constantes tendem a apresentar cada vez menos adaptação a um organismo à medida que o tempo passa e consequentemente o indivíduo evolui. O princípio da especificidade, bem como o nome específica, afirma a necessidade de que para obter resultados específicos, é preciso treinar de maneira específica.

Quando se fala em princípio da variabilidade, é preciso entender que o corpo necessita de estímulos diferentes com o decorrer do tempo, ou seja, um mesmo estímulo não será tão eficaz com o passar do tempo, surgindo assim, a constante necessidade de mudar o estímulo. Assim que um indivíduo atinge o resultado esperado, surge o momento para manter esses ganhos. Nesse contexto, surge o princípio da manutenção, no qual o indivíduo diminui o volume de treinamento e mantém a intensidade a fim de

manter os ganhos. Por fim, o princípio da reversibilidade afirma que interrupções da rotina de treinamento irão reduzir os ganhos. Esse princípio compartilha a ideia do princípio da adaptação, já que uma vez que o indivíduo passa a não exercer qualquer atividade, ele tende a se adaptar àquela condição (PRESTES et al., 2016).

Durante a prescrição de treinamento surge um conceito importante como o das variáveis de treinamento. As variáveis de treinamento se referem à intensidade, volume, intervalo, ordem dos exercícios, amplitude e entre outros. É sabido afirmar que para melhores ganhos, uma correta manipulação das variáveis é imprescindível (BEZERRA et al., 2021). Segundo Salles (2020), intensidade se refere a porcentagem de força muscular aplicada durante uma contração muscular concêntrica. Quando o assunto é volume, é consenso afirmar que configura a quantidade de trabalho realizado por músculo ou grupamento muscular como, por exemplo, número de séries e repetições. Outra importante variável é o intervalo de descanso entre exercícios e séries, que como bem diz, remete ao tempo de descanso entre séries ou exercícios. Ainda mais, existe a seleção dos exercícios, esta que leva em conta alguns fatores como limitações do indivíduo, objetivos e entre outros aspectos. Além dos exercícios, existe necessidade de se ater à ordem dos exercícios, sendo assim, mais uma variável de treinamento. Para conceituar o número de vezes que um indivíduo treina, se mostra necessário também a manipulação de uma importante variável chamada frequência semanal. Mais uma importante variável do TR é a velocidade de movimento que remete à duração de cada repetição. Por fim, vale citar a amplitude de movimento, variável responsável por tratar do arco de movimento de algum exercício.

Outro conceito muito presente na área do TR é acerca de como as ações musculares se manifestam. Assim como afirma Gentil (2005), as ações musculares são divididas em: concêntrica, excêntrica, isométrica e isocinética. A ação concêntrica refere-se à situação na qual o músculo produz tensão a partir do encurtamento muscular. Isso pode ser observado em momento que o músculo desenvolve uma força capaz de vencer a força de resistência. Já a ação excêntrica significa a situação onde o músculo se alonga enquanto exerce tensão. Ainda mais, existe a ação isométrica que se configura pela produção de tensão sem haver necessariamente movimento. Por fim, a ação isocinética que se configura por uma velocidade igual em todos os diferentes ângulos de movimento.

Assim, quando os profissionais levam em conta todos os conceitos e aspectos até então mencionados, a prescrição do TR se torna mais eficiente e, conseqüentemente, seus resultados também. Assim, para que atletas e indivíduos comuns possam melhorar seu desempenho muscular, ganho de massa muscular, força e até qualidade de vida (QV) é necessário uma inteligente e correta manipulação das variáveis de treinamento.

3.2 Potencialização pós-ativação

O fenômeno da PPA significa um aumento momentâneo do desempenho muscular devido a uma atividade condicionante, ou seja, um aquecimento. De forma mais profunda, o que a PPA melhora é na verdade a taxa de desenvolvimento de força (TDF), ou seja, a quantidade de força exercida por um músculo em um determinado momento. Assim, para que o fenômeno ocorra é necessário que um indivíduo seja submetido a algum exercício com cargas máximas ou submáximas, podendo ser a partir de uma contração concêntrica ou isométrica. Ainda mais, as pesquisas apontam que exercícios pliométricos também podem ativar esse fenômeno. Nesse contexto, existem três teorias de mecanismos considerados como mais aceitos para explicar o fenômeno: a fosforilação das cadeias leves de miosina, maior recrutamento de unidades motoras e a mudança na arquitetura musculoesquelética (KUNTZ, 2016).

A fosforilação das cadeias leves de miosina é considerada como o mecanismo primário da PPA. A teoria afirma que uma atividade condicionante aumenta a quantidade do íon cálcio no sarcoplasma, que por sua vez aumenta a atividade da enzima quinase e, conseqüentemente, a fosforilação das cadeias leves de miosina. Essa situação altera o formato das pontes cruzadas e, em consequência disso, aproxima a cabeça da miosina dos filamentos finos de actina. Essa situação aumenta a sensibilidade entre filamentos, tornando mais acessível a interação entre filamentos, o que aumenta ainda mais a produção de tensão muscular. No entanto, além da interação actina-miosina se tornar mais sensível, também passa a ser mais duradoura, sem mencionar que passa a existir um número maior de pontes cruzadas em ativação (SALE, 2002).

