

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Liliane Cunha Aranda

**COMPARAÇÃO DO CUSTO ENERGÉTICO, PICO DO LACTATO
SANGUÍNEO, PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO E ATIVIDADE
ELETROMIOGRÁFICA NOS EXERCÍCIOS RESISTIDOS EM
PLATAFORMAS ESTÁVEL E INSTÁVEL**

Juiz de Fora

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

**COMPARAÇÃO DO CUSTO ENERGÉTICO, PICO DO LACTATO
SANGUÍNEO, PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO E ATIVIDADE
ELETROMIOGRÁFICA NOS EXERCÍCIOS RESISTIDOS EM
PLATAFORMAS ESTÁVEL E INSTÁVEL**

Liliane Cunha Aranda

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Física, área de concentração: Movimento Humano, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Jeferson Macedo Vianna.

Juiz de Fora

2015

Liliane Cunha Aranda

COMPARAÇÃO DO CUSTO ENERGÉTICO, PICO DO LACTATO SANGUÍNEO, PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO E ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA NOS EXERCÍCIOS RESISTIDOS EM PLATAFORMAS ESTÁVEL E INSTÁVEL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Física, área de concentração Movimento Humano, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Aprovada em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Titulares:

Prof. Dr. Jeferson Macedo Vianna

Orientador / Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Jorge Roberto Perrout de Lima

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Jefferson da Silva Novaes

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Aranda, Liliâne Cunha.

Comparação do custo energético, pico do lactato sanguíneo, percepção subjetiva do esforço e atividade eletromiográfica nos exercícios resistidos em plataformas estável e instável /

Liliâne Cunha Aranda. -- 2015.

74 f. : il.

Orientador: Jeferson Macedo Vianna

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Universidade Federal de Viçosa, Faculdade de Educação Física. Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2015.

1. Treinamento resistido. 2. Instabilidade. 3. Custo energético. 4. Atividade eletromiográfica. I. Vianna, Jeferson Macedo, orient. II. Título.

Dedico este trabalho aos meus pais, Danilo e Cibeli, responsáveis pela minha formação humana; aos meus irmãos, Daniele, Fabiane e Vinícius, pelo imenso carinho; aos meus sobrinhos, Gustavo, Bruno e Laura, por fazerem dos meus dias mais felizes e à Andressa pelo amor e apoio incondicional durante esses dois anos. Este trabalho é nosso.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e fé para trilhar meus caminhos.

Aos meus pais, Danilo e Cibeli; meus irmãos, Daniele, Fabiane e Vinícius; meus sobrinhos, Gustavo, Bruno e Laura, por me darem amor e carinho durante a minha caminhada profissional e pessoal.

Aos meus padrinhos, Márcio e Marilene, por terem me trazido para Juiz de Fora e sempre incentivado em relação aos estudos e crescimento pessoal.

A toda a minha família, primos e tios que torceram por mim.

À Andressa pelo amor, paciência, companheirismo e incentivo em todos os momentos difíceis no processo de construção desse trabalho. Você foi essencial para essa conquista!

Em especial ao meu orientador e amigo, Jeferson Macedo Vianna, pela exemplar orientação e por ter acreditado nessa possibilidade de me fazer Mestre. Muito obrigada por todos os ensinamentos tanto na vida pessoal quanto na vida profissional desde o dia em que te conheci. Sou eternamente grata a você!

Ao professor Jefferson da Silva Novaes e Jorge Roberto Perrout de Lima por terem aceitado fazer parte da minha banca e enriquecerem meu trabalho significativamente.

Ao professor Francisco Zacaron pelas contribuições estatísticas.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Juiz de Fora pela troca de conhecimentos.

À Capes pela bolsa de estudos.

Aos colegas de trabalho, Élder Dutra, Bruno Carvalho, Mariana Albuquerque e Felipe Coelho, nos dias árduos de coleta. Ao Felipe Alvim, Antônio Paulo Castro e Marcellly Mancini pelos ensinamentos e processamento de dados sobre atividade eletromiográfica. À Marília Mendes pela ajuda quanto ao K4.

Aos meus estimados voluntários que demonstraram boa vontade e disponibilidade em fazerem parte dessa pesquisa.

Aos amigos e alunos de *personaltrainer* que confiam no meu trabalho e me entenderam quanto aos remanejamentos de horários.

Aos demais amigos do mestrado, da faculdade e da vida por contribuírem significativamente para o meu crescimento.

Enfim, a todos aqueles que me ajudaram direta ou indiretamente, desde o início de minha formação, até a data de hoje.

Muito obrigada!

COMPARAÇÃO DO CUSTO ENERGÉTICO, PICO DO LACTATO SANGUÍNEO, PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO E ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA NOS EXERCÍCIOS RESISTIDOS EM PLATAFORMAS ESTÁVEL E INSTÁVEL

Liliane Cunha Aranda

Orientador: Prof. Dr. Jeferson Macedo Vianna

Resumo da dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Física, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

O impacto metabólico no custo energético (CE) dos exercícios resistidos (ER) é pouco conhecido na literatura científica. As diversas possibilidades de organização do treino, utilização de diferentes plataformas instáveis (PI), a atividade eletromiográfica (EMG) e a medida do componente anaeróbio no CE que muitas vezes é desprezada nos estudos sobre ER, podem alterar o valor do CE. O presente estudo teve como objetivos: 1) comparar o efeito agudo dos ER no método de treinamento circuitado (MTC) em plataformas estáveis (PE) e PI sobre o CE, pico do lactato sanguíneo (PLS) e percepção subjetiva do esforço (PSE); 2) comparar a atividade EMG e a força em 15 repetições máximas no supino reto e agachamento livre em PE e PI. A amostra foi composta de 20 homens saudáveis ($24,65 \pm 3,48$ anos, $1,79 \pm 0,08$ m, $80,61 \pm 9,14$ Kg e $11,86 \pm 3,49$ % de gordura). No primeiro estudo propusemos um circuito com sete ER em PE e PI. Encontramos um CE total maior em PI vs. PE ($p=0,01$), assim como a PSE total ($p=0,02$), entretanto o PLS foi maior em PE vs. PI ($p=0,05$). Concluiu-se que o uso das PI no MTC é uma excelente alternativa para os indivíduos que buscam uma maior demanda energética nos ER. No segundo estudo verificamos que o valor da carga levantada para o agachamento livre na PE foi significativamente superior em relação a PI ($p=0,001$), diferença esta não encontrada no supino reto ($p=0,231$). Em relação à atividade EMG, não foram observadas diferenças significativas no deltoide anterior ($p=0,06$), peitoral maior ($p=0,14$), bíceps femoral ($p=0,50$) e vasto lateral ($p=0,76$) em ambas as plataformas. As PI produzem uma similar atividade EMG em relação às PE mesmo utilizando uma menor carga.

Palavras-chave: treinamento resistido; instabilidade; custo energético; EMG; lactato sanguíneo; percepção de esforço.

COMPARISON OF ENERGY COST, PEAK BLOOD LACTATE, PERCEIVED EXERTION AND ELECTROMYOGRAPHIC ACTIVITY IN RESISTANCE EXERCISES ON SURFACES STABLE AND UNSTABLE

Liliane Cunha Aranda

Orientador: Prof. Dr. Jeferson Macedo Vianna

Abstract da dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Física, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

The metabolic impact on energy cost (EC) of resistance exercise (RE) is little known to date in the scientific literature. The various possibilities for organizing training, using different unstable surfaces (US), electromyographic (EMG) activity and the measurement of the anaerobic component in EC, which is often overlooked in studies on RE, can change the value of EC. This study aimed to: 1) compare the acute effect of RE on the circuit training method (CTM) in stable surfaces (SS) and US on the EC, peak blood lactate (PBL) and perceived exertion (PE); 2) compare the EMG activity and strength in 15 repetition maximum bench press and squat free PE and PI. The sample consisted of 20 healthy men (24.65 ± 3.48 years old, 1.79 ± 0.08 m, 80.61 ± 9.14 kg and $11.86 \pm 3.49\%$ fat). In the first study we proposed a circuit with seven RS on a SS and an US. We found a higher total EC on US vs. SS ($p = 0.01$) and total PE ($p = 0.02$), but the PBL was higher on the SS vs. the US ($p = 0.05$). We can conclude that the use of US in the CTM is a great alternative for individuals seeking greater energy demand in the RE. In the second study, it was found that the value of the load lifted in the free squat on the SS was significantly higher than on the US ($p = 0.001$), a difference not found in the bench press ($p = 0.231$). Regarding the EMG activity, no significant differences were observed in the anterior deltoid ($p = 0.06$), pectoralis major ($p = 0.14$), biceps femoris ($p = 0.50$) and vastuslateralis ($p = 0.76$) on both surfaces. The US produces a similar EMG activity in relation to SS even using a lower load.

Keywords: strength training; instability; energy cost; EMG; blood lactate; perceived exertion.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

FIGURAS

3.1. ARTIGO 1 - EFEITO AGUDO DO EXERCÍCIO RESISTIDO NO MÉTODO DE TREINAMENTO CIRCUITADO EM PLATAFORMAS ESTÁVEL E INSTÁVEL SOBRE O CUSTO ENERGÉTICO, PICO DO LACTATO SANGUÍNEO E PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO

- Figura 1:** Sequência dos exercícios resistidos no método de treinamento circuitado em plataformas instáveis32
- Figura 2:** Um resumo do estudo34
- Figura 3:** Média e desvio-padrão do custo energético (CE) aeróbio, anaeróbio e total de uma série do método de treinamento circuitado nos exercícios resistidos em plataformas estáveis e instáveis (n=20).
*diferenças significativas entre as plataformas ($p < 0,05$).....37
- Figura 4:** Média do volume de oxigênio em repouso, durante os métodos de treinamento circuitado e na recuperação em plataforma estável (PE) e plataforma instável (PI) (n=20).
*diferenças significativas entre as plataformas ($p < 0,05$)38
- Figura 5:** Média e desvio-padrão do pico de lactato sanguíneo após o método de treinamento circuitado realizado em plataforma estável e instável (n=20).
*diferenças significativas entre as plataformas ($p=0,05$)38
- Figura 6:** Média e desvio-padrão da percepção subjetiva de esforço após o método de treinamento circuitado realizado em plataforma estável e instável (n=20).
*diferenças significativas entre as plataformas ($p=0,02$)40

3.2. ARTIGO 2 - ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA E FORÇA EM 15RM NOS EXERCÍCIOS RESISTIDOS EM PLATAFORMAS ESTÁVEL E INSTÁVEL

Figure 1: Ilustração do supino reto na bola suíça com a barra livre.....47

Figure 2: Ilustração do agachamento livre com a barra sobre dois *balance disks*.....47

Figure 3: Média da força em 15 repetições máximas (RM) no exercício supino reto (banco e bola suíça) e agachamento livre (solo e *balance disks*) (n=19).

*diferença significativa $p \leq 0.05$51

Figure 4: Média da atividade EMG, *root meansquare* (RMS) do deltoide anterior e peitoral maior no banco e na bola suíça; do bíceps femoral e vasto lateral no solo e no *balance disks*. (n=19).....52

TABELAS

3.1 ARTIGO 1 - EFEITO AGUDO DO EXERCÍCIO RESISTIDO NO MÉTODO DE TREINAMENTO CIRCUITADO EM PLATAFORMAS ESTÁVEL E INSTÁVEL SOBRE O CUSTO ENERGÉTICO, PICO DO LACTATO SANGUÍNEO E PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO

Tabela 1: Média e desvio padrão dos valores das cargas totais levantadas (kg) em plataformas estáveis e instáveis (n=20).....39

3.2 ARTIGO 2 - ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA E FORÇA EM 15RM NOS EXERCÍCIOS RESISTIDOS EM PLATAFORMAS ESTÁVEL E INSTÁVEL

Tabela 1: Média e desvio-padrão da atividade EMG *root meansquare* (RMS) nos exercícios resistidos realizados em plataforma estável e instável (n=19).....52

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1. O problema.....	14
1.2. Objetivos.....	16
1.2.1. Objetivo geral.....	16
1.2.2. Objetivo específico.....	16
1.3. Identificação das variáveis.....	16
1.4. Hipóteses.....	17
1.4.1. Hipóteses nulas.....	17
1.5. Justificativa do estudo.....	17
2. REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1. Exercício resistido e custo energético.....	19
2.2. Exercício resistido e lactato sanguíneo.....	21
2.3. Exercício resistido e percepção subjetiva do esforço.....	23
2.4. Exercício resistido e plataforma instável.....	24
2.5. Exercício resistido e atividade eletromiográfica.....	26
3. DESENVOLVIMENTO	29
3.1. Artigo 1: Efeito agudo do exercício resistido no método de treinamento circuitado em plataformas estável e instável sobre o custo energético, pico do lactato sanguíneo e percepção subjetiva do esforço.....	29
3.1.1. Resumo.....	29
3.1.2. Abstract.....	30
3.1.3. Introdução.....	30
3.1.4. Métodos.....	32
3.1.5. Resultados.....	37
3.1.6. Discussão.....	40
3.1.7. Conclusão.....	43
3.2. Artigo 2: Atividade eletromiográfica e força em 15RM nos exercícios resistidos em plataformas estável e instável.....	44
3.2.1. Resumo.....	44
3.2.2. Abstract.....	44

3.2.3. Introdução.....	45
3.2.4. Métodos.....	47
3.2.5. Resultados.....	51
3.2.6. Discussão.....	52
3.2.7. Aplicações práticas.....	55
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
ANEXOS.....	68

1. INTRODUÇÃO

1.1. O PROBLEMA

O exercício resistido (ER) vem sendo amplamente utilizado em programas de condicionamento físico geral, no *fitness*, na reabilitação de lesões ortopédicas e na prevenção, controle e tratamento da obesidade (FOUREAUX, PINTO e DÂMASO, 2006; GARBER *et al.*, 2011; PINTO, LUPI e BRENTANO, 2011). Nos últimos anos, diversos estudos verificaram que o ER é um método eficaz para o desenvolvimento da força musculoesquelética, capacidade anaeróbia, densidade óssea, flexibilidade, ganho de massa livre de gordura e, conseqüente, incremento das taxas metabólicas de repouso, o qual repercute decisivamente no balanço energético diário (GARBER *et al.*, 2011; KRAEMER e RATAMESS, 2004; PINTO, LUPI e BRENTANO, 2011). Além disso, o ER é um importante componente utilizado na prescrição dos programas de saúde global promovidos pelo *American College of Sports Medicine*, considerada a maior organização de saúde e *fitness* (GARBER *et al.*, 2011).

No entanto, um dos pontos negativos associados ao exercício resistido (ER), quanto à sua eficiência em termos de composição corporal, é o reduzido impacto metabólico promovido em uma sessão de treino desta natureza, que parece apresentar um custo energético (CE) inferior ao de modalidades aeróbias com intensidades moderadas a altas, fato este já referido por alguns investigadores (HUNTER *et al.*, 1998; LAFORGIA *et al.*, 1997; WILMORE *et al.*, 1977).