Outro mecanismo que explica essa melhora do desempenho muscular se baseia na atividade neural. Em tese, uma atividade condicionante aumentaria o número de unidades motoras ativadas devido às cargas elevadas, além de aumentar o nível de

excitabilidade neural. Além disso, existem outros mecanismos relacionados capazes de sustentar essa teoria. A atividade condicionante seria capaz também de aumentar a sincronização entre músculos agonistas e sinergistas. Por fim, vale citar os mecanismos inibitórios que perdem eficiência devido a uma determinada atividade condicionante (KUNTZ, 2016).

O último mecanismo se refere às mudanças na arquitetura musculoesquelética, mais precisamente do ângulo de penação. Assim, quanto menor for o ângulo de penação, maior será a produção de tensão muscular. Isso se deve ao fato de que músculos penados possuem uma maior quantidade de recrutamento de unidades motoras. Assim, é esperado que essa modificação decorrente do aquecimento aumentasse a TDF (KUNTZ, 2016).

No entanto, não somente de cargas elevadas depende a PPA para ser concretizada. Dentre todos os fatores influenciadores, vale destacar a relação existente entre a potenciação e o intervalo de descanso entre a atividade condicionante e o treino. Sendo mais objetivo, assim que a atividade condicionante é realizada, é necessário um tempo determinado para que a fadiga se dissipe e o potencial se sobreponha à fadiga. Esse intervalo costuma ocorrer na faixa de 3 a 12 minutos. No entanto, as pesquisas apontam, como já mencionado, uma margem de intervalo muito grande, e para ser um pouco mais preciso é necessário levar em conta alguns aspectos como nível de treinamento, nível de força muscular, tipo de fibra muscular utilizada. Ou seja, no fim, até mesmo aspectos individuais vão se mostrar importantes na hora da prescrição. Isso pode ser observado na perspectiva de que indivíduos treinados são mais beneficiados pelo PPA do que aqueles que não possuem treinamento. Ainda mais, aqueles indivíduos que possuem maiores níveis de força também se mostram mais promissores. Por fim, apesar de ser pouco utilizada, a estimulação elétrica também se mostra eficiente para desencadear o fenômeno de potenciação.

3.3 Eletromiografia de superfície

Eletromiografia remete ao registro da atividade bioelétrica gerada pelas fibras musculares e pela ativação das unidades motoras. Assim, apesar da eletromiografia não

verificar os níveis de força muscular, é possível estabelecer certa relação entre a produção de força e o recrutamento de unidades motoras (RESENDE et al., 2011).

Existem dois tipos de eletrodos para fazer uso da eletromiografia: os invasivos (agulhas) e os não invasivos. O procedimento que faz a utilização de agulhas apresenta mais precisão se comparado ao outro tipo. No entanto, esse tipo de procedimento não tem sido mais utilizado devido a sua natureza invasiva, sendo barrado por motivos éticos. Já o método não invasivo trata basicamente de sobrepor eletrodos na superfície da pele próximo ao músculo a ser avaliado para a captação dos sinais (CARVALHO, 2008).

Existem duas formas de analisar os dados obtidos a partir da captação dos sinais. Primeiramente, a fadiga muscular é representada pela diminuição da capacidade do músculo de gerar força. Nesse contexto, essa fadiga pode ser verificada indiretamente pela Frequência Mediana (FMD), que se configura como um marcador fisiológico deste fenômeno. Ainda mais, é observável que a FMD diminui conforme a fadiga se instaura. Isso se confirma devido ao fato da FMD diminuir à medida que a velocidade de condução elétrica das fibras musculares diminui (SOUSA et al., 2021).

A segunda forma ocorre a partir da medida de valor root mean square (RMS), que analisa os parâmetros de amplitude dos sinais captados. Assim que os sinais da eletromiografia são captados, é possível observar relação direta entre contração de qualquer tipo e a produção de força. Além disso, é possível também relacionar a instauração da fadiga com a diminuição do número de unidades motoras ativadas (DE LUCA et al., 1997).

4 MÉTODOS

4.1 Caracterização do estudo

A pesquisa em questão se refere a um ensaio clínico randomizado crossover com grupos paralelos (SOUSA; DRIESSNACK; MENDES, 2007).

4.2 População e amostra

A população foi composta de indivíduos avançados em treinamento resistido, praticantes de treino de força a pelo menos um ano (SALLES, 2020), do sexo masculino. A amostra foi composta por 11 indivíduos com idade média de $23,0 \pm 1,2$ anos. Os indivíduos foram escolhidos aleatoriamente dos usuários da academia de musculação Raia 5 – Escola de Natação Eireli de Guarabira – PB e tiveram participação voluntária.

Para a escolha da amostra foram escolhidos os seguintes critérios de inclusão: não ter comprometimento motor de membros inferiores que impossibilite a realização do protocolo experimental, não fazer uso de suplementos a base de creatina. Entre os critérios de exclusão estão: incapacidade de realizar o teste de uma repetição máxima (1RM), apresentar recente recuperação de alguma doença que atrapalhe o desempenho, faltar alguns dos testes previstos no protocolo.

4.3 Procedimentos e Medidas

As avaliações antropométricas, o teste de 1RM, exercício de força e a captação do EMG foram realizados na sala de musculação da Raia 5 – Escola de Natação Eireli. O protocolo para coleta de dados, após o teste de 1RM foi dividido em dois momentos randomicamente separados por um intervalo de 20 minutos, necessário para recuperação dos exercícios de força, conforme pode ser visto na figura 1.