Os estudos mostram que, durante o ER, o CE varia em homens e mulheres (HUNTER, SEELHORST e SNYDER, 2003; RATAMESS *et al.*, 2007; REIS *et al.*, 2011; ROBERGS *et al.*, 2007), em volume e intensidade de treino utilizado (BENTON e SWAN, 2009; MAZZETTI *et al.*, 2007), em intervalo de recuperação entre séries e exercícios (RATAMESS *et al.*, 2007), em velocidade de execução (HUNTER, SEELHORST e SNYDER, 2003; MAZZETTI *et al.*, 2007), em método de treinamento (DA SILVA, BRENTANO e KRUEL, 2010; KELLEHER *et al.*, 2010) e em plataforma de estabilidade utilizada (PANZA *et al.*, 2014). Entretanto, a literatura carece de trabalhos que esclareçam a real influência dessas variáveis no CE durante e após as sessões de ER.

Dentre as variáveis descritas, vale destacar o método de treinamento circuitado (MTC), que consiste em um protocolo de sete a doze exercícios com uma intensidade

moderada a alta para um determinado número de repetições ou quantidade de tempo. Uma vez que as repetições são realizadas ou o tempo expira, os participantes trocam de exercício/estação com pouco tempo de descanso (KLIKA e JORDAN, 2013). Essa metodologia tem como objetivo melhorar o sistema cardiovascular, resistência muscular e consequentemente ocasionar um maior impacto metabólico no organismo a fim de aumentar o CE (KLIKA e JORDAN, 2013; ORTEGO *et al.*, 2009). Tal método vem sendo muito empregado nas academias de ginástica com o objetivo de emagrecimento, *endurance* muscular e condicionamento físico geral dos indivíduos que procuram um rápido resultado e com tempo limitado para as atividades físicas.

Um dos primeiros estudos para quantificar o CE em resposta a um protocolo de treino em circuito com três séries a 40% de uma repetição máxima (1RM), em homens e mulheres, observou um CE líquido de $130,6 \pm 34,5$ kcal e $95,1 \pm 18,4$ kcal, respectivamente (WILMORE *et al.*, 1977). Melanson *et al.*, (2002) ao aplicarem o mesmo tipo de treinamento em homens jovens, observou um CE líquido de 322 ± 19 kcal, sendo este valor maior do que o observado no estudo anterior devido ao maior volume (quatro séries) e intensidade (70% de 1RM) utilizados. O estudo de Benito *et al.*, (2010) mostraram que o CE foi superior nos homens em relação às mulheres em termos absolutos e relativos à massa corporal, sendo executado nas intensidades 40%, 50% e 60% de 15RM. Já em altas intensidades (70%, 80% e 85% de 15RM), o mesmo não foi significativamente superior.

Nos últimos anos, os métodos circuitados têm recebido a inserção de plataformas instáveis (PI) na realização dos ERs, tais como a bola suíça, *Bosu*, elásticos, *TRX*, *balancedisk*, entre outros. Os artigos envolvendo o ER nas PIs se limitaram a avaliar e descrever os efeitos das mesmas em relação ao trabalho produzido, principalmente quanto ao MTC, uma vez que, na sua maioria, avaliaram apenas a atividade eletromiográfica (EMG) (BEHM e ANDERSON, 2006; BEHM *et al.*, 2010; FERREIRA *et al.*, 2009; GOODMAN *et al.*, 2008; KOHLER, FLANAGAN e WHITING, 2010; MCBRIDE, CORMIE e DEANE, 2006; SAETERBAKKEN e FIMLAND, 2013a). Acredita-se que o sistema neuromuscular é mais exigido na PI do que na plataforma estável (PE) tradicional, pois ela aumenta a ativação dos músculos estabilizadores do tronco (KOHLER, FLANAGAN e WHITING, 2010). Isto representaria um stress adicional ao sistema musculoesquelético, contribuindo, assim, para maiores impactos metabólicos (REIS *et al.*, 2011).

Essa modificação na estabilização do corpo durante os ER poderia modificar o CE, o pico de lactato sanguíneo (PLS) e a percepção subjetiva de esforço (PSE) no MTC, tendo em vista a escassez de estudos dessas variáveis nessa metodologia de TR em PI. O PLS e a PSE

foram analisados no estudo de Skidmore *et al.*, (2012), em que compararam o efeito agudo de três diferentes MTC com onze mulheres. Os autores encontraram resultados significativamente superiores do PLS, PSE e frequência cardíaca no circuito com intervalos aeróbicos entre os ERs em relação ao circuito tradicional, apenas com os ERs. Recentemente, Panza *et al.*, (2014) tiveram como objetivo a comparação do número de repetições máximas, a PSE e o CE no exercício supino reto na bola suíça e no banco horizontal a 80% de 1RM, sendo que apenas o CE na PI foi significativamente superior em relação a PE. As outras variáveis não apresentaram diferenças significativas. Ressalta-se que o estudo citado acima utilizou um único ER em relação às variáveis analisadas.

A utilização de circuitos comparando as plataformas de apoio é um objeto de estudo ainda não investigado na literatura científica em relação ao custo energético, percepção subjetiva de esforço e pico de lactato sanguíneo. Desta forma, com base na lacuna do conhecimento observada, o presente estudo tem por objetivo a comparação do efeito agudo dessas variáveis entre as plataformas estáveis e instáveis no método de treinamento circuitado.

1.2.OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo geral

Comparar o efeito agudo do exercício resistido no método de treinamento circuitado em plataformas estáveis e instáveis sobre o custo energético, pico do lactato sanguíneo e percepção subjetiva do esforço.

1.2.2. Objetivo específico

Comparar a atividade eletromiográfica e a força em 15 repetições máximas no supino reto e agachamento livre em plataformas estáveis e instáveis.

1.3. IDENTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS

As variáveis são quantitativas e foram identificadas em independentes, dependentes e intervenientes.

Variável Independente - A variável independente é o método de treinamento circuitado nas plataformas estáveis e instáveis.

Variáveis Dependentes – As variáveis dependentes serão: custo energético, atividade eletromiográfica, pico de lactato sanguíneo e percepção subjetiva de esforço.

Variáveis Intervenientes – hábitos de vida (alimentação, sono e estresse), as modificações no estado psicológico capazes de influenciar as características relacionadas ao genótipo, fenótipo, somatotipo e percentual dos tipos de fibras musculares.

1.4. HIPÓTESES

1.4.1. Hipóteses nulas

H₀: Não haverá diferença significativa ($p < 0,05$) no custo energético do método de treinamento circuitado em plataforma estável comparado ao método de treinamento circuitado em plataforma instável na intensidade estudada.

H₀: Não haverá diferença significativa ($p < 0,05$) nas respostas da atividade eletromiográfica nos exercícios resistidos analisados na plataforma estável comparado à plataforma instável na musculatura e intensidade estudadas.

H₀: Não haverá diferença significativa ($p < 0,05$) no pico do lactato sanguíneo após o método de treinamento circuitado nas plataformas estáveis quando comparado às plataformas instáveis.

H₀: Não haverá diferença significativa ($p < 0,05$) na percepção subjetiva do esforço em relação ao método de treinamento circuitado nas plataformas estáveis quando comparado às plataformas instáveis.

H₀: Não haverá diferença significativa ($p < 0,05$) nas respostas da atividade eletromiográfica e do custo energético entre as plataformas estáveis e instáveis.

1.5. JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

O impacto metabólico no CE dos ERs até o presente momento é pouco conhecido na comunidade científica, como será visto na revisão de literatura. As diversas possibilidades de organização do treino, utilização de diferentes plataformas de instabilidade, a atividade EMG e a medida do componente anaeróbio no CE, que muitas vezes é desprezada nos estudos sobre ER, podem acarretar um elevado CE no ER. Existe uma lacuna no conhecimento quando se

refere ao efeito do MTC em PI sobre o CE, PLS e PSE. Portanto, o presente estudo justifica-se em contribuir com subsídios teóricos aos profissionais de Educação Física, proporcionando maior conhecimento e eficiência na aplicação prática do ER.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. EXERCÍCIO RESISTIDO E CUSTO ENERGÉTICO

Entende-se como custo energético (CE) a quantidade de energia necessária para realizar uma tarefa (REIS, 2011; PINTO, LUPI E BRENTANO, 2011). O CE total é composto por três componentes: metabolismo de repouso, termogênese induzida pela dieta e atividade física. O metabolismo de repouso é afetado pelo sexo, idade, estado nutricional, atividade endócrina e composição corporal. A atividade física é o componente mais variável do CE total, podendo ser aumentada dez vezes em relação à taxa metabólica de repouso (KRAEMER *et al.*, 1997). O exercício resistido (ER) é capaz de promover modificações agudas e crônicas no CE total. As modificações agudas são aquelas do próprio CE para a realização da atividade e na fase de recuperação. Os efeitos crônicos são proporcionados por alterações na taxa metabólica de repouso obtido através do ganho de massa livre de gordura (OSTERBERG e MELBY, 2000).

Pesquisas mostram o aumento do CE durante e após a sessão de ER, entretanto a contribuição total do ER para o CE diário parece estar mais relacionada com a maior magnitude e duração do Consumo de Oxigênio Pós-exercício (EPOC) quando comparado ao exercício aeróbio (NETO e FARINATTI, 2009). Existe uma grande variação do CE no ER, ou seja, 2,7 a 11 kcal/min⁻¹ em homens (HUNTER *et al.*, 2003; MELANSON *et al.*, 2002; ORTEGO *et al.*, 2009; RATAMESS *et al.*, 2007) e 2,3 a 5,2 kcal/min⁻¹ em mulheres (BALLOR, BECQUE e KATCH, 1989; LAGALLY *et al.*, 2009; ORTEGO *et al.*, 2009). Esses resultados ocorrem devido ao volume e intensidade de treino, tipo de equipamento e exercício utilizado, grupamento muscular que está sendo trabalhado, ordem dos exercícios, período de descanso entre as séries e o método de treinamento empregado (PINTO *et al.*, 2011; REIS *et al.*, 2011).

O estudo de Pichonet *et al.*, (1996), ao avaliarem diferentes métodos de ER, verificaram que o CE foi superior no método de maior tempo de exercício, menor intensidade e menor intervalo de recuperação entre as séries em comparação com o método de menor tempo de exercício, maior intensidade e maior intervalo de recuperação entre as séries. O primeiro método foi realizado duas séries de 20 repetições a aproximadamente 47% de 1RM, com 60 segundos de exercício e 30 segundos de intervalo entre as séries (53,4 kcal - 4,8 kcal.min⁻¹). Já o segundo método foi realizado duas séries de 10 repetições a aproximadamente 69% de

1RM, com 30 segundos de exercício e 90 segundos de intervalo entre as séries (49,8 kcal - 4,5 kcal.min⁻¹).

Kelleher *et al.*, (2010) compararam o método super séries, no qual efetuavam de dois a quatro exercícios seguidos com um mínimo de intervalo entre esses blocos de exercícios, com o método tradicional executando exercícios isoladamente e com o mesmo tempo de descanso entre eles. Ambos realizaram os mesmos ERs a 70% de 1RM e observaram que o CE aeróbio referente ao tempo de exercício ($34,7 \pm 2,9$ kj vs. $26,2 \pm 2,4$ kj) e o CE anaeróbio - EPOC ($79,3 \pm 7,4$ kj vs. $59,6 \pm 8,3$ kj) foram superiores no treinamento de super série vs. tradicional, o qual se assemelha ao método de treinamento circuitado (MTC) devido à sua alta intensidade relativa ao grande número de exercícios e ao pouco tempo de intervalo entre os mesmos causando superior CE ao organismo.

Aniceto *et al.*, (2013) compararam o efeito agudo do MTC com o método tradicional sobre o CE em 10 homens treinados com idade entre 18 e 29 anos. A única diferença entre os métodos foi a montagem da sessão de exercícios, uma vez que, durante o MTC, os voluntários realizavam os exercícios alternados por segmento (tronco, membros superiores ou inferiores) em forma de estações, enquanto que, durante o método tradicional, os exercícios foram realizados em três séries consecutivas para cada grupo muscular. Ambos os métodos seguiram a mesma sequência de oito exercícios com o mesmo trabalho total: 60% de 1RM, 24 séries/estações, 10 repetições e 60 segundos de intervalo de recuperação. O MTC e o tradicional produziram similar CE total, contudo o método tradicional apresentou um superior CE anaeróbio por utilizar mais a via anaeróbia do que o MTC.

Outros três artigos compararam o MTC em homens e mulheres em diferentes intensidades de 1RM. Ambas as pesquisas encontraram valores superiores do CE para os homens em relação às mulheres, com exceção da carga de 70 a 85% de 1RM, que não apresentou diferenças. Vale ressaltar que esses valores, quando mensurados, relativos à massa corporal magra minimizam tal diferença (BENITO *et al.*, 2010; LAGALLY *et al.*, 2009; ORTEGO *etal.*, 2009). Além disso, Alcaraz *et al.*, (2011) mostraram que o MTC apresenta um superior CE e EPOC em relação ao método tradicional e serve para trabalhar qualquer um dos sistemas energéticos de acordo com o objetivo específico do treinamento.

É importante ressaltar que todos os protocolos de medida do volume de oxigênio utilizados nos estudos citados apresentam alguma imprecisão de medida. A mensuração do mesmo durante exercícios de força representa, parcialmente, o CE neste tipo de exercício, subestimando o CE total decorrente desse tipo de exercício (SCOTT e KEMP, 2005). A oclusão do fluxo sanguíneo durante a contração muscular, a manobra de Valsalva, a presença

do *déficit* de oxigênio e a ausência de um estado fisiológico estável revelam a incapacidade de, por meio do volume de oxigênio, ser quantificado o CE durante a realização de exercícios de força. Atualmente, parece não haver dúvidas sobre a relevância do metabolismo anaeróbio no CE total em exercícios de força (PINTO, LUPI e BRENTANO, 2011; SCOTT, 2006; SCOTT, 2014a;2014b).

Os métodos que são tipicamente usados para avaliar o CE anaeróbio são menos precisos em comparação com aqueles que avaliam o CE aeróbico. Uma variedade de métodos indiretos tem sido utilizada, mas nenhum deles é indiscutivelmente aceito como o mais preciso (VEZINA *et al.*, 2014). O método padrão-ouro para avaliar liberação de energia alática e anaeróbio láctico seria através da biópsia muscular, permitindo a quantificação das fontes de energia dentro da célula muscular (ou seja, fosfatos de alta energia e glicogênio), bem como uma medida precisa do acúmulo de metabólitos no músculo (lactato muscular, por exemplo). A limitação dessa técnica é devido ao fato de que apenas uma pequena porção do tecido muscular humano pode ser submetida a uma biópsia, além de ser altamente invasivo (REIS, 2011).

Para estimativa isolada da fração láctica da energia anaeróbia em esforço, os indicadores mais referidos na literatura são o Consumo de Oxigênio Pós-exercício (EPOC) e o equivalente energético do pico de lactato medido no sangue após o esforço (REIS, 2011). Usualmente, este é complementado com a assunção de um valor pré-definido para a produção de energia anaeróbia alática, com um valor que pode variar segundo o exercício, sendo usualmente estimado a partir da constante temporal de resposta rápida da cinética do volume de oxigênio em esforço e podendo atingir $36,8 \text{ ml/O}_2/\text{kg}^{-1}$ (DI PRAMPERO, 1981). O conhecimento sobre o CE nos ERs ainda é pouco discutido, muitos estudos serão necessários antes de obtermos valores confiáveis.

2.2. EXERCÍCIO RESISTIDO E LACTATO SANGUÍNEO

A concentração de lactato sanguíneo é comumente usada para definir o estresse metabólico de um exercício, sendo dependente da produção do lactato [La], transporte, metabolismo e eliminação do mesmo (WIRTZ *et al.*, 2014). Durante o ER, a [La] altera-se de acordo com as diferentes cargas de treinamento (BUITRAGO *et al.*, 2012), velocidade de execução dos exercícios (HUNTER, SEELHORST e SNYDER, 2003), intervalos de recuperação entre as séries (DENTON e CRONIN, 2006; KRAEMER *et al.*, 1987; RATAMESS *et al.*, 2007), massa muscular envolvida (WIRTZ *et al.*, 2014), volume de treino

(HADDOCK e WILKIN, 2006; MACDOUGALL *et al.*, 1999), ordem dos exercícios (BELLEZZA *et al.*, 2009) e métodos de treinamento resistido (ANICETO *et al.*, 2013; SKIDMORE *et al.*, 2012).

Aniceto *et al.*, (2013) compararam o efeito agudo do MTC com o método tradicional sobre o pico de lactato sanguíneo (PLS) em dez homens treinados com idade entre 18 e 29 anos. A única diferença entre os métodos foi a montagem da sessão de exercícios, uma vez que, durante o MTC, os voluntários realizavam os exercícios alternados por segmento (tronco, membros superiores ou inferiores) em forma de estações, enquanto que, durante o método tradicional, os exercícios foram realizados em três séries consecutivas para cada grupo muscular. Ambos os métodos seguiram a mesma sequência de oito exercícios com o mesmo trabalho total: 60% de 1RM, 24 séries/estações, 10 repetições e 60 segundos de intervalo de recuperação. A [La] foi coletada em repouso e a cada três séries para o método tradicional e a cada três estações para o MTC. Como resultado final, os maiores valores de PLS ocorreram no método tradicional (aproximadamente 12 mmol.L⁻¹) em relação ao MTC (aproximadamente 10 mmol.L⁻¹). Desta forma, especula-se que, dadas as características estruturais, o método tradicional apresenta maior produção local de lactato sanguíneo e menor remoção do mesmo devido às séries consecutivas.

Quanto a diferentes formas de realização do MTC, Skidmore *et al.*, (2012) compararam o PLS através do método tradicional (constituído de nove exercícios, sendo três estações com três ERs), método de circuito aeróbio (incluindo a cada três ERs uma passagem de dois minutos e 30 segundos de bicicleta ergométrica a 65% da frequência cardíaca máxima) e o método de circuito intervalado (incluindo a cada três ERs uma passagem de três minutos na bicicleta ergométrica com um *sprint* de 30 segundos). Todos os circuitos utilizaram os mesmos ER e um tempo de execução de aproximadamente 40 min. Ao final dos protocolos, foram observados maiores valores de PLS para o método de circuito intervalado (7,3 ± 0,3 mmol.L⁻¹) em relação ao método tradicional (3,9 ± 0,2 mmol.L⁻¹) e ao método de circuito aeróbio (4,5 ± 0,3 mmol.L⁻¹).

Na revisão de literatura, nenhum artigo foi encontrado relacionando o lactato sanguíneo em plataformas instáveis. Dessa forma, o comparativo entre métodos de treinamento circuitado em plataformas estáveis e instáveis referentes às concentrações de lactato sanguíneo é uma lacuna a ser estudada.

2.3. EXERCÍCIO RESISTIDO E PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO

Tradicionalmente, a percepção subjetiva do esforço (PSE) é entendida como a integração de sinais periféricos (músculos e articulações) e centrais (ventilação) que, interpretados pelo córtex sensorial, produzem a percepção geral ou local do empenho para a realização de uma determinada tarefa (BORG, 1982). É uma escala que reflete a interação das respostas fisiológicas com a percepção psicológica, com o objetivo de poder classificar um determinado esforço. A PSE é um parâmetro subjetivo que considera informações provenientes do meio intrínseco e extrínseco, logo, quanto maior a frequência destes sinais, maior é a intensidade da percepção física do esforço (GARBER *et al.*, 2011). No entanto, essas escalas não foram elaboradas com o objetivo específico de avaliar as intensidades do ER.

Sendo assim, na tentativa de atribuir as sensações relacionadas ao esforço no ER, foi criada uma escala designada de OMNI-RES para a avaliação da PSE. Essa escala apresenta como diferencial os descritores visuais, além de uma descrição escalonada com valores numéricos e respectiva quantificação (ROBERTSON *et al.*, 2003). Robertson *et al.*, (2003) formularam a classificação de zero a 10 pontos, em que zero é o equivalente a nenhum movimento e 10 um esforço muscular máximo. Atualmente, o *American College Sports of Medicine* recomenda que o sujeito perceba o esforço entre sete e oito pontos, o que corresponderia a 60-70% de 1RM, ou seja, um esforço vigoroso que possibilitaria ajustes benéficos à saúde. Essa escala apresenta relação forte e significativa com a intensidade e o volume do treinamento (LAGALLY e ROBERTSON, 2006; LAGALLY *et al.*, 2002; SHIMANO *et al.*, 2006).

Através da manipulação das diferentes variáveis do ER, alguns estudos têm relacionado o aumento da PSE com o concomitante aumento dos sinais eletromiográficos da musculatura ativa (LAGALLY *et al.*, 2004), das respostas hormonais (MCGUIGAN, EGAN e FOSTER, 2004) e das concentrações de lactato sanguíneo (ROBERTSON *et al.*, 2003). A escala OMNI-RES vem sendo utilizada no ER com diferentes percentuais de carga de treinamento (PRITCHETT *et al.*, 2009), número de repetições máximas e exercícios monoarticulares vs. multiarticulares (TIBANA *et al.*, 2011), intervalo de recuperação entre as séries (DA SILVA *et al.*, 2012), velocidade de execução do movimento (SILVA *et al.*, 2009), ordem dos exercícios (MONTEIRO, SIMÃO e FARINATTI, 2005; SIMAO *et al.*, 2007), métodos de treinamento (SKIDOMORE *et al.*, 2012) e, mais recentemente, relacionado à

superfície de apoio nos ERs(PANZA *et al.*, 2014). Contudo, é fundamental que se possa compreender de que maneira a PSE se comporta através da manipulação das variáveis no ER.

Skidmore *et al.*, (2012) compararam a PSE através do MTC tradicional (constituído de nove exercícios, sendo três estações com três ERs), MTC aeróbio (incluindo a cada três ERs uma passagem de dois minutos e 30 segundos de bicicleta ergométrica a 65% da frequência cardíaca máxima) e o MTC intervalado (incluindo a cada três ERs uma passagem de três minutos na bicicleta ergométrica com um *sprint* de 30 segundos). Todos os circuitos utilizaram os mesmos ERs e um tempo de execução de aproximadamente 40 minutos. Ao final dos protocolos, foram observados maiores valores da PSE para o MTC intervalado em relação ao MTC aeróbio ($p < 0,001$) e ao MTC tradicional ($p < 0,001$).

Em relação às PIs, foram encontrados alguns estudos, dentre eles podemos citar o estudo de Marshall e Murphy (2006b), do qual participaram 14 indivíduos treinados realizando o supino reto a 60% de 1RM na PI (bola suíça) e na PE (banco reto). A PSE foi verificada após cada série utilizando a escala de Borg e, como conclusão, os autores encontraram uma PSE significativamente maior no exercício realizado na PI.

Os mesmos autores acima, em um segundo estudo, encontraram maior PSE nos exercícios *push-ups doubleleg*, ambos na bola suíça em comparação com as PEs(MARSHALL e MURPHY, 2006a). Em contrapartida, Panza *et al.*, (2014) compararam a PSE no supino reto no banco horizontal e na bola suíça em dez homens recreacionalmente treinados. Foi realizada apenas uma série a 80% de 1RM até a fadiga muscular sendo utilizada a escala de OMNI-RES. Os resultados não mostraram diferenças significativas entre as mesmas, tendo como limitação do estudo o pequeno número amostral. Os autores sugerem que outros experimentos devam ser feitos com PI e PSE devido à maior dificuldade de execução dos exercícios e possivelmente uma maior percepção de esforço.

Na revisão de literatura, nenhum artigo foi encontrado nos ERs relacionando a PSE no MTC em diferentes plataformas de instabilidade. Dessa forma, é preciso realizar outras investigações para ter ciência se o comportamento da PSE é de forma similar ao treinamento tradicional relacionado às plataformas estáveis.

2.4. EXERCÍCIO RESISTIDO E PLATAFORMA INSTÁVEL

Os exercícios com peso livre são tradicionalmente realizados em plataforma estável (PE). Contudo, nos últimos anos, tem crescido a utilização de exercícios sobre plataforma instável (PI) em clubes, academias de ginásticas, prevenção e reabilitação osteomioarticulares,

treinamento esportivo e preparação física de atletas. O principal objetivo ou meta do treinamento sobre uma PI é diminuir os pontos de contatos do corpo com uma superfície sólida a fim de aumentar a instabilidade corporal e provocar a busca do equilíbrio através da região central do corpo (treinamento do *core*) (BEHM *et al.*, 2010).

É comum se observar, nos dias atuais, a execução de agachamento, desenvolvimento, rosca, bíceps e supino horizontal em discos de equilíbrio ou bolas suíças em academias de ginástica ou em ginásios esportivos. Há um número quase infinito de maneiras ou aparelhos que podem ser usados para provocar um ambiente de treinamento instável, dentre eles podemos destacar o *balance disk*, plataformas de equilíbrio, *TRX*, bola suíça, elásticos, *Bosu*, entre outros.

O exercício realizado em PI pode ser considerado um importante parâmetro para a reabilitação e condicionamento neuromuscular. Consequentemente, proporciona a melhoria da coordenação motora e do padrão de recrutamento neuromuscular (BEHM e COLADO, 2012). Durante a realização do treinamento, a instabilidade dos movimentos proporciona situações de risco às articulações. Assim, a ativação dos impulsos proprioceptivos, que são integrados em vários centros sensório-motores, regula automaticamente os ajustes na contração dos músculos posturais, mantendo o equilíbrio postural geral. Esse tipo de treinamento auxilia na maior ativação do sistema proprioceptivo em atividades estáticas e, principalmente, dinâmicas (KIM, KIM e CHUNG, 2014). Estudos recentes mostram a grande controvérsia que existe sobre o efeito do TR em plataformas instáveis comparados com as estáveis sobre os parâmetros de força muscular, atividade EMG, número de repetições máximas, velocidade de execução, potência, flexibilidade e equilíbrio.

Goodman *et al.*, (2008) investigaram as diferenças na força máxima dinâmica utilizando o exercício supino reto com halteres no banco estável e na bola suíça em treze indivíduos treinados. Os resultados não demonstraram diferenças significativas na força de 1RM entre as superfícies. Reforçando o estudo acima, Panza *et al.*, (2014) compararam o supino reto na barra livre nas mesmas plataformas de apoio, como resultados também não encontraram diferenças significativas quanto ao número de repetições máximas realizadas.

Entretanto, várias pesquisas encontraram a diminuição da produção de força dinâmica no ER supino reto em PI comparado ao banco estável (ANDERSON e BEHM, 2004; KOSHIDA *et al.*, 2008; SAETERBAKKEN e FIMLAND, 2013a). Behm, Anderson e Curnew (2002) descobriram uma perda de força isométrica de quadríceps e flexores plantares quando comparada a PE através da atividade EMG. Segundo Marinkovic *et al.*, (2012) as diferenças na força máxima de 1RM no supino reto (bola e banco) e no agachamento (bosu e

solo) após oito semanas de treinamento (50% de 1RM) não são mais eficazes para melhorar a força muscular máxima de indivíduos inexperientes, quando comparado a exercícios em PE, embora a força de 1RM tenha aumentado em ambas as condições.

Maté-Muñoz *et al.*, (2014) realizaram um estudo durante sete semanas com uma frequência semanal de três vezes. Foram analisadas, em vinte e seis homens destreinados, as variáveis de força, potência, velocidade de execução e capacidade de salto através dos métodos de treinamento de circuito, tradicional e com instabilidade (*Bosu* e *TRX*). Apesar das melhorias, não foram detectadas diferenças significativas nas variáveis pós-treino registradas para os dois grupos experimentais. Estes dados indicam que um programa de treinamento em circuito, utilizando plataformas de instabilidade é tão eficaz em homens destreinados como um programa executado em PE para melhorar a força (1RM), potência, velocidade de execução e capacidade de salto.

A relação da força muscular comparada em plataformas estáveis e instáveis parece ainda ser bastante controversa. A realização de exercícios de forma circuitada em diversos tipos de plataformas pode contribuir a elucidar algumas dúvidas.

2.5. EXERCÍCIO RESISTIDO E ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA

A eletromiografia é uma técnica capaz de identificar as manifestações da função muscular mediante a análise do sinal elétrico emanado dos músculos (BASMAJIAN, 1973), sendo frequentemente utilizada nos campos da saúde para inúmeras finalidades. Dentre elas, podemos destacar a verificação dos efeitos e especificidades de um determinado exercício e/ou treinamento físico na função neuromuscular (GABRIEL, KAMEN e FROST, 2006).

Um dos estudos de Anderson e Behm (2004) apresentou como objetivo verificar as diferenças de produção de força e da atividade eletromiográfica (EMG) dos músculos peitoral maior, deltoide anterior, tríceps, grande dorsal e reto abdominal para contrações isométricas e dinâmicas em plataformas estáveis (banco) e instáveis (bola suíça). Dez homens saudáveis realizaram o supino reto em ambas as plataformas, cinco segundos no exercício isométrico e duas repetições no exercício dinâmico ambos trabalhando a 75% da força máxima. A produção de força isométrica máxima na PI foi de 59,6% inferior comparado com a PE. No entanto, não houve diferença significativa na atividade EMG entre os protocolos estável e instável. A maior atividade EMG foi detectada na contração concêntrica vs. excêntrica ou isométrica. O desequilíbrio associado ao ER sobre uma PI pode obrigar a musculatura dos membros a desempenhar um papel fundamental na estabilidade articular.

Posteriormente, Goodman *et al.*, (2008) compararam a atividade EMG da parte superior do tronco no mesmo ER e plataformas de apoio. Após a familiarização, treze indivíduos foram submetidos a testes de força de 1RM tanto em PE como em PI. Os resultados mostraram que não houve diferença na ativação muscular em ambas as plataformas. Além disso, não houve diferença na amplitude de movimento do cotovelo entre as duas situações. Estes resultados não suportam a ideia de que os ER realizados em uma PI são mais eficazes do que exercícios tradicionais estáveis.

Uribe *et al.*, (2010) tiveram como objetivo comparar a atividade EMG da PE (banco) e PI (bola suíça) nos exercícios supino reto e desenvolvimento sentado com halteres. Dezesesseis homens saudáveis realizaram os testes de 1RM em ambos os ER apenas sobre a PE. Após 48 horas do teste de 1RM, os sujeitos voltaram a realizar três repetições a 80% de 1RM nos dois exercícios. Os resultados mostraram não haver diferenças significativas na ativação muscular entre os tipos de plataformas para o deltoide anterior, peitoral maior e reto abdominal. Isto sugere que o uso de uma PI não aumenta nem mesmo diminui a atividade EMG relacionado às condições estáveis.