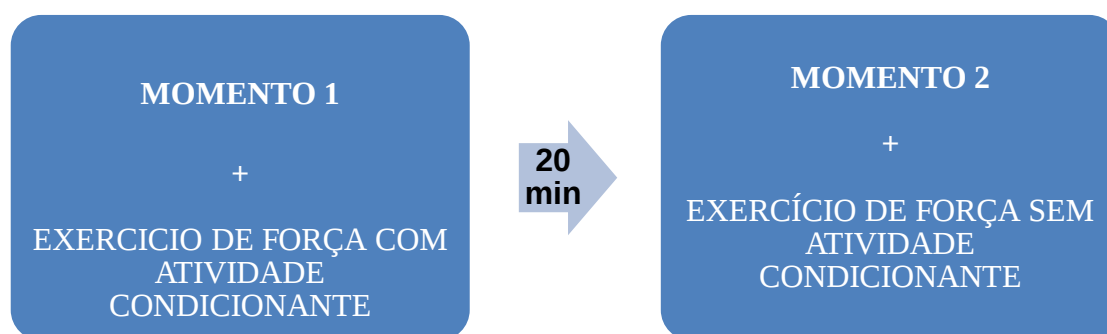


Figura 1 - Protocolo do estudo dividido em dois momentos.

4.3.1 Avaliação antropométrica

A avaliação antropométrica foi constituída pela verificação da massa corporal em Kg, da estatura em cm, ao qual foi definido seu estado nutricional pelo índice de Massa Corporal em Kg/m² (IMC). Após isso, os dados foram todos anotados em ficha específica (APÊNDICE). Assim que os dados foram coletados, os indivíduos foram submetidos a um período de adaptação aos exercícios. Assim, realizou-se um aquecimento que foi composto por aquecimento específico com a barra do agachamento sem qualquer peso adicionado. Consistiu de uma série de 15 repetições com intervalo de 60 segundos entre ela e o início da atividade, esclarecendo seu mecanismo de funcionamento, para posteriormente aplicarmos o teste de 1RM.

4.3.2 Teste de 1RM

O teste de 1RM foi utilizado para avaliar a contração voluntária máxima gerada pelos músculos durante a execução do agachamento. O protocolo de 1RM seguiu as orientações do ACSM, (2003): 1) primeiramente realizou um prévio aquecimento de 5 a 10 repetições com 40 e 60% do máximo percebido. 2) Depois do intervalo de um minuto com prévio alongamento, o indivíduo faz 3 a 5 repetições com 60 a 80% do máximo percebido previsto. 3) foi necessário que ele chegasse perto de 1RM percebida na etapa 2. Uma pequena quantidade de peso foi acrescentada e foi tentado um levantamento de 1RM. 4) Em caso de fracasso, proporciona-se um período de repouso de 3 a 5 minutos, e repete-se a tentativa. 5) O objetivo deste teste consistiu em encontrar o valor de 1RM dentro de 3 a 5 esforços máximos.

4.3.3 Exercício de força

O exercício escolhido foi o agachamento livre realizado com uma barra apoiada nas costas (Figura 2). Esse exercício solicita os seguintes músculos: quadríceps femorais (músculos principais), isquiotibiais, adutores de coxa, glúteo máximo e flexores de quadril (secundários). A execução do exercício segue as seguintes recomendações: Ficar em posição vertical com os pés um pouco afastados e ligeiramente abduzidos (voltados para lateral). Para a maioria das pessoas, uma abdução de 30° é bem confortável, mas isso depende da anatomia do quadril de cada um. Enquanto isso, as mãos seguram firme a barra nas costas.

Inicia o movimento flexionando ao mesmo tempo os quadris e os joelhos para abaixar verticalmente o corpo. Concentre o peso sobre os pés totalmente apoiados no solo, mantenha o tórax ereto e afaste lateralmente os joelhos na parte baixa do movimento de modo que se estendam sobre os mediopés. (CONTRERAS, 2015).



Figura 2 - Imagem do agachamento livre. (fonte: <https://www.musculacao.net/agachamento-com-barra-livre-e-superior-ao-agachamento-em-maquina-smith/>)

4.3.4 Medidas

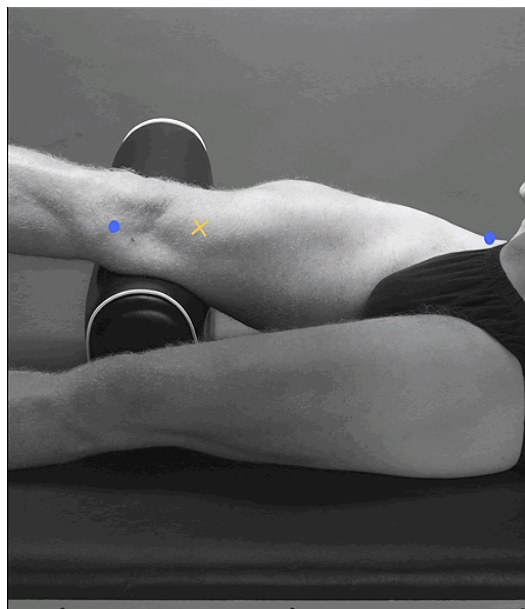
Avaliação eletromiográfica

A partir do uso da eletromiografia de superfície foi realizada a análise do espectro de potência do EMG com o objetivo de avaliar os níveis de fadiga (Frequência mediana) e a ativação muscular (RMS no exercício a 80% de 1RM).

Com o intuito de evitar erros ao posicionar os eletrodos nos pontos anatômicos dos músculos vasto lateral e vasto medial do quadríceps femoral, o pesquisador obedeceu ao padrão proposto pelo projeto Surface EMG for a Non-invasive Assessment of Muscles (SENIAM) (HERMES et al., 2000), conforme pode ser observado nas figuras 3 e 4:

- Quadriceps - vasto medial.