Saeterbakken e Fimland (2013a) compararam a atividade EMG das musculaturas do tronco e dos membros superiores em 6RM no supino reto com barra no banco, bola Suíça e *balance disk*. Em relação ao banco, a atividade EMG do peitoral maior foi aproximadamente 90% usando o *balance disk* ($p=0,08$) e 81% usando a bola suíça ($p=0,006$); quanto ao tríceps, foi de aproximadamente 79% usando o *balance disk* ($p=0,028$) e 69% usando a bola suíça ($p=0,002$). Em relação ao *balance disk*, a atividade EMG do peitoral, tríceps e eretor da espinha usando a bola suíça foram aproximadamente de 89% ($p=0,016$), 88% ($p=0,014$) e 80% ($p=0,02$), respectivamente. No reto abdominal, a atividade EMG relativa à bola suíça foi de aproximadamente 69% usando o banco ($p=0,042$) e 65% usando o *balance disk* ($p=0,046$). Quanto ao oblíquo externo, deltoide anterior e ao bíceps braquial, a atividade EMG foi similar em todas as condições. Uma informação importante desse artigo foi a utilização de diferentes cargas máximas em cada situação analisada.

A investigação de Snarr e Esco (2013) teve como objetivo a comparação da atividade EMG do peitoral maior, deltoide anterior e tríceps braquial nos exercícios flexão de braço no solo e flexão de braço no TRX. Homens e mulheres através de quatro contrações dinâmicas utilizando apenas o peso corporal obtiveram em todas as musculaturas analisadas uma maior atividade EMG na PI (TRX) em relação ao solo. Logo, esta variação utilizando fita de suspensão pode ser bastante utilizada nas academias de ginásticas devido à sua maior ativação muscular.

Analisando diferentes musculaturas dos estudos citados acima, Anderson e Behm (2005) investigaram a atividade EMG das musculaturas do tronco, vasto lateral, bíceps femoral e sóleo no exercício agachamento realizado na máquina Smith, com o peso livre e sobre dois *balance disk*. Quatorze homens realizaram 10 repetições nas diferentes plataformas de apoio no exercício agachamento. O *balance disk* provocou maior atividade EMG nas musculaturas do tronco e do sóleo quando comparado aos outros métodos. No vasto lateral, teve diferença significativa apenas do peso livre (maior) em relação ao Smith (menor). Quanto ao bíceps femoral, não obteve resultados significativos. Uma limitação desse estudo foi a utilização de diferentes percentuais de carga nos três métodos de treinamento.

Utilizando o agachamento livre e o agachamento na máquina Smith, Schwanbeck; Chilibeck e Binsted (2009) realizaram um estudo com seis homens treinados executando uma série de oito RM. Encontrou-se como resultado significativo uma maior atividade EMG no peso livre para o sóleo, vasto lateral e bíceps femoral, porém, em todas as demais musculaturas analisadas, não foi revelada uma maior ativação muscular no peso livre em relação à máquina.

Mcbride, Cormie e Deane (2006) desenvolveram um estudo com o objetivo de comparar a atividade EMG nas musculaturas do sóleo, vasto lateral, vasto medial e bíceps femoral durante a contração máxima isométrica no exercício agachamento livre no solo e no *balance disk*. A atividade EMG foi significativamente superior na PI para o vasto lateral e vasto medial, entretanto não encontraram valores significativos para as demais musculaturas analisadas.

Ainda em relação aos membros inferiores, Saeterbakken e Fimland, (2013b) investigaram a atividade EMG no agachamento livre no solo e em diferentes PIs (*Power board*, *Bosu* e *balance cone*). Quinze homens realizaram contração isométrica máxima nessas diferentes plataformas de apoio para a análise EMG das musculaturas do tronco e dos membros inferiores. Apenas o reto femoral teve uma maior atividade EMG na PE em relação às PIs, entretanto a atividade EMG no reto femoral foi menor utilizando o *balance cone* em relação ao *Bosu*. Para o sóleo, houve uma tendência de maior atividade EMG no *Bosu* em relação a PE. Para as demais musculaturas (vasto medial, vasto lateral, bíceps femoral, reto abdominal, oblíquo externo e eretor da espinha), não foram encontradas diferenças significativas entre as plataformas de apoio.

A maioria dos estudos citados, com exceção da pesquisa de Saeterbakken e Fimland (2013a), não utilizou testes de força específicos para cada plataforma. Além disso, nenhum dos estudos analisou 15RM para a determinação da carga de treino analisando a atividade

EMG em PIs. Portanto, a literatura necessita de novos estudos analisando diferentes grupamentos musculares, número de repetições máximas e testes de força específicos comparando plataformas estáveis e instáveis.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1.ARTIGO 1: EFEITO AGUDO DO EXERCÍCIO RESISTIDO NO MÉTODO DE TREINAMENTO CIRCUITADO EM PLATAFORMAS ESTÁVEL E INSTÁVEL SOBRE O CUSTO ENERGÉTICO, PICO DO LACTATO SANGUÍNEO E PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO

3.1.1. Resumo

O uso das plataformas instáveis (PI) nos exercícios resistidos tem tido grande aceitação pelos seus praticantes, porém são inexistentes na literatura, estudos que comparam o efeito de diferentes variáveis sobre o método de treinamento circuitado (MTC) em relação às plataformas estáveis (PE). A proposta do estudo foi comparar o efeito agudo do exercício resistido no MTC em PE e PI sobre o custo energético (CE), pico do lactato sanguíneo (PLS) e percepção subjetiva do esforço (PSE). Vinte homens saudáveis ($24,65 \pm 3,48$ anos, $1,79 \pm 0,08$ m, $80,61 \pm 9,14$ Kg e $11,86 \pm 3,49$ % de gordura) com experiência prévia em treinamento resistido ($6,25 \pm 4,61$ anos) participaram de sete sessões. (1^a) Familiarização nas PI e avaliações antropométricas, (2^a a 5^a) teste e reteste de 15RM em PE e PI (randomizados), (6^a e 7^a) MTC em ambas as plataformas (randomizados). Durante os circuitos executaram uma série de 15 repetições a 80% de 15RM nos exercícios supino reto, agachamento livre, remada curvada, stiff, desenvolvimento por trás, extensão de cotovelo e flexão de cotovelo. A coleta do CE aconteceu em repouso, durante os circuitos e na recuperação por meio da calorimetria indireta. O PLS foi coletado em repouso e na recuperação. A PSE foi medida na recuperação. O CE total foi maior em PI vs. PE ($70,7 \pm 10,0$ vs. $66,6 \pm 7,8$ kcal; $p = 0,01$), assim como a PSE total ($8,1 \pm 0,9$ vs. $7,6 \pm 1,3$; $p = 0,02$). Já o PLS foi maior em PE vs. PI ($13,6 \pm 2,6$ vs. $12,5 \pm 1,9$ mmol⁻¹; $p = 0,05$). O uso das PI no MTC provocaram superior CE e PSE, porém inferiores valores para o PLS quando comparado as PE. Logo, esse método é uma excelente alternativa para os indivíduos que buscam uma maior demanda energética nos exercícios resistidos.

Palavras chave: treinamento de força; instabilidade; custo energético; percepção do esforço.

3.1.2. Abstract

The use of unstable surfaces (US) in resistance exercises has had great acceptance by its practitioners, but the literature lacks studies comparing the effect of different variables on the circuit training method (CTM) in relation to stable surfaces (SS). The study proposal was to compare the acute effects of resistance exercise in the CTM on SS and US on energy cost (EC), peak blood lactate (PBL) and perceived exertion (PE). Twenty healthy men (24.65 ± 3.48 years old, 1.79 ± 0.08 m, 80.61 ± 9.14 kg and $11.86 \pm 3.49\%$ fat) with previous experience in resistance training (6.25 ± 4.61 years) participated in seven sessions. (1st) familiarization on US and anthropometric assessments (2nd to 5th) test and rest of 15RM on the SS and US (randomized), (6th and 7th) CTM on both surfaces (randomized). During the circuits, they performed a series of 15 repetitions at 80% of 15RM in the bench press, free squats, bent over barbell rows, stiff, behind the neck presses, elbow extension and elbow flexion. The collection of EC happened with subjects at rest, during the circuits and the recovery was through indirect calorimetry. The PBL was collected at rest and during recovery. PE was measured during recovery. The total EC was higher on the US vs. SS (70.7 ± 10.0 vs. 66.6 ± 7.8 kcal, $p = 0.01$), and total PE (8.1 ± 0.9 vs. 7.6 ± 1.3 ; $p = 0.02$). PBL, on the other hand, was higher on the SS vs. US (13.6 ± 2.6 vs. 12.5 ± 1.9 mmol⁻¹, $p = 0.05$). The use of US in the CTM resulted in higher EC and PE, but lower values for the PBL compared to the SS. Therefore, this method is a great alternative for individuals seeking greater energy demand in resistance exercises. Therefore, this method is a great alternative for individuals seeking greater energy demand in resistance exercises.

Keywords: strength training; instability; energy cost; perceived exertion.

3.1.3. Introdução

Estudos têm demonstrado a eficácia do exercício resistido (ER) em proporcionar uma elevação do custo energético (CE) durante e principalmente após os exercícios (HUNTER *et al.*, 1998; BINZEN, SWAN e MANORE, 2001; HADDOCK e WILKIN, 2006; DA SILVA, BRENTANO e KRUEL, 2010). Os experimentos tem demonstrado que durante o ER, o CE varia de acordo com determinados fatores relacionados à metodologia de treinamento e ao uso

de equipamentos complementares (PINTO, LUPI e BRENTANO, 2011; PANZA *et al.*, 2014), dentre eles podemos citar os exercícios realizados em plataformas de instabilidade (PANZA *et al.*, 2014) e o método de treinamento circuitado (MTC)(DA SILVA, BRENTANO e KRUEL, 2010; KELLEHER *et al.*, 2010).

Os artigos envolvendo as plataformas instáveis (PI) no ER se limitaram a avaliar e descrever os efeitos das mesmas em relação ao trabalho produzido, principalmente quanto ao MTC, uma vez que, na sua maioria avaliaram apenas os exercícios isoladamente. Recentemente, Panza *et al.*, (2014) encontraram um CE superior no exercício supino reto na bola suíça em comparação ao mesmo exercício no banco reto a 80% de uma repetição máxima (1RM) ($p = 0,02$). No caso da PI, acredita-se que o sistema neuromuscular é mais exigido do que na plataforma estável (PE) tradicional, pois aumentam a ativação dos músculos estabilizadores do tronco (KOHLENER, FLANAGAN e WHITING, 2010). Isto representaria um estresse adicional ao sistema musculoesquelético, podendo gerar um incremento do CE. Da mesma forma o MTC conceberia um maior volume de treino e menor intervalo de recuperação no ER, visto que, esses fatores são primordiais para aumentar o CE (PICHON *et al.*, 1996; ALCARAZ *et al.*, 2011; REIS *et al.*, 2011). Não existem evidências de que a intensidade (aumento no percentual da carga e/ou velocidade de execução) no MTC possa alterar o CE em uma sessão de treino, nem tão pouco com o uso de plataformas de instabilidade.

A intensidade no exercício resistido também pode ser mensurada através do pico de lactato sanguíneo (PLS) (KIM *et al.*, 2014 e WIRTZ *et al.*, 2014). Aniceto *et al.*, (2013) compararam o efeito agudo do MTC com o método tradicional sobre o CE e o PLS em dez homens treinados. O CE foi similar em ambos os protocolos exceto para o CE anaeróbio que foi maior no método tradicional, juntamente com o PLS devido às séries consecutivas e a superior produção local de lactato. Skidmore *et al.*, (2012) compararam o efeito agudo do PLS em três diferentes MTC com onze mulheres. Os resultados foram significativamente superiores no circuito com intervalos aeróbios entre os exercícios resistidos em relação ao circuito tradicional. A medida comparativa do PLS em diferentes plataformas de instabilidade em MTC é ainda uma lacuna no conhecimento.

A inclusão das PI durante o ER pode alterar além do CE e PLS, a percepção subjetiva de esforço (PSE) devido ao grau de desequilíbrio gerado ao corpo. Marshall e Murphy (2006ab) em suas pesquisas encontraram maior PSE nos exercícios realizados na bola suíça em comparação com a PE através da escala de Borg. Em contrapartida, o estudo de Panza *et al.*, (2014) não resultaram em diferenças significativas na resposta da PSE no exercício supino

reto na bola suíça e no banco através da escala de OMNI-RES. Ressalta-se que os estudos citados acima verificaram o efeito agudo em um único exercício resistido.

As diversas possibilidades de organização do treino e a utilização de diferentes plataformas de instabilidade podem acarretar um incremento do CE nos exercícios resistidos. Essa implicação pode ser mais uma ferramenta auxiliar para os profissionais da área. Portanto, o presente estudo tem como objetivo comparar o efeito agudo do exercício resistido no MTC em PE e PI sobre o CE, PLS e PSE. A hipótese da pesquisa foi que o CE, PLS e PSE durante o MTC realizado em PI seria superior em relação ao MTC em PE.

3.1.4. Métodos

Resumo experimental

O protocolo experimental foi realizado em PE e PI através do MTC na seguinte ordem: 1) supino reto no banco e na “Fit Ball Pretorian Professional Performance[®]”, 2) agachamento livre no solo e sobre dois *balance disk* “Pretorian Professional Performance[®]”, um em cada pé, 3) remada curvada pronada no solo e sobre o *Bosuball[®]*, 4) Stiff no solo e sobre dois *balance disk*, um em cada pé, 5) desenvolvimento por trás no banco e na *Fit Ball*, 6) extensão de cotovelo no solo e sobre o *Bosuball[®]*, 7) flexão de cotovelo no solo e sobre dois *balance disk*, um em cada pé.

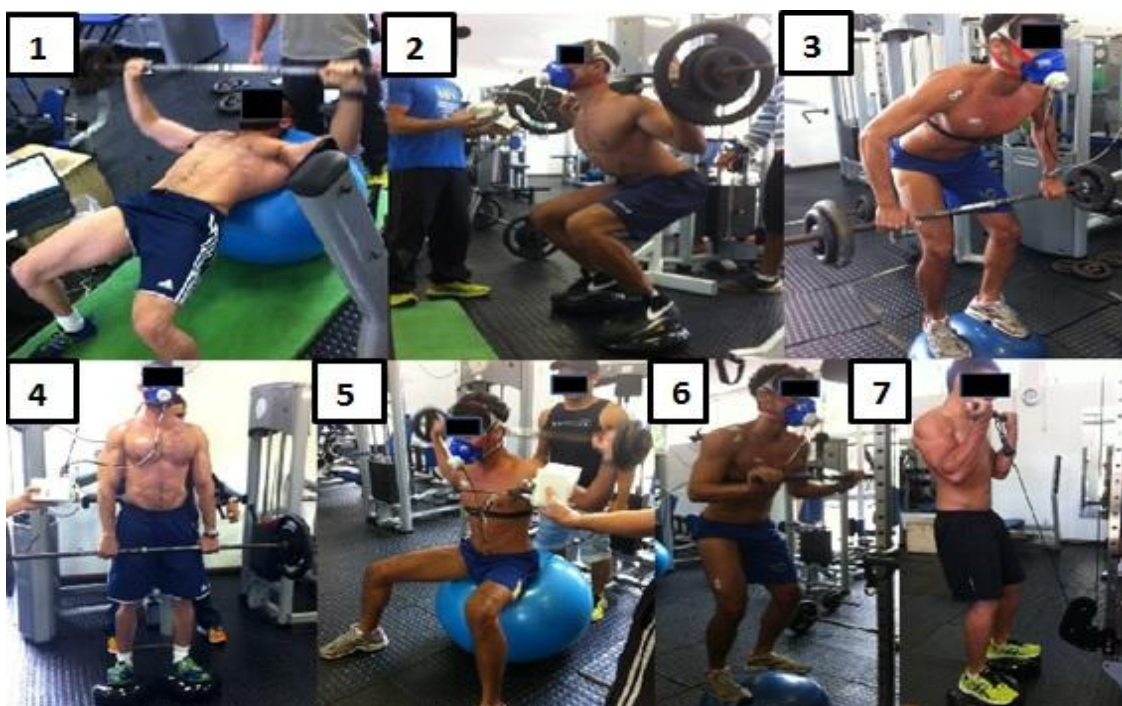


Figura 1: Sequência dos exercícios resistidos no método de treinamento circuitado em plataformas instáveis.