Os pontos ficam quase perpendiculares à linha entre a espinha ilíaca anterior superior e do espaço articular na frente da borda anterior do ligamento medial.

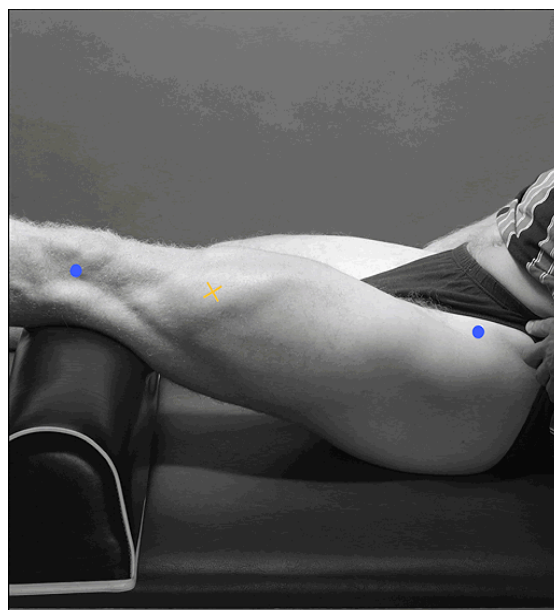


Fonte: <http://www.seniam.org/>

Figura 3 - Demonstração dos pontos usados para posicionamento dos eletrodos para avaliação do músculo vasto medial.

- Quadriceps - vasto lateral

Nesse caso, a referência utilizada foi o ponto localizado a dois terços da distância entre a espinha ilíaca ântero-superior e a borda superior da patela.



Fonte: <http://www.seniam.org/>

Figura 4 - Demonstração dos pontos usados para posicionamento dos eletrodos para avaliação do músculo vasto lateral.

4.3.5 Sequência do protocolo experimental

Antes de iniciar os procedimentos, os voluntários foram instruídos a não realizarem esforços demasiados com os membros inferiores, além de manter os hábitos de descanso, alimentação, bem como evitar a ingestão de bebidas alcoólicas. Ainda mais, o pesquisador explicou da importância de vestimenta adequada para evitar qualquer problema durante o uso dos eletrodos. Assim que o voluntário chegava ao local de coleta de dados, era realizada a avaliação antropométrica e, posteriormente, o teste de 1RM. Assim, encontrados os dados antropométricos e o valor de 1RM dos voluntários, foi dado início ao protocolo do estudo após um intervalo de 20 minutos, tempo mais do que suficiente para dissipar a PPA (KUNTZ, 2016). Durante este intervalo foi realizado a colocação dos eletrodos da EMG, para isso inicialmente foi realizada a limpeza da pele, utilizando álcool a 70% e em seguida o foi feito o posicionamento dos eletrodos, como descrito anteriormente nas figuras 3 e 4.

Após o intervalo de 20 minutos com posicionamento dos eletrodos, o pesquisador deu início exercício de força. A decisão para a realização do momento 1 ou 2 foi por randomização. Após randomizar quem iniciou pelo momento 1 realizou novamente o agachamento com a carga de 1RM, em seguida deu-se um intervalo de 5 minutos que, conforme Kuntz (2016), se configura como tempo suficiente para que a fadiga se dissipe e a potencialização se sobreponha. Após isso, foi realizado novamente o movimento de agachamento, mas agora com 80% de 1RM. Neste último, os voluntários foram instruídos a chegar à falha concêntrica e a utilizarem uma velocidade de 2020, ou seja, 2 segundos para a fase concêntrica e 2 para a excêntrica. Já quem iniciou no momento dois, o único diferencial foi que a atividade condicionante (exercício com carga para 1RM) foi realizada sem qualquer carga, sendo assim, caracterizada como situação controle. A esquematização pode ser conferida nas figuras 5 e 6.

A partir do site www.randomizer.org os indivíduos foram sorteados aleatoriamente para iniciar em um dos dois momentos. Durante toda a coleta os dados foram armazenados para posterior análise.

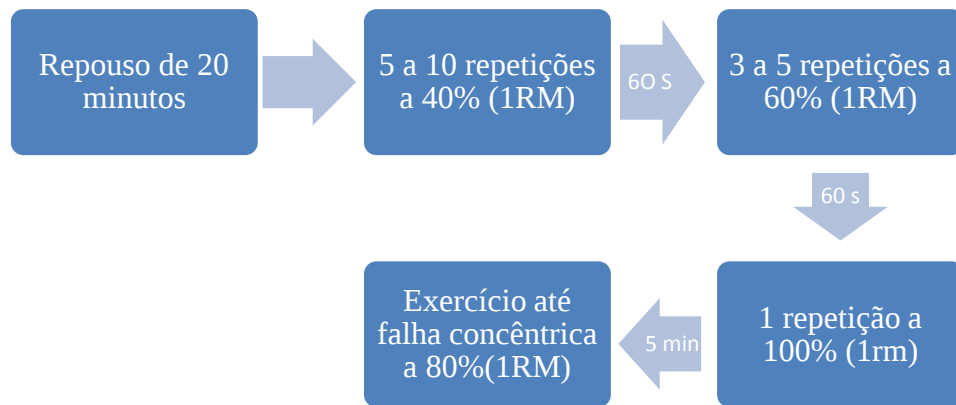


Figura 5 - Sequência do momento experimental 1.