Sujeitos

Vinte homens saudáveis ($24,65 \pm 3,48$ anos, $1,79 \pm 0,08$ m, $80,61 \pm 9,14$ Kg e $11,86 \pm 3,49$ % de gordura) com experiência prévia em ER ($6,25 \pm 4,61$ anos) participaram do estudo. A amostra foi selecionada de forma não-probabilística adotando como critérios de inclusão homens com idade entre 19 a 30 anos, não ter sofrido algum tipo de lesão osteomioarticular, responder negativamente a todos os itens do *PhysicalActivityReadinessQuestionnaire* / PAR-Que ser praticantes do ER há mais de doze meses. Foram excluídos da amostra os sujeitos que fizessem o consumo de medicamentos, bebidas alcoólicas e/ou fumo, apresentassem algum relato de doença e/ou agravante osteomuscular e tivesse experiência prévia em ER com PI. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Juiz de Fora através do Parecer nº 204.521 / 2013. Todos os indivíduos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde.

Procedimentos

Na primeira sessão, após a mensuração das variáveis antropométricas os indivíduos foram submetidos a uma série de familiarização nas PI, no qual executavam três séries de 15 repetições a aproximadamente 60% do esforço máximo percebido para serem orientados quanto à coordenação motora e ritmo do movimento. Na segunda, terceira, quarta e quinta sessão os voluntários foram submetidos aos testes e retestes de força de 15RM em ambas as plataformas (BACURAU *et al.*, 2009). Na sexta e sétima sessão foi realizada as coletas do CE, PLS e PSE através do MTC em ambas as plataformas, ilustrado na Figura 2. Foi executada uma série de 15 repetições em cada exercício do MTC a 80% de 15RM e com intervalo de descanso entre os exercícios sendo apenas o período de deslocamento dos voluntários. O ritmo do metrônomo foi fixado em 40 bpm (20 repetições por minuto) para todas as contrações musculares e o tempo total dos circuitos foi de sete minutos e vinte e cinco segundos em ambas as plataformas. Todas as sessões tiveram um intervalo mínimo de 24h e máximo de 72h entre as mesmas de forma randomizada quanto às plataformas de apoio. Os testes foram sempre acompanhados por um profissional de Educação Física, no qual realizou a segurança necessária para a execução dos exercícios, avaliou a técnica correta de movimento e o ritmo dos mesmos.

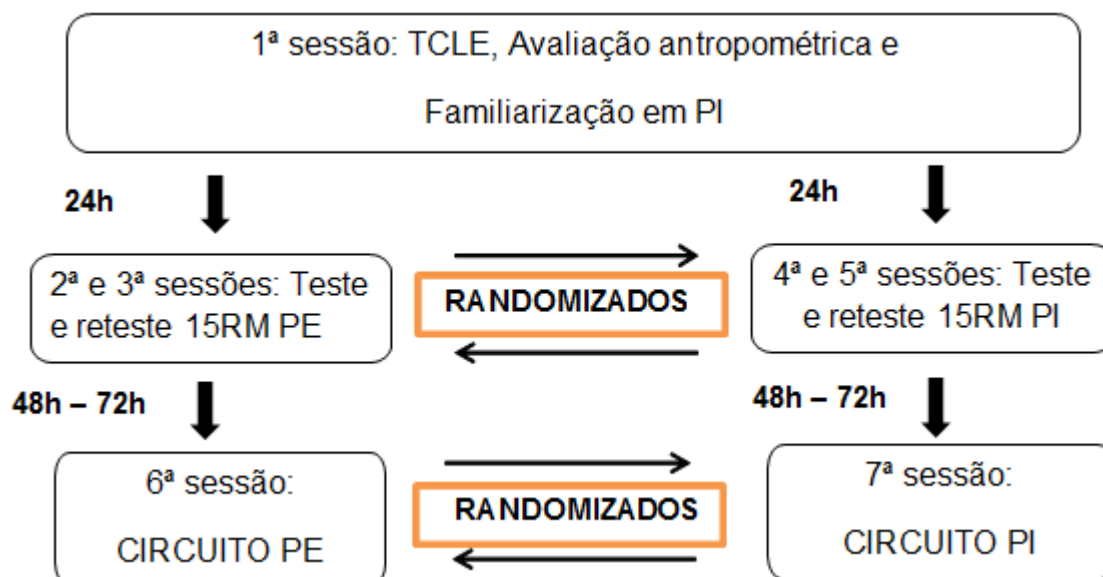


Figura 2: Um resumo do estudo

Teste de força de 15RM

Utilizou um limitador de amplitude movimento para determinar as posições iniciais e finais de cada exercício. Após a obtenção da carga para o primeiro exercício, um intervalo de dez minutos foi adotado antes de passar para o exercício seguinte. A ordem de execução dos exercícios foi a mesma do MTC como mostrado na Figura 1.

Visando reduzir a margem de erro no teste de 15RM foram adotadas as seguintes estratégias: familiarização antes do teste deixando o avaliado ciente da rotina de coleta de dados; instruções sobre as técnicas de execução e velocidade dos exercícios (metrônomo EMT-888 Tuner[®] sendo um segundo fase concêntrica e dois segundos fase excêntrica, ou seja, 40 bpm = 20 repetições por minuto); utilização de estímulos verbais e os pesos foram previamente aferidos em balança de precisão. A carga usada para a determinação de 15RM foi conseguida através da utilização de barras e anilhas da “*Righetto Fitness Equipment*”[®] de 2kg, 5kg, 10kg, 15kg, 20kg e 25kg.

A aplicação do reteste teve o objetivo de aferir a confiabilidade da carga. Foi considerado o maior peso obtido em ambos os dias (teste e reteste) com diferença menor que 5%. No caso de diferença maior, os sujeitos deveriam comparecer ao local do teste mais uma vez a fim de realizar um novo teste, para cálculo da diferença entre as sessões.

Coleta do CE, PLS, carga total levantada e PSE

As frações expiradas de oxigênio, dióxido de carbono e da ventilação foram mensuradas usando um sistema computadorizado com medida respiração a respiração (K4b2, Cosmed[®], Srl- Itália), permitindo o cálculo das variáveis ventilatórias: VE, VO₂, VCO₂, dos equivalentes ventilatórios (VE / VO₂, VE / VCO₂) e do quociente respiratório (R = VCO₂ / VO₂). Antes de cada teste o aparelho foi calibrado com cilindro de gás contendo concentrações de gases conhecidas. A medida do consumo de oxigênio foi coletada em repouso (dez minutos) com os voluntários posicionados em decúbito dorsal, durante todo o MTC e na recuperação (dez minutos) com o mesmo posicionamento corporal do repouso. O CE aeróbio foi calculado pela seguinte fórmula: CE aeróbio = (((VO₂ médio do circuito x Peso Corporal) / 1000) x 4,686) x tempo do circuito. O CE anaeróbio foi calculado através do excesso do consumo de oxigênio pós-exercício (EPOC) com a fórmula: CE anaeróbio (EPOC) = (((tau/60) x delta VO₂) / 1000) x 4,686. Sendo tau a constante de tempo da curva monoexponencial que representa a recuperação do VO₂ após o exercício. O tau representa o ponto na curva em que o VO₂ atinge 63% do valor de pico, ou seja, é o tempo que leva para recuperar 63% do VO₂ pico. O delta VO₂ representa a diferença entre o VO₂ pico e o VO₂ final da recuperação. O CE total foi calculado pela seguinte fórmula: CE total = CE aeróbio + CE anaeróbio.

O PLS foi obtido em repouso e imediatamente após o MTC com os indivíduos em decúbito dorsal. Retirou-se 25 micros litros de sangue capilar da falange distal do dedo indicador da mão esquerda dos indivíduos, para a determinação da concentração de lactato no sangue. A coleta iniciou-se imediatamente após o MTC e com medidas repetidas a cada 90 segundos até ser encontrado um valor máximo do PLS. Este valor máximo era considerado quando a medida seguinte apresentasse um valor inferior ao mesmo. Esse procedimento foi realizado através do analisador portátil *Accutrend Plus*[®].

O valor da carga total levantada foi obtido através do número de repetições (15) vezes a carga levantada.

A PSE foi registrada através da OMNI-RES (OMNI –*ResistanceExerciseScale*) desenvolvida por Robertson *et. al.*, (2003) para utilização específica em exercícios com pesos. A escala de percepção do esforço foi explicada aos voluntários e a coleta só foi realizada mediante a compreensão dos descritores visuais, além dos descritores numéricos e verbais da mesma. Foi pedido para cada avaliado apontar na escala um número que representasse o esforço da musculatura exercitada (fadiga periférica) e outro número, podendo ser o mesmo,

que representasse o esforço metabólico geral (fadiga central) imediatamente após a realização do MTC.

Os testes foram realizados no laboratório de musculação da Faculdade de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Juiz de Fora, sempre no período da manhã, com temperatura ambiente entre 20 e 25°C e umidade relativa do ar entre 45 e 60%.

Análise estatística

Para testar as diferenças no CE e PLS dos protocolos de exercício em PE e PI foi utilizado o teste t de Student pareado, uma vez que, atendeu o pressuposto de normalidade dos dados através do teste Kolmogorov-Smirnov com correção de significância de Lilliefors. As diferenças na PSE foram avaliadas pelo teste de Wilcoxon, devido esta variável não apresentar distribuição normal. Para testar correlações entre as variáveis contínuas, utilizou-se o teste de correlação de Pearson. O tamanho do efeito (TE) foi calculado pelo d de Cohen, através da fórmula: $(Média1 - Média2) / Desvio-Padrão_{médio}$, utilizando a classificação proposta por Rhea (2004). O cálculo amostral foi realizado no software G-POWER considerando a comparação de uma variável contínua (CE) entre duas amostras pareadas, utilizando nível de confiança de 95%, poder de 80% e TE de 0,70. Os resultados foram apresentados como média \pm desvio-padrão e intervalo de confiança de 95%. As análises foram feitas no software estatístico SPSS versão 20.0 (IBM Corp., Armonk, NY), sendo adotado nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

3.1.5. Resultados

Foi observado um CE significativamente superior no protocolo de exercícios realizados em PI quando comparado ao protocolo em PE. Os exercícios realizados com instabilidade promoveu maior CE aeróbio ($64,0 \pm 9,4$ vs. $60,9 \pm 6,9$ kcal; $p = 0,03$; TE = 0,38), CE anaeróbio ($6,7 \pm 1,8$ vs. $5,8 \pm 1,3$ kcal; $p = 0,04$; TE = 0,58) e consequentemente CE total ($70,7 \pm 10,0$ vs. $66,6 \pm 7,8$ kcal; $p = 0,01$; TE = 0,46) em relação ao exercício em PE – Figura 3.

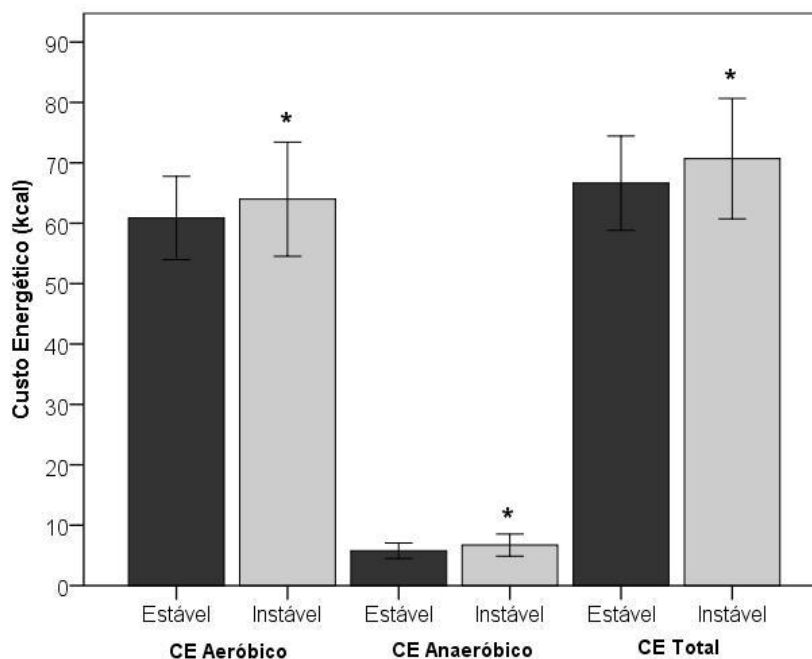


Figura 3: Média e desvio-padrão do custo energético (CE) aeróbico, anaeróbico e total de uma série do método de treinamento circuitado nos exercícios resistidos em plataformas estáveis e instáveis (n=20).

*diferenças significativas entre as plataformas ($p < 0,05$).

O VO_2 médio do circuito foi significativamente maior na realização dos exercícios em PI vs. PE ($23,4 \pm 2,6$ vs. $22,3 \pm 1,7$ ml/kg/min; $p = 0,05$; TE = 0,51) – Figura 4. O IC95% para a diferença entre as médias dos protocolos instável e estável foi de 0,4 a 5,8 kcal para o CE aeróbico, 0,1 a 1,8 kcal para o CE anaeróbico e de 1,2 a 6,9 kcal para o CE total. O tamanho do efeito observado para o CE foi de média magnitude (TE < 0,80). Não foram observadas diferenças significativas no $VO_{2\text{pico}}$ entre as sessões realizadas em PI vs. PE (2341 ± 420 vs. 2387 ± 337 ml/min, respectivamente; $p = 0,65$).