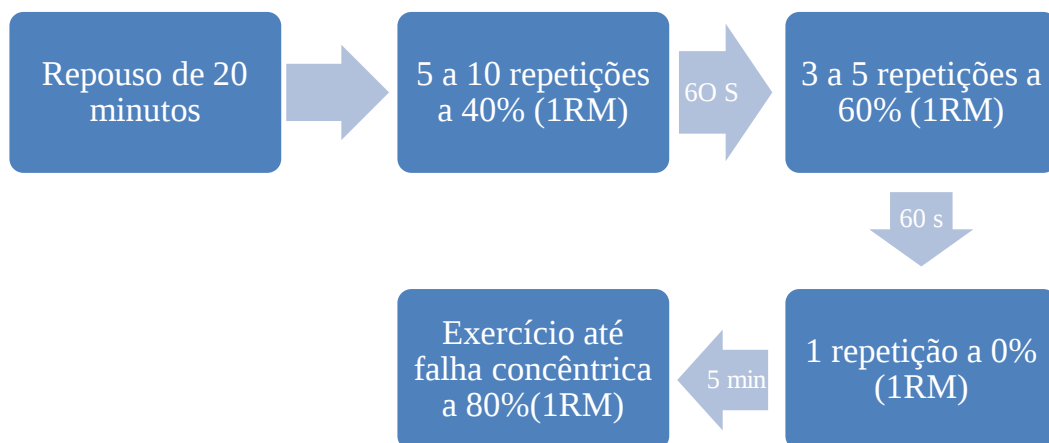


Figura 6 - Sequência do momento experimental 2.

4.4 Análise de dados

Para os procedimentos estatísticos foi utilizado o Software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS – 20.0). Os dados são apresentados como média e desvio-padrão. Inicialmente, foi realizado teste de normalidade dos dados (Shapiro-Wilk) e a homogeneidade das variâncias (Levene), seguido das comparações pelos testes de Mann-Whitney e Friedman quando pertinentes. Para a inferência estatística foi adotado um nível de significância de 5% em todas as análises.

4.5 Procedimentos éticos

O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa Uniesp. Com a aprovação do Projeto de Pesquisa, o estudo foi iniciado após os pacientes lerem e assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido. Protocolo de aprovação do comitê de ética na Plataforma Brasil (CAAE: 57956122.2.0000.5184).

5 RESULTADOS

Para o estudo foram recrutados 11 indivíduos saudáveis do sexo masculino com experiência de pelo menos um ano em treinamento de força e frequência de pelo menos 4 treinos semanais. Ademais, todos os indivíduos aqui avaliados são adultos jovens do sexo masculino com sobrepeso. Devido ao fato de nenhum dos voluntários se enquadrar em algum critério de exclusão e não apresentar qualquer problema durante os protocolos ninguém foi excluído. Por fim, todos os voluntários seguiram corretamente todos os procedimentos de coleta de dados e os protocolos do estudo.

Tabela 1 - Características físicas e antropométricas dos indivíduos avaliados.

VARIÁVEIS	N (11)
Idade (anos)	23,0 ± 1,2
Peso (kg)	84,4 ± 4,9
Altura (m)	1,70 ± 0,0
IMC (kg/m ²)	27,1 ± 0,9

Valores em média ± desvio padrão; IMC: índice de massa corporal.

A tabela 2 apresenta o número de repetições e o tempo de contração entre o momento experimental (com PPA) e o momento controle (Sem PPA). Nela podemos observar que não houve diferença significativa entre os momentos experimental e controle para o número de repetições ($p > 0,05$), contudo quando se comparou o tempo de contração o momento controle teve um menor tempo de contração do que o momento experimental ($p < 0,05$)

Tabela 2 - Números de repetições e tempo de contração durante o exercício a 80% de 1RM nas condições experimental e controle.

VARIÁVEIS	Experimental	Controle
Número de Repetições	7,1 ± 0,4	6,3 ± 0,5
Tempo de contração (s)	32,4 ± 0,5	30,5 ± 1,1*

*Diferença entre os momentos, $p < 0,05$

Para se avaliar o nível de ativação mioelétrica dos músculos vasto lateral e vasto medial foi utilizado os valores da Root Mean Square (RMS). Na tabela 3 estão apresentados os dados da ativação muscular avaliado pelo Root Mean Square, nela é possível verificar que os valores da ativação dos músculos vasto lateral e vasto medial não foram significativamente diferentes quando se comparou os momentos experimental versus controle ($p>0,05$).

Tabela 3 – Nível de ativação dos músculos vasto lateral e medial do quadríceps avaliado pelo Root Mean Square.

VARIÁVEIS	Experimental	Controle
VL, (μv)	$29,4 \pm 1,7$	$29,2 \pm 1,7$
VM, (μv)	$543,5 \pm 44,8$	$517,9 \pm 47,7$

VL = vasto lateral; VM = vasto medial; RMS = root mean square.

Para verificar se houve retardo da fadiga muscular entre os momentos com e sem atividade condicionante prévia (1RM) foi utilizado os valores médios da frequência mediana. A figura 7 mostra os valores da média da frequência mediana do músculo vasto lateral durante o exercício de agachamento. Nela podemos observar que não houve diferença estatística nem entre os momentos avaliados e nem entre as repetições.

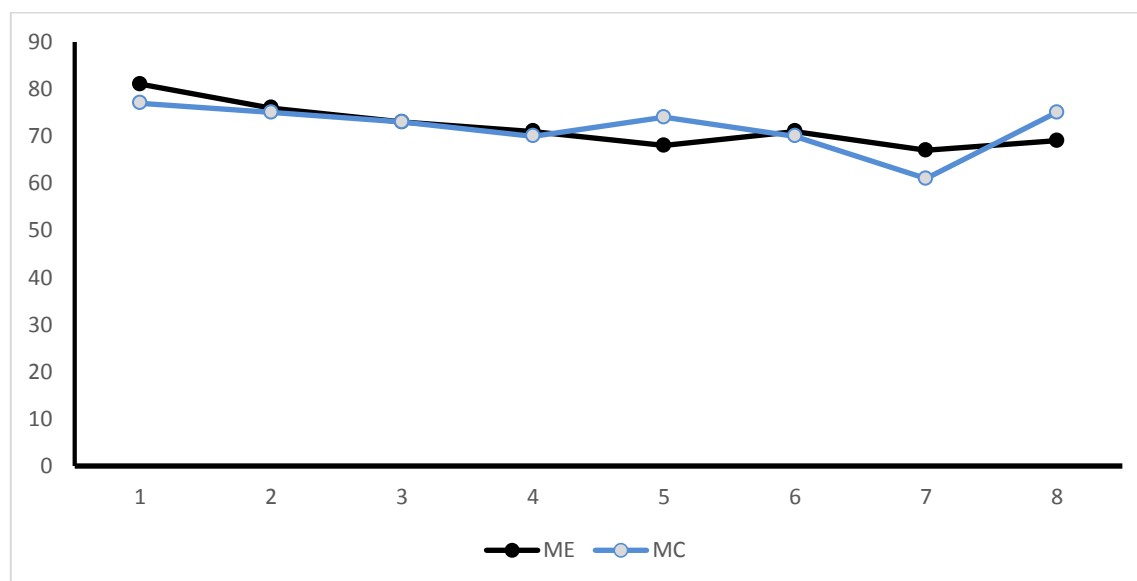


Figura 7 Valores de média da Frequência mediana do músculo vasto lateral do quadríceps no momento experimental (ME) e momento controle (MC).

A figura 8 mostra os valores da média da frequência mediana do músculo vasto medial durante o exercício de agachamento. Nela podemos observar que não houve

diferença estatística entre os momentos avaliados, entretanto quando se comparou as repetições, encontramos diferenças significativas na primeira e quarta repetições.

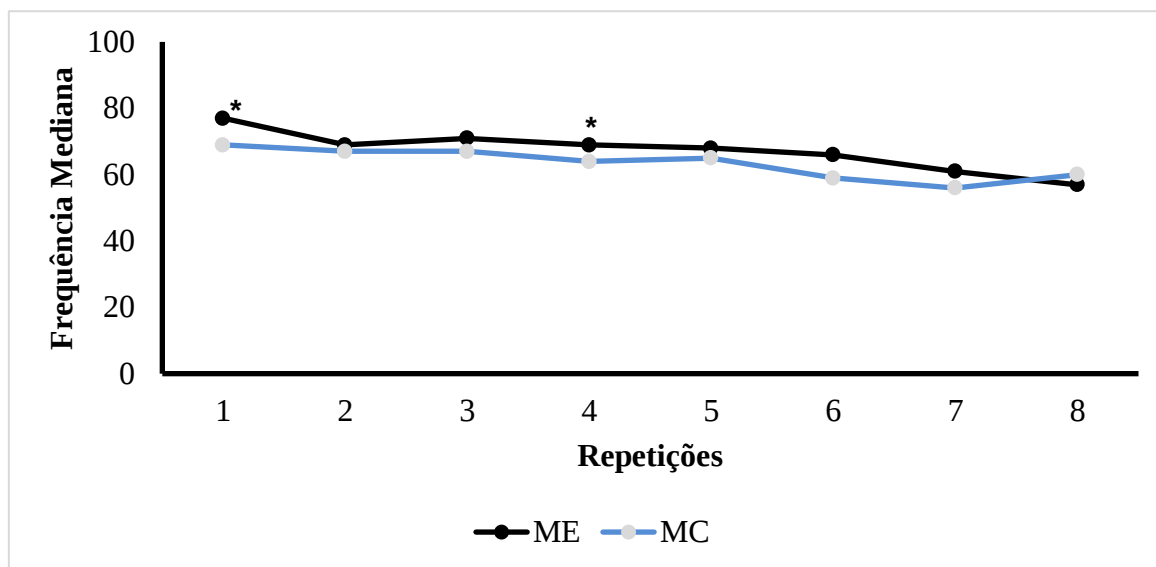


Figura 8 Valores de média da Frequência mediana do músculo vasto medial do quadríceps no momento experimental (ME) e momento controle (MC).

6 DISCUSSÃO

A potenciação pós-ativação configura um aprimoramento muscular momentâneo, mais precisamente uma melhora na taxa de desenvolvimento de força, ou seja, aumento da capacidade do músculo de produzir certo nível de força em um determinado período. Assim, é um fenômeno muito utilizado como aquecimento para aumentar desempenho em atividades como saltar, correr, arremessar (KUNTZ, 2017). Nesse estudo foi avaliada a capacidade de retardo de fadiga muscular após um estímulo à potenciação pós-ativação. De maneira mais precisa, foi analisado o retardo de fadiga dos músculos vasto lateral e medial durante o movimento de agachamento a 80% de 1RM em um grupo que ora recebeu estímulo para desencadear a PPA ora não recebeu.