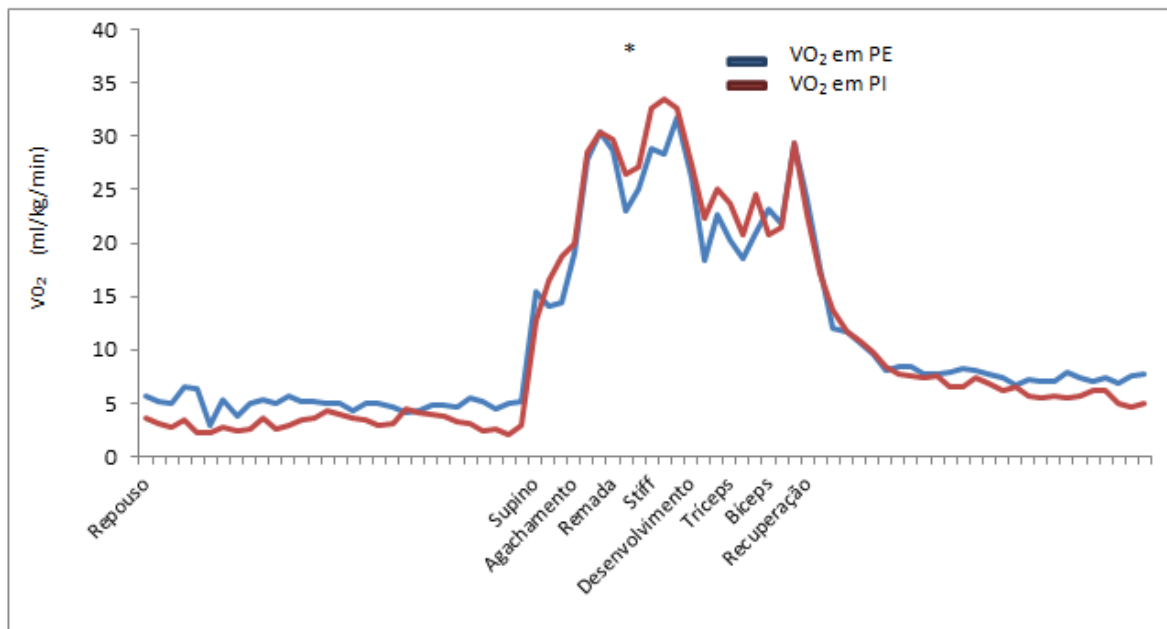


Figura 4: Média do volume de oxigênio em repouso, durante os métodos de treinamento circuitado e na recuperação em plataforma estável (PE) e plataforma instável (PI) (n=20).
*diferenças significativas entre as plataformas ($p < 0,05$).

O PLS no circuito realizado em PE foi superior, estatisticamente significativo quando comparado à PI ($13,6 \pm 2,6$ vs. $12,5 \pm 1,9$ $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$; $p = 0,05$; $\text{TE} = 0,49$) - Figura 5. O IC95% para a diferença entre as médias do PLS entre os dois protocolos foi de 0,03 a $2,4$ mmol^{-1} .

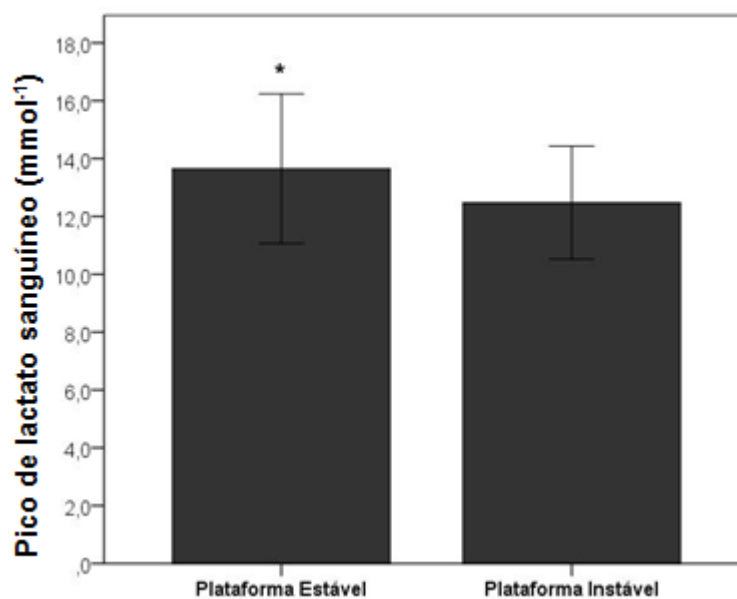


Figura 5: Média e desvio-padrão do pico de lactato sanguíneo após o método de treinamento circuitado realizado em plataforma estável e instável (n=20).
*diferenças significativas entre as plataformas ($p=0,05$).

A carga total levantada foi significativamente maior no circuito realizado em PE vs. PI ($402,2 \pm 48,9$ vs. $369,7 \pm 35,9$ Kg; $p < 0,001$). Na tabela 1 ilustra a média da carga de cada exercício em PE e PI. Porém, não foi observada relação entre a carga total e o PLS tanto na PE ($r = 0,34$; $p = 0,14$) quanto na PI ($r = 0,16$; $p = 0,51$).

Tabela 1: Média e desvio padrão dos valores das cargas totais levantadas (kg) em plataformas estáveis e instáveis (n=20).

	Plataforma estável	Plataforma instável
Supino reto	$66,2 \pm 10,1$	$64,2 \pm 8,5$
Agachamento livre	$84,3 \pm 18,6$	$70,3 \pm 10$
Remada curvada	$53,2 \pm 8,8$	$48,6 \pm 6$
Stiff	$67,3 \pm 12,4$	$59,7 \pm 9,8$
Desenvolvimento por trás	$34,5 \pm 4,6$	$30,1 \pm 3,2$
Extensão de cotovelo	$50,4 \pm 6,5$	$49,5 \pm 6,9$
Flexão de cotovelo	$48,2 \pm 6,7$	$47,4 \pm 7,3$

A PSE foi superior no circuito realizado em PI quando comparado à PE - Figura 6 (diferenças estatisticamente significativa). O exercício realizado com instabilidade promoveu maior PSE periférica ($8,5 \pm 1,1$ vs. $7,9 \pm 1,4$; $p = 0,02$), PSE central ($7,8 \pm 1,2$ vs. $7,3 \pm 1,4$; $p = 0,02$) e consequentemente, PSE total ($8,1 \pm 0,9$ vs. $7,6 \pm 1,3$; $p = 0,02$).

Não foi observada correlação estatisticamente significativa entre as variáveis CE, PLS e PSE ($p > 0,05$).

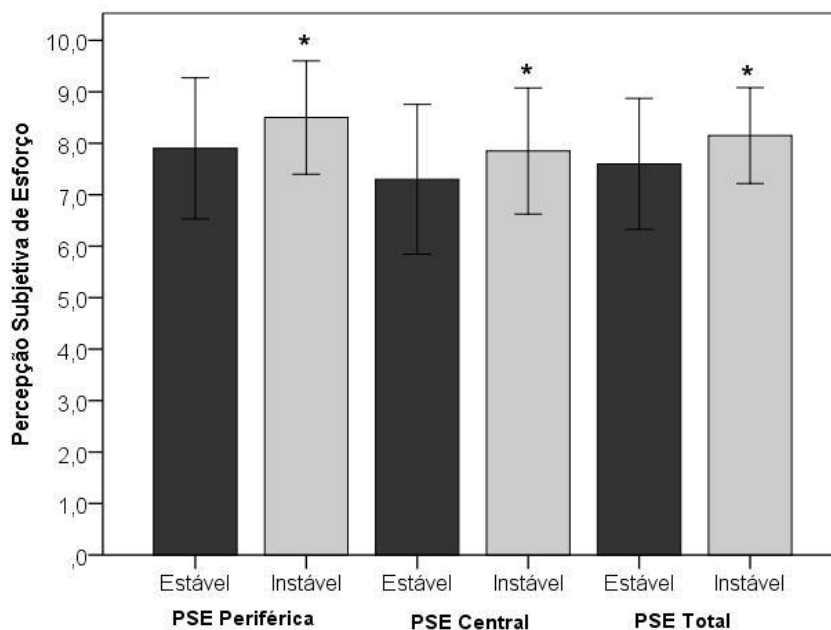


Figura 6: Média e desvio-padrão da percepção subjetiva de esforço após o método de treinamento circuitado realizado em plataforma estável e instável (n=20).
*diferenças significativas entre as plataformas (p=0,02).

3.1.6. Discussão

Este é o primeiro estudo que se propõe a comparar as diferenças do CE, PLS, e PSE nos exercícios resistidos através do MTC em diferentes PE e PI com homens praticantes regulares em ER. Os resultados confirmaram a hipótese de que a inclusão das PI para o protocolo do MTC iria provocar aumento das medidas do CE e PSE quando comparado com o mesmo método em PE. Porém, para o PLS não ocorreu o mesmo provavelmente devido às cargas totais levantadas na realização dos exercícios em PE serem superiores em relação as PI.

Pode-se observar que o CE aeróbio, anaeróbio, total e o VO_2 médio do circuito em PI foram superiores e estatisticamente significativo ao circuito em PE. Exercícios resistidos de altas intensidades podem requerem maior CE durante e/ou imediatamente após o exercício (HALTOM *et al.*, 1999). Devido à escassez de estudos comparando o CE e PI no MTC, vamos nos apoiar aos estudos de MTC em PE e às pesquisas de exercícios resistidos isolados em PI. Da Silva, Brentano e Kruehl (2010) investigaram se a ordem dos exercícios resistidos durante o MTC em PE influenciaria na magnitude do CE anaeróbio. Os protocolos consistiram em três séries de 12 repetições, com intensidade entre 50% a 55% de 1RM, sem intervalo entre as séries e com um tempo total de aproximadamente 23 minutos no circuito

tradicional (alternado por segmento), sendo o mesmo tempo no circuito de pré-exaustão (não alternado por segmento). Não foram encontradas diferenças significativas no CE anaeróbio do circuito tradicional ($34,6 \pm 29,7$ kcal) vs. o circuito de pré-exaustão ($34,7 \pm 28,1$ kcal). Tal resultado indica que a ordem dos exercícios não influencia na recuperação pós-exercício, porém a baixa intensidade utilizada no estudo pode ter influenciado a magnitude da carga de trabalho, além de uma pequena amostra de indivíduos destreinados em ER.

O estudo de Peinado *et al.*, (2011) quantificaram em homens e mulheres o CE (aeróbio e anaeróbio) e o PLS em oito exercícios resistidos através do MTC em PE. Foram realizados três séries em seis circuitos nas intensidades 30, 40, 50, 60, 70 e 80% de 15RM. Um total de três séries de 15RM com intervalo de dez segundos entre os exercícios e cinco minutos entre as séries. Encontraram diferenças significativas no CE aeróbio e no CE total (aeróbio e anaeróbio) em todas as intensidades, assim como entre os sexos ($p < 0,05$). Em relação à carga de 80% de 15RM acharam para os homens um CE total de $7,82 \pm 3,1$ kcal/min, valor inferior ao achado do presente estudo tanto em PE como em PI. O PLS nos homens a 80% de 15RM foi de $20,7 \pm 4,5$ mmol.L⁻¹, um resultado bem superior ao estudo atual, possivelmente devido ao maior número de séries realizadas (60 minutos de treinamento).

Um estudo semelhante de Lagally *et al.*, (2009) analisaram as mesmas variáveis da atual pesquisa através de um MTC utilizando apenas o peso corporal em homens e mulheres em PE. Foi encontrada uma média do CE da sessão do treino de $289 \pm 82,2$ kcal em 28 minutos de atividade, valor que relativamente se aproxima ao presente achado em PE ($66,6 \pm 7,8$ kcal) e PI ($70,7 \pm 10,0$ kcal) durante os sete minutos e vinte e cinco segundos. Já o VO₂ médio foi superior aos resultados do estudo $27,8 \pm 5,4$ ml/kg/min, provavelmente devido à inclusão de alguns exercícios com predominância aeróbia durante o MTC. Em relação ao PLS os autores encontraram um valor máximo de 6 mmol.L⁻¹, resultado inferior provocado possivelmente pela utilização apenas do peso corporal na execução dos exercícios. No presente estudo a inclusão de exercícios monoarticulares fez com que desenvolvessem um elevado nível de pressão intramuscular, restringindo assim o fluxo sanguíneo, e consequentemente aumentando a dependência do músculo ativo em relação ao metabolismo anaeróbio (GOTSHALK, BERGER, e KRAEMER, 2004; LAGALLY *et al.*, 2009).

O MTC se caracteriza principalmente pela ausência total ou pequena do intervalo de recuperação entre as séries, caracterizando um treinamento de alta intensidade. Aniceto *et al.*, (2013) ao compararem o efeito agudo do CE e PLS entre o MTC e o método tradicional (existência do intervalo de recuperação entre as séries) encontraram similaridade quanto ao CE total e aeróbio, entretanto o CE anaeróbio e PLS apresentaram resultados superiores no

método tradicional ($57,5 \pm 14,4$ kJ / aproximadamente 12 mmol.L^{-1}) em relação ao MTC ($51,7 \pm 15,4$ kJ / aproximadamente 10 mmol.L^{-1}). Esses achados podem ser justificados devido à manutenção do intervalo de 60 segundos entre as séries nas duas sessões de treino, sendo que a única diferença entre os protocolos foi à ordem dos exercícios no MTC (segmento alternado) em relação ao método tradicional (localizado por segmento). A utilização do intervalo no MTC do artigo citado acima, provavelmente pode ter contribuído para um menor CE anaeróbio e PLS ao contrário do ocorrido no presente estudo.

A aplicação de testes de carga para ambas às plataformas resultou em superiores cargas totais levantadas na PE em relação a PI, devido provavelmente a inexperiência da amostra em executar exercícios em superfícies instáveis. Mesmo a intensidade fixa a 80% de 15RM nos dois protocolos, não foi suficiente para gerar o mesmo efeito fisiológico em ambas as condições do estudo. O maior volume de carga total levantada pelos voluntários na PE produziu um maior PLS no MTC ($p < 0,001$).

Kohler, Flanagan e Whiting (2010) relataram que a ativação muscular em PI é superior a PE devido a maior participação dos músculos estabilizadores. Uma maior mobilização de massa muscular envolvida na execução de um determinado exercício físico pode acarretar um aumento no CE. O estudo de Panzaet *al.*, (2014) confirma tal hipótese ao encontrar um superior CE no supino reto realizado na bola suíça $26,6 \pm 5,9$ kJ comparado com o banco reto $20,7 \pm 4,2$ kJ ($p = 0,02$). Assim como no atual estudo, a amostra foi constituída de dez homens inexperientes em PI, porém não apresentaram uma diferença significativa na resposta da PSE nas PI vs. PE ($7,3 \pm 1,4$ vs. $6,6 \pm 1,8$ $p = 0,35$). Isto talvez possa ser explicado devido ao estudo ter investigado apenas um exercício resistido e apresentar um pequeno número amostral.

A PSE é uma variável utilizada para obter uma estimativa da intensidade do exercício e do grau de tolerância do sujeito em determinada ação (SKIDMORE *et al.*, 2012). A PSE central, muscular e total no presente estudo foi superior na PI em relação a PE, esse resultado está diretamente influenciada pela dificuldade dos indivíduos ao executar a tarefa, visto que os mesmos não apresentavam prática em ER com instabilidade. Corroborando com esses achados, Marshall e Murphy (2006b), realizaram em 14 indivíduos treinados o supino reto a 60% de 1RM na PI (bola suíça) e na PE (banco reto). A PSE foi verificada após cada série utilizando a escala de Borg e, como conclusão, os autores encontraram uma percepção de esforço significativamente superior no exercício realizado em PI ($p < 0,01$). Em outro estudo desses mesmos autores tiveram como resultado uma superior PSE nos exercícios *push-ups doubleleghold*, ambos na bola suíça em comparação com a PE (MARSHAL E MURPHY,

2006a). Observar-se que mesmo analisando exercícios resistidos isolados e utilizando a escala de Borg na coleta da PSE, os autores encontraram uma PSE superior nas PI.

O estudo de Lagally *et al.*, (2009) realizado somente em PE no MTC utilizando a escala de OMNI-RES encontraram um resultado inferior ($5,9 \pm 1,5$) em relação ao presente estudo, apresentando deste modo, um esforço caracterizado como “pouco difícil”, provavelmente pela ausência de carga nos exercícios do treinamento circuitado.