Conforme Xenofondos et. Al. (2010) existe correlação entre o desencadeamento da PPA e o tipo de atividade realizada. Eles comentam que o efeito da PPA será mais bem caracterizado em esportes prioritariamente explosivos. Assim, esportes que se utilizam de saltos, arremessos e sprints caracterizam melhor o desencadeamento da PPA uma vez que estes precisam de uma maior taxa de desenvolvimento de força, ou seja, a capacidade de gerar certo nível de força em determinado intervalo de tempo.

É importante informar aqui que todos os indivíduos avaliados foram orientados acerca da execução do agachamento, ou seja, amplitude de movimento (90° de flexão dos joelhos) e que iriam ter de atingir a falha mecânica no momento da realização do exercício á 80% de 1RM.

Com relação aos resultados encontrados, eles mostraram que o protocolo utilizado para desencadear a PPA, neste estudo e nessa população, não foi suficiente para aumentar significativamente o número de repetições, mas foi para o tempo de contração. Procurando fazer uma análise teórica sobre o número de repetições, foi possível concluir que apesar de não se verificar diferença significativa na média, o número de repetições foi sempre maior no momento experimental, em termos prático para rendimento, acreditamos que essa diferença poderá trazer resultados positivos para melhoria da performance.

Prestes (2016) afirma que o treinamento de força aumenta o recrutamento de unidades motoras, sinergia entre músculo agonista e antagonista, redução da ação de mecanismos inibitórios e aumenta a frequência de disparos de impulsos nervosos. Ainda

nesse raciocínio, Sale (2002) sugere que um dos mecanismos para explicar a PPA é a melhora aguda do recrutamento de unidades motoras, bem como todos os outros processos mencionados anteriormente. Neste sentido nos avaliamos no presente estudo o RMS, que pela sua amplitude no sinal eletromiográfico podemos inferir sobre o recrutamento das unidades motoras e consequente produção da força muscular. Nessa avaliação, não foram encontradas diferenças estatística entre as ativações (recrutamento das unidades motoras e produção de força) entre o momento experimental e controle, sugerindo que a força muscular aplicada e a fadiga não foram alteradas positivamente no momento experimental pela utilização da atividade condicionante de 1RM, quando comparado ao momento controle.

Adicionalmente quando foi avaliado a fadiga muscular pela frequência mediana dos músculos vasto medial e lateral, foi observado que não houve diferença significativa no comportamento da fadiga entre os diferentes momentos avaliados. Ou seja, nos dois momentos a frequência mediana diminuiu conforme a fadiga foi se instaurando. Fato curioso foi que a frequência mediana do músculo vasto medial foi diferente na primeira e quarta repetição. Este acontecimento isolado sugere duas situações: a) no caso da primeira repetição sugere que eles partiram de valores de recrutamento neuromuscular diferentes, talvez até por fator motivacional de realizar essa tarefa, b) Já no quarto momento que elas foram diferentes dos valores iniciais sugerindo que naquele momento houve um declínio da frequência mediana de tal modo que parece ter iniciado todo o processo da fadiga neste momento.

Nosso estudo apresenta limitações entre elas o uso da própria eletromiografia de superfície (padrão ouro para estas pesquisas), que capta os sinais elétricos do músculo e confere valores de ativação muscular e comportamento muscular no tocante a fadiga (RESENDE, 2011). No entanto, alguns fatores podem influenciar a ação da PPA como o tipo de fibra predominante no músculo, genética do indivíduo potencializado e o tipo de exercício (XENOFONDOS et al., 2010). Outro fato que pode ter interferido nos resultados foi o tempo de intervalo entre a atividade condicionante (exercício a 100% de 1RM) e a atividade principal (exercício a 80% de 1RM). Segundo Kuntz (2017), quanto mais intenso for o estímulo condicionante, maior deverá ser o intervalo para o início da atividade principal. No nosso estudo não foi possível avaliar diferentes intervalos de descanso para ver qual seria mais vantajoso.

7 CONCLUSÕES

O presente estudo não acatou a hipótese de que uma contração dinâmica máxima prévia a 100% de 1RM retarda a fadiga do vasto lateral e medial durante o agachamento a 80% de 1RM em indivíduos treinados

A atividade condicionante de 1RM aumentou o número de repetições e o tempo de contração de maneira tal que podemos sugerir que na prática esse aumento pode fazer a diferença para melhoria da performance trazendo resultados positivos.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, E. S. *et al.* Resistance training exercise selection: efficiency, safety and comfort analysis method. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**, Amazonas, ano 2021, v. 23, ed. 82849, 3 out. 2021.

CARVALHO, L. C. **Instrumentação Médico-Hospitalar**. 1. ed. São Paulo: Manole, 2008.

CEZAR, M. D. M.; OLIVEIRA-JUNIOR, S. A.; DAMATTO, R. L. Treinamento Resistido de Intensidade Moderada Melhora o Estresse Oxidativo no Coração. **SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA**, São Paulo, ano 2021, v. 116, ed. 1, p. 12-13, 2021.

CONTRERAS, B. **Anatomia do treinamento de força**. Barueri: Manole, 2016.

DE LUCA, C. J. The use of surface electromyography in biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics**, Boston, ano 1997, v. 13, ed. 2, p. 135-163, 1997.

GENTIL, P. **Bases científicas do treinamento de hipertrofia**. Rio de Janeiro: Sprint, 2005.

KUNTZ, M. G. M. B. *et al.* Post-activation potentiation: an integrative review. **Revista brasileira de fisiologia do exercício**, Brasília, ano 2017, v. 16, ed. 5, 2017.

PRESTES, J. *et al.* **Prescrição e periodização do treinamento de força em academias**. 2. ed. Barueri: Manole, 2016.

PUCCI, G. C. M. F. *et al.* Efeito do Treinamento Resistido e do Pilates na Qualidade de vida de Idosas: um ensaio clínico randomizado. **Revista brasileira de geriatria e gerontologia**, Vila Real, ano 2020, v. 23, ed. 5, 2020.

RESENDE, A. P. M. *et al.* Eletromiografia de superfície para avaliação dos músculos do assoalho pélvico feminino: revisão de literatura. **Fisioterapia e pesquisa**, São Paulo, ano 2011, v. 18, ed. 3, p. 292-297, 2011.

SALE, D. G. Postactivation Potentiation: Role in Human Performance. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, Canada, ano 2002, v. 30, ed. 3, p. 138-143, 2002.

SALLES, B. F. **Métodos de treinamento para força e hipertrofia: da prática à teoria**. 1. ed. Belo Horizonte: Livro na mão, 2020.

SOUSA, V. D.; DRIESSNACK, M.; MENDES, I. A. C. REVISÃO DOS DESENHOS DE PESQUISA RELEVANTES PARA ENFERMAGEM. PARTE 1: DESENHOS DE PESQUISA QUANTITATIVA. **Revista latino-americana de enfermagem**, Charlotte, ano 2007, v. 15, ed. 3, 2007.

SOUSA, M. M. *et al.* EFEITO DA FADIGA NA FORÇA EXPLOSIVA E ARQUITETURA MUSCULAR DO VASTO LATERAL. **Revista brasileira de medicina do esporte**, Rio de janeiro, ano 2021, v. 27, ed. 6, p. 558-562, 2021.

TAVARES, L. D. *et al.* EFEITO DA ORDEM DOS EXERCÍCIOS DE FORÇA SOBRE O VOLUME, O LACTATO E O DESEMPENHO. **Revista brasileira de medicina do esporte**, São Paulo, ano 2017, v. 23, ed. 3, p. 194-196, 2017.

XENOFONDOS A., *et al.* Post-activation potentiation: Factors affecting it and the effect on performance. **Laboratory of Coaching and Sport Performance, Journal of Physical Education and Sport**, V. 28, no 3, September, 2010.

APÊNDICE – Ficha de Registro de Dados

Nº:

Nome:

Idade:

Data de nascimento:

Data da coleta:

Medidas antropométricas

Altura (cm):

Peso (kg):

IMC (kg/m^2):

Teste de 1RM

Carga

Repetições

1º Tentativa:

2 º Tentativa:

3º Tentativa:

Nº de repetições

Tempo de contração

Aquecimento a 100% de 1RM:

Aquecimento a 0% de 1RM:

ANEXO – Parecer de Aprovação do Comitê de Ética



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: CONTRAÇÃO DINÂMICA PRÉVIA RETARDA FADIGA DURANTE EXERCÍCIO DE FORÇA SUBMÁXIMO

Pesquisador: Amilton da Cruz Santos

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 57956122.2.0000.5184

Instituição Proponente: Instituto de Educação Superior da Paraíba - IESP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.359.847

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa (PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO CONTRAÇÃO DINÂMICA PRÉVIA RETARDA FADIGA DURANTE EXERCÍCIO DE FORÇA SUBMÁXIMO, de 18/04/2022) e/ou do Projeto detalhado: : O treinamento resistido (musculação) apresenta diversos benefícios à saúde dos seus praticantes, bem como é extremamente eficaz para o desempenho esportivo. No entanto, antes de uma sessão de musculação, é necessário se tomar a melhor estratégia a fim de se obter o máximo de aproveitamento desta. Desse modo, surge o mecanismo da potencialização pós-ativação, caracterizada como uma melhora temporária do desempenho muscular. Objetivo: Analisar a influência da atividade condicionante (aquecimento á 100% de 1RM) no retardo da fadiga nos músculos vasto lateral e medial realizados a 80% de 1RM até da fadiga concêntrica. Metodologia: a amostra será composta de adultos jovens do sexo masculino com experiência de pelo menos um ano em musculação. No momento experimental os indivíduos irão realizar á atividade condicionante com 100% de 1RM e na sessão controle essa carga será de 0% de 1RM, seguidos respectivamente da realização do agachamento com 80% de 1RM, na cadência 2020 até a fadiga concêntrica. Resultados esperados: Espera-se que o grupo que realizou á atividade condicionante com carga elevada apresente retardo de fadiga dos músculos envolvidos no agachamento. Este estudo tem como hipótese verificar se a atividade condicionante prévia (aquecimento á 100% de

Endereço: Rodovia BR-230, KM 14, Bloco E, 3º andar, sala 301
Bairro: MORADA NOVA **CEP:** 58.109-303
UF: PB **Município:** CABEDELO
Telefone: (83)2106-3827 **E-mail:** comite.etica@iesp.edu.br



CENTRO UNIVERSITÁRIO
UNIESP



Continuação do Parecer: 5.359.847

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CABEDELO, 20 de Abril de 2022

Assinado por:

Karelíne Izaltemberg Vasconcelos Rosenstock
(Coordenador(a))

Endereço: Rodovia BR-230, KM 14, Bloco E, 3º andar, sala 301

Bairro: MORADA NOVA

CEP: 58.109-303

UF: PB

Município: CABEDELO

Telefone: (83)2106-3827

E-mail: comite.etica@unesp.edu.br