As limitações do estudo foram a inexistência da análise eletromiográfica durante o MTC, a falta de ancoragem da PSE e a não extrapolação dos dados para outras populações tais como sedentários, mulheres, idosos e atletas.

De acordo com o *American College of Sports Medicine* (ACSM) é recomendado o CE diário por atividade física entre 150 kcal a 400 kcal (GARBER *et al.*, 2011). Deste modo, os achados dessa pesquisa revelam que os praticantes de TR podem realizar três séries no MTC em aproximadamente 21 minutos e obterem um CE dentro do recomendável pelo ACSM tanto em PE quanto em PI, uma vez que, o tamanho do efeito encontrado foi de média magnitude ($TE < 0,80$). Portanto, a inclusão do MTC de alta intensidade em PI pode ser mais uma ferramenta para a população que busca uma maior demanda energética e possuem pouco tempo disponível para a prática de atividade física. Não deixando de enfatizar o benefício do método em PI devido à realização do mesmo ser com uma sobrecarga inferior e gerar um impacto metabólico superior em relação ao método das PE.

3.1.7. Conclusão

Os achados dessa pesquisa demonstraram que a inclusão das plataformas instáveis no método de treinamento circuitado acarreta um superior custo energético e percepção subjetiva do esforço quando comparado às plataformas estáveis. Entretanto, em relação ao pico de lactato sanguíneo encontrou resultados inferiores com a instabilidade. Todavia, novas investigações devem ser realizadas em diferentes amostras, principalmente com voluntários experientes em plataformas instáveis, com a utilização da mesma carga total levantada em ambos os protocolos e com um maior número de séries executadas para representar uma sessão de treino.

3.2 ARTIGO 2: ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA E FORÇA EM 15RM NOS EXERCÍCIOS RESISTIDOS EM PLATAFORMAS ESTÁVEL E INSTÁVEL

3.2.1. Resumo

A proposta do estudo foi comparar a atividade eletromiográfica (EMG) e a força em 15 repetições máximas (15RM) no supino reto (SR) e agachamento livre (AL) em plataforma estável (PE) e plataforma instável (PI). Dezenove homens saudáveis praticantes em treinamento de força ($24,65 \pm 3,48$ anos, $1,79 \pm 0,08$ m, $80,61 \pm 9,14$ Kg e $11,86 \pm 3,49$ % de gordura) participaram voluntariamente de cinco sessões de testes de forma randomizada. Os testes de 15RM foram realizados em ambas as plataformas, sendo utilizada a carga do mesmo para a análise EMG. Foram analisadas a EMG no músculo deltoide anterior e peitoral maior no SR (banco e bola suíça) e bíceps femoral e vasto lateral no AL (solo e *balance disks*). O valor da carga para o AL na PE foi significativamente superior em relação a PI ($83,9 \pm 18,67$ Kg vs. $70,3 \pm 10,07$ Kg, $p = 0,001$, TE = 0,94). No entanto, o exercício SR não resultou em diferenças significativas entre as plataformas ($66 \pm 10,15$ Kg vs. $64,2 \pm 8,63$ Kg, $p = 0,231$, TE = 0,19). Em relação às variáveis EMG, não foram observadas diferenças significativas no deltoide anterior ($0,52 \pm 0,13$ vs. $0,65 \pm 0,42$, $p = 0,06$, TE = 0,47), peitoral maior ($0,40 \pm 0,44$ vs. $0,30 \pm 0,21$, $p = 0,14$, TE = 0,31), bíceps femoral ($0,09 \pm 0,08$ vs. $0,08 \pm 0,06$, $p = 0,50$, TE = 0,14) e vasto lateral ($0,34 \pm 0,21$ vs. $0,34 \pm 0,22$, $p = 0,76$, TE = 0,00) em ambas as condições. É possível concluir que não houve diferença significativa entre as PI e PE para a EMG, porém na PE a carga para 15RM no AL foi significativamente superior. Portanto, plataformas instáveis podem produzir efeitos semelhantes às plataformas estáveis utilizando carga inferior.

Palavras chave: EMG, carga, supino reto, agachamento livre, instabilidade

3.2.2. Abstract

This study compared electromyographic (EMG) activity and strength during 15-maximum repetition (15RM) loads in bench press (BP) and free squat (FS) on a stable (SS) and an unstable surface (US). Nineteen healthy men (age 24.65 ± 3.48 years, 1.79 ± 0.08 m, 80.61 ± 9.14 kg and fat $11.86 \pm 3.49\%$) volunteered for five testing sessions. The 15RM tests were performed on both surfaces, and EMG analysis was performed. EMG activity was analyzed in the anterior deltoid and pectoralis major in BP and biceps femoris and

vastuslateralis in the FS. The load value for the FS on the SS was higher than on the US (83.9 ± 18.67 kg vs. 70.3 ± 10.07 kg, $p = 0.001$, $SE = 0.94$). No significant difference was observed between BP on either surface (66 ± 10.15 kg vs. 64.2 ± 8.63 kg, $p = 0.231$, $SE = 0.19$). For EMG, no significant differences were observed in the deltoid anterior (0.52 ± 0.13 vs. 0.65 ± 0.42 , $p = 0.06$, $SE = 0.47$), pectoralis major (0.40 ± 0.44 vs. 0.30 ± 0.21 , $p = 0.14$, $SE = 0.31$), biceps femoris (0.09 ± 0.08 vs. 0.08 ± 0.06 , $p = 0.50$, $SE = 0.14$), or vastuslateralis (0.34 ± 0.21 vs. 0.34 ± 0.22 , $p = 0.76$, $SE = 0.00$) between conditions. No significant difference was observed between the surfaces in EMG. On the SS, the 15RM load during FS was higher. Therefore, US can produce similar effects to those of SS using lower loads.

Key Words: EMG, load, bench press, free squat, instability.

3.2.3. Introdução

Nos últimos anos, as academias de ginástica voltadas para o *fitness* e condicionamento físico geral estão inserindo as plataformas instáveis (PI) na realização dos exercícios resistidos (ER), no qual os aparelhos tradicionais do treinamento resistido dividem espaço com algumas PI como a bola suíça, *Bosu*[®], *TRX*[®] *ebalance disks*. Em relação a PI, acredita-se que o sistema neuromuscular é mais exigido do que na plataforma estável (PE) tradicional, pois aumentam a ativação dos músculos estabilizadores do tronco (KOHLENER, FLANAGAN e WHITING, 2010). Entretanto, alguns estudos comparando a força muscular em PE e PI relataram controvérsias nos resultados (GOODMAN *et al.*, 2008; SAETERBAKKEN e FIMLAND, 2013b).

O supino reto é possivelmente o ER mais popular para os membros superiores entre os praticantes do treinamento resistido. Pesquisas recentes tem avaliado esse exercício em PE e PI (GOODMAN *et al.*, 2008; URIBE *et al.*, 2010; ANDERSON e BEHM, 2004; SAETERBAKKEN e FIMLAND, 2013a). Uribe *et al.*, (2010) reportaram uma atividade eletromiográfica (EMG) similar no deltoide anterior e peitoral maior em três repetições, a 80% de 1RM no banco e na bola suíça. Anderson e Behm (2004) relataram uma menor força isométrica na PI em aproximadamente 60% de 1RM, no entanto não houve diferença na atividade EMG do peitoral maior, deltoide anterior, tríceps braquial, latíssimo do dorso e reto abdominal no exercício supino reto realizado no banco e na bola suíça. Saeterbakken e Fimland (2013a) encontraram uma força inferior em 6RM na PI e atividade EMG similares nas musculaturas deltoide anterior, bíceps braquial e oblíquo externo, por outro lado no

tríceps e peitoral maior obteve atividade EMG superior na PE. Em contrapartida, Goodman *et al.*, (2008) mostraram não ocorrer diferenças tanto na força em 1RM do exercício supino reto no banco e na bola suíça, quanto na atividade EMG da porção externa do peitoral maior, deltoide anterior, latíssimo do dorso, oblíquo externo, tríceps e bíceps braquial.

O agachamento livre é um dos principais exercícios utilizado no treinamento resistido para membros inferiores (SAETERBAKKEN e FIMLAND, 2013b; MCBRIDE, CORMIE e DEANE, 2006; BEHM *et al.*, 2002). Saeterbakken e Fimland (2013b) investigaram a atividade EMG do reto femoral, vasto lateral, vasto medial, bíceps femoral, sóleo, reto abdominal, oblíquo externo e eretor da espinha no exercício agachamento livre no solo e em diferentes PI (*Power board*[®], *Bosu*[®] e *balance cone*[®]). Apenas o reto femoral teve uma maior atividade EMG na PE, para as demais musculaturas não foram encontradas diferenças entre as plataformas. McBride, Cormie e Deane (2006) relataram maior atividade EMG do vasto lateral e medial no exercício isométrico do agachamento livre sobre dois *balance disks*, encontrando resultados similares da ativação muscular para o bíceps femoral e gastrocnêmio medial. Em relação ao desenvolvimento e pico da força isométrica, os mesmos autores relataram um menor valor para a condição instável comparada com a estável. Corroborando com essa pesquisa, Behmet *et al.*, (2002) encontraram para a extensão de pernas e flexão plantar sentado na bola suíça uma força isométrica inferior de 70,5% e 20,2%, respectivamente na PI. Quanto à atividade EMG do quadríceps e flexores plantares foi menor na PI, ao contrário dos isquiotibiais e tibial anterior que foi maior na PI.

A maioria dos estudos citados, com exceção da pesquisa de Saeterbakken e Fimland (2013a) não utilizaram testes de força em ambas as plataformas. Além disso, percebe-se a inexistência de estudos analisando a força em 15 repetições máximas (15RM) e a atividade EMG realizada nessas múltiplas repetições. Os estudos reportaram apenas a força isométrica máxima (ANDERSON e BEHM, 2004; MCBRIDE, CORMIE e DEANE, 2006), dinâmica de 1RM (GOODMAN *et al.*, 2008), dinâmica de 6RM (SAETERBAKKEN e FIMLAND 2013a) e dinâmica de quatro repetições (SNARR e ESCO, 2013). Portanto, devido à ampla utilização da força de resistência na dinâmica do treinamento resistido, uma pesquisa analisando a força em 15RM e diferentes grupamentos musculares entre PE e PI é uma importante contribuição para a lacuna existente.

Sendo assim, o objetivo da investigação foi comparar a atividade EMG e a força em 15RM no exercício supino reto e agachamento livre em plataformas estável e instável. Nossa hipótese é que a atividade EMG será maior e a força em 15RM menor nas condições de instabilidade.

3.2.4. Métodos

Abordagem Experimental para o Problema

O protocolo do experimento foi realizado em plataformas estável e instável através do exercício supino reto no banco e na bola suíça, estando os indivíduos com as escápulas e cabeça apoiada na plataforma, os pés fixos no chão e segurando uma barra livre (Figura 1). Para o exercício agachamento livre os sujeitos executaram no solo e sobre dois *balance disks* em cada pé, estando com a barra livre apoiada nas costas segura pelas mãos e realizando o movimento até que o joelho completasse um ângulo de 90° com o solo entre o segmento da coxa e da perna (Figura 2).



Figura 1: Ilustração do supino reto na bola suíça com a barra livre.



Figura 2: Ilustração do agachamento livre com a barra sobre 2balance disks.

Sujeitos

Dezenove homens saudáveis ($24,65 \pm 3,48$ anos, $1,79 \pm 0,08$ m, $80,61 \pm 9,14$ Kg e $11,86 \pm 3,49$ % de gordura) com experiência prévia em treinamento resistido ($6,25 \pm 4,61$ anos) participaram do estudo. A amostra foi selecionada de forma não-probabilística adotando como critérios de inclusão homens com idade entre 19 a 30 anos, não ter sofrido algum tipo de lesão osteomioarticular que atrapalhe os testes, responder negativamente a todos os itens do *PhysicalActivityReadinessQuestionnaire* / PAR-Qe ser familiarizado há mais de doze meses com o treinamento resistido. Foram excluídos da amostra os sujeitos que fizessem o consumo de medicamentos, bebidas alcoólicas e/ou fumo, apresentassem algum relato de doença e/ou agravante osteomuscular e tivesse experiência prévia em ER com PI. O projeto

de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de Juiz de Fora através do Parecer nº 204.521 / 2013. Todos os indivíduos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde.

Procedimentos

Na 1ª sessão, após a mensuração das variáveis antropométricas, os indivíduos foram submetidos a uma série de familiarização nas PI, no qual executavam 3 séries de 15 repetições a aproximadamente 60% do esforço máximo percebido para serem orientados quanto à coordenação motora e ritmo do movimento. Na 2ª, 3ª, 4ª e 5ª sessão os voluntários foram submetidos aos testes e retestes, respectivamente, de 15RM com intervalo de 48h a 72h entre os dias de forma randomizada em ambas as plataformas. Na 6ª e 7ª sessão foram realizadas as coletas da atividade EMG com intervalo de 24h entre as mesmas de forma randomizada quanto às plataformas. Para o exercício supino reto foi utilizado a “*Fit Ball Pretorian Professional Performance*®” – 55cm, 65cm ou 75cm sendo utilizadas em concordância com a estatura dos indivíduos (1,55 a 1,69 m, 1,70 a 1,87 m e 1,88 a 2,03 m, respectivamente) e a uma pressão na qual, o seu espaço ocupado no solo fosse o mesmo do seu diâmetro, de acordo com as especificações do fabricante. Para o agachamento livre utilizou-se dois *balance disks* (um em cada pé) da “*Pretorian Professional Performance*®” sendo inflado até seis centímetros de altura para a realização de todos os testes de acordo com o fabricante.

Teste de força de 15RM

Os testes de 15RM foram realizados em ambas as plataformas, de acordo com o protocolo descrito por (BACURAU *et al.*, 2009): aquecimento com 15 repetições a 40-60% da carga máxima percebida para 15RM; após um minuto de repouso, os indivíduos realizaram cinco repetições a 60-80% do máximo percebido para 15RM; após um minuto de repouso iniciou o teste de carga, no qual cada indivíduo realizou no máximo três tentativas para cada exercício com intervalo de cinco minutos entre as mesmas. Os indivíduos realizavam a primeira tentativa e a carga foi aumentada ou retirada até atingir 15 RM. Utilizou-se um limitador de amplitude de movimento para determinar as posições iniciais e finais de cada exercício. Após a obtenção da carga para o primeiro exercício (supino reto), um intervalo de 10 minutos foi adotado antes de passar para o agachamento livre.

Visando reduzir a margem de erro no teste de 15RM foram adotadas as seguintes estratégias: (a) familiarização antes do teste deixando o avaliado ciente da rotina de coleta de dados; (b) instruções sobre as técnicas de execução e velocidade dos exercícios (metrônomo EMT-888 Tuner[®] sendo 1 segundo fase concêntrica e 2 segundos fase excêntrica, ou seja, 40 bpm = 20 repetições por minuto); (c) utilização de estímulos verbais; (d) os pesos foram previamente aferidos em balança de precisão. A carga usada para a determinação de 15RM foi conseguida através da utilização de barras e anilhas da “*Righetto Fitness Equipment*”[®] de 2kg, 5kg, 10kg, 15kg, 20kg e 25kg.

A aplicação do reteste teve o objetivo de aferir a confiabilidade da carga. Foi considerado o maior peso obtido em ambos os dias (teste e reteste) com diferença menor que 5%. No caso de diferença maior, os sujeitos deveriam comparecer ao local do teste mais uma vez a fim de realizar um novo teste, para cálculo da diferença entre as sessões.

Coleta da atividade EMG

Visando reduzir possíveis interferências na aquisição do sinal EMG, antes da captação dos sinais, os voluntários foram submetidos à preparação da pele com tricotomização, quando necessário, e limpeza da área com álcool a 70%. Tal técnica tinha como objetivo, reduzir a impedância da pele para um valor inferior a 5k ohm (Ω), mensurada com o uso de um multímetro digital “*Icel Manaus MD-5011*”[®].

Em seguida, dois eletrodos (um canal) para cada músculo foram posicionados sobre o músculo deltoide anterior e peitoral maior para o exercício supino reto e nos músculos vasto lateral e bíceps femoral para o exercício agachamento livre. Foram avaliados apenas os músculos do lado direito. O eletrodo de referência monopolar foi posicionado no epicôndilo medial do cotovelo direito. Foram utilizados eletrodos Ag/AgCl bipolares com dois centímetros de distância entre os centros das superfícies de captação. Todos os eletrodos foram fixados respeitando o local para posicionamento padronizado pelo *European Recommendations for Surface Electromyography* (SENIAN), adicionalmente, para evitar seu deslocamento durante a realização dos procedimentos, os cabos foram fixados com tiras de esparadrapo. A identificação dos pontos anatômicos e a colocação dos eletrodos foram realizadas pelo mesmo pesquisador. Se a impedância medida estiver acima de 5k Ω , os eletrodos eram retirados, e os procedimentos de preparação eram realizados novamente.

A determinação do local de colocação dos eletrodos foi realizada apenas no primeiro dia de teste, e uma marca delimitando o contorno dos eletrodos foi feita, na pele dos

voluntários, com uma caneta de alta fixação (Faber Castel – Pilot 2.0mm Az, Brasil), garantindo o mesmo posicionamento no teste subsequente.

Os cabos dos eletrodos foram conectados ao condicionador de sinais da marca EMG System Brasil[®] com frequência de amostragem de 2000 Hz por canal, resolução de 14 bits, filtro analógico *anti aliasing* passa banda com frequência de corte entre 20 e 500 Hz. O condicionador de sinais foi conectado a uma bateria LI-ION 11,1V 2,2 mA/h. Os microcomputadores também foram utilizados em suas baterias a fim de evitar interferências da oscilação da rede elétrica (60 Hz no Brasil) sobre os dados coletados.

Para a coleta do sinal eletromiográfico realizou-se uma série de 15RM com as cargas obtidas nos testes de força em ambos os exercícios. Utilizou a mesma velocidade de execução, amplitude de movimento e randomização dos testes de força. Os sujeitos primeiramente executavam uma ação voluntária isométrica máxima de cinco segundos em ambos os exercícios, descansavam cinco minutos e em seguida faziam a série de 15RM. A sequência realizada foi membros superiores, e posteriormente membros inferiores, com intervalo de cinco minutos entre as mesmas.

Processamento dos sinais eletromiográficos

A primeira bulha foi sempre excluída, pois havia a possibilidade de os movimentos de retirada da barra e o ajuste de amplitude do movimento serem captados pelo eletromiógrafo de superfície. A segunda e a terceira bulha foram eliminadas, pois normalmente a cadência ainda não estava adequada nessas repetições. A violação da cadência também ocorria quando os indivíduos se aproximavam da fadiga, o que levou à exclusão das últimas bulhas. Portanto, foram usadas as bulhas da quarta à décima terceira repetição. A variável RMS foi calculada a partir de todo o sinal eletromiográfico referente a dez repetições para assegurar que as análises fossem realizadas com repetições envolvendo cadência e técnicas corretas. Em seguida a variável foi normalizada pelo RMS máximo obtido durante a contração isométrica voluntária máxima na plataforma estável para o referido voluntário. Os recortes e os demais processamentos dos sinais foram feitos por rotinas específicas desenvolvidas no aplicativo computacional Matlab[®] (Mathworks – Natick, EUA).

Análise estatística

Para testar diferenças na atividade EMG e força de 15RM dos protocolos de exercício com PE e PI, utilizou-se o teste t de Student pareado, uma vez atendido o pressuposto de

normalidade dos dados, através do teste Shapiro-Wilk com correção de significância de Lilliefors. A reprodutibilidade das medidas foi avaliada pelo coeficiente de correlação intraclasse. Os resultados foram apresentados como média \pm desvio-padrão. O tamanho do efeito (TE) foi calculado pelo *d de Cohen*. As análises foram feitas no software estatístico SPSS versão 20.0 (IBM Corp., Armonk, NY), sendo adotado nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

3.2.5. Resultados

Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas na força de 15RM para o supino reto na PE e PI ($66 \pm 10,15$ Kg vs. $64,2 \pm 8,63$ Kg, $p=0,231$, TE= 0,19), respectivamente. Porém, a carga do agachamento livre foi significativamente superior em PE vs. PI ($83,9 \pm 18,67$ Kg vs. $70,3 \pm 10,07$ Kg, $p=0,001$, TE = 0,94) (Figura 3). Sob o ponto de vista prático, este resultado apresentou elevada magnitude. Foram observados elevados coeficientes de reprodutibilidade para o supino reto em PE (0,98) e PI (0,94) e para o agachamento livre em PE (0,94) e PI (0,93).

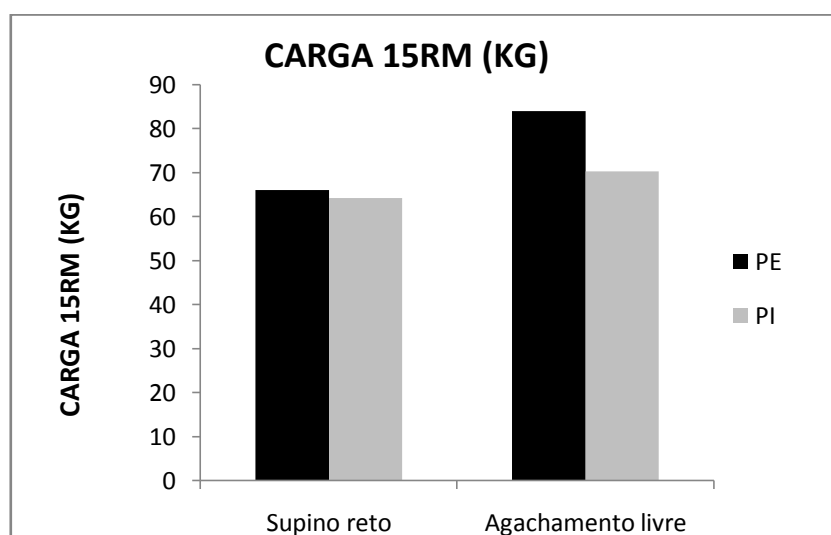


Figura 3: Média da força em 15 repetições máximas (RM) no exercício supino reto (banco e bola suíça) e agachamento livre (solo e *balance disks*) (n = 19). *diferença significativa $p \leq 0,05$.

Em relação às variáveis EMG não foram observadas diferenças significativas entre as PE e PI em ambos os exercícios (Figura 4). Os valores normalizados podem ser visualizados na (Tabela 1).

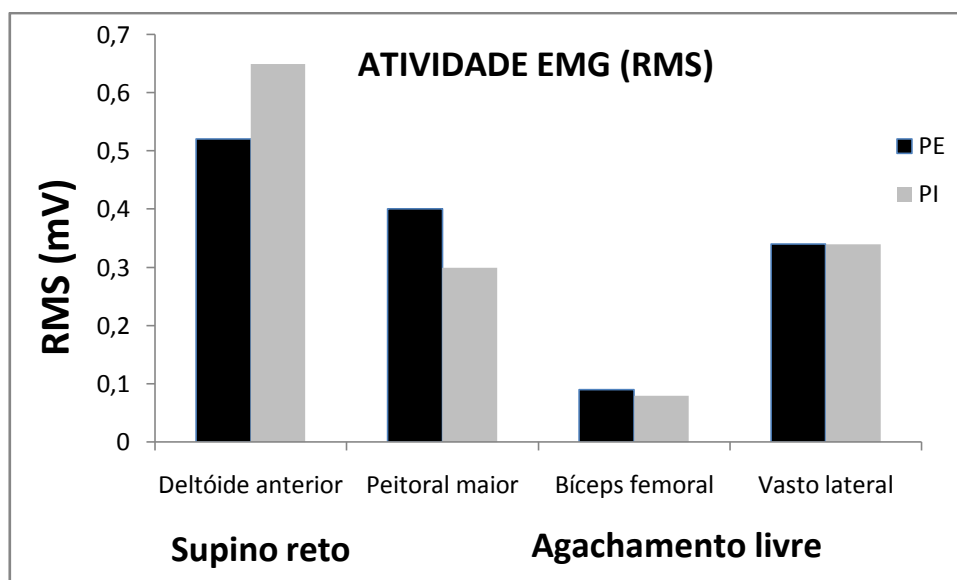


Figura 4: Média da atividade EMG, *root meansquare* (RMS) do deltoide anterior e peitoral maior no banco e na bola suíça; do bíceps femoral e vasto lateral no solo e no *balance disks*(n = 19).

Tabela 1: Média e desvio-padrão da atividade EMG *root meansquare* (RMS) nos exercícios resistidos realizados em plataforma estável e instável (n = 19).

	RMS Estável (u.n.)	RMS Instável (u.n)	P/TE
Deltoide anterior	0,52 ± 0,13	0,65 ± 0,42	0,06/0,47
Peitoral maior	0,40 ± 0,44	0,30 ± 0,21	0,14/0,31
Bíceps Femoral	0,09 ± 0,08	0,08 ± 0,06	0,50/0,14
Vasto Lateral	0,34 ± 0,21	0,34 ± 0,22	0,76/0,00

3.2.6. Discussão

A presente investigação não encontrou diferenças significativas no teste de força em 15RM para o supino reto entre as plataformas, porém para o agachamento livre foi significativamente superior na PE em relação a PI. Quanto aos valores normalizados da ativação EMG das musculaturas deltoide anterior, peitoral maior, bíceps femoral e vasto lateral não resultaram em diferenças significativas entre as plataformas. Foram utilizados os dados normalizados através da contração isométrica voluntária máxima na plataforma estável, pois os mesmos não normalizados também não apresentaram alterações significativas.

O estudo de Saeterbakken e Fimland (2013a) obteve maiores resultados na força em 6RM para o supino reto na PE e simultaneamente, maior ativação EMG do peitoral maior e tríceps braquial no banco reto, revelando que o aumento da instabilidade na bola suíça não

acarretou uma maior ativação muscular durante o exercício e sim uma maior carga total levantada pelo indivíduo na PE. Contradizendo esses achados, a presente pesquisa não encontrou uma ativação EMG superior no peitoral maior e deltoide anterior, mesmo este sendo executado com cargas superiores na plataforma estável. Apenas a musculatura do deltoide anterior obteve o mesmo resultado nos dois estudos quando comparada entre as plataformas, apresentando atividade EMG similar, já confirmados em pesquisas anteriores (ANDERSON e BEHM, 2004; GOODMAN *et al.*, 2008; URIBE *et al.*, 2010). Corroborando com a presente pesquisa dois estudos anteriores analisaram a contração máxima isométrica e dinâmica (1RM) e reportaram atividade EMG similar no peitoral maior, deltoide anterior, tríceps e bíceps (GOODMAN *et al.*, 2008; ANDERSON e BEHM, 2004).

Estudos analisando contrações dinâmicas tem encontrado resultados diferentes da pesquisa atual. Snar e Esco (2013) analisaram a atividade EMG do peitoral maior, deltoide anterior e tríceps braquial em 21 homens comparando o exercício flexão de braço no solo e no TRX[®]. Foram executadas 4 repetições com o peso corporal e encontraram maior ativação muscular em todas as musculaturas analisadas no TRX[®]. Apoiando esse estudo, Melo *et al.*, (2014) realizaram 10 repetições do exercício crucifixo em uma superfície estável (banco horizontal) e uma instável (bola suíça) a 30% de 1-RM em ambas as condições. A atividade EMG do peitoral maior, deltoide anterior e serrátil anterior foi significativamente superior na PI. Fatores limitantes de comparação em ambos os estudos foi a utilização apenas do peso corporal, condições de instabilidade diferente, menor número de repetições e um percentual de carga bem inferior. A utilização de diferentes tipos de plataformas têm demonstrado que o efeito da inserção da instabilidade sobre a atividade EMG difere nos diversos grupamentos musculares.

O treinamento resistido realizado em PI tem demonstrado uma menor força e ativação muscular dos músculos primários do movimento analisado. Kohler, Flanagan e Whiting (2010) reportaram maior atividade EMG no tríceps durante o desenvolvimento sentado no banco reto vs. bola suíça. Behm e Anderson (2002) demonstraram uma menor ativação EMG (44%) no quadríceps durante a extensão de pernas na PI. O mecanismo para o decréscimo da ativação de musculaturas primárias com a instabilidade pode ser teoricamente confirmado pelo aumento do estresse associado através da demanda postural (FOLLAND e WILLIAMS, 2007). Pode-se dizer que musculaturas estabilizadoras do movimento possivelmente foram mais solicitadas devido a necessidade das mesmas na estabilização do exercício e conseqüentemente, ocorrendo uma maior ativação muscular na PI, como foi reportado em

estudos anteriores (KOHLER, FLANAGAN e WHITING, 2010; SAETERBAKKEN e FIMLAND 2013a).

Outro fator que pode influenciar os resultados dos estudos é a pressão de ar utilizada em algumas PI, o peso corporal do voluntário e a carga levantada modificam o nível de deformidade das mesmas. Além disso, o posicionamento dos membros superiores sobre a bola suíça é um importante parâmetro a ser controlado, uma vez que o indivíduo apoiando a cabeça e a região dorsal na mesma ganha maior estabilidade (GOODMAN *et al.*, 2008; ANDERSON e BEHM, 2004).

Com relação à atividade EMG no agachamento livre, os resultados apresentaram similaridade em ambas as condições, visto que a carga para 15RM diminuiu significativamente na PI. Isso demonstra que, relativamente é necessária maior ativação muscular para sustentar uma carga menor, podendo ser explicado pelo grau de dificuldade e instabilidade dos voluntários ao executar o exercício sobre os dois *balance disks*. Além disso, uma menor área de contato dos voluntários com o *balance disk* comparado com as demais PIs pode também ser um indicativo para apresentar um menor domínio do movimento.

Em concordância com os resultados do presente estudo para o exercício agachamento livre, Saeterbakken e Fimland (2013b) reportaram valores inferiores da força isométrica máxima em diferentes PI comparadas com a PE, entretanto a resposta da atividade EMG foi similar. Estudos anteriores (BEHM *et al.*, 2005; NORWOOD *et al.*, 2007; URIBE *et al.*, 2010) apresentaram maiores valores da atividade EMG em PI, porém utilizaram o mesmo valor absoluto da carga em ambas as plataformas e não analisaram um maior número de repetições, o que diferencia da pesquisa atual.

Anderson e Behm (2005) encontraram similar atividade EMG para o vasto lateral e bíceps femoral, porém houve um aumento da ativação muscular para o sóleo durante o agachamento livre sobre dois *balance disks*. O estudo utilizou a mesma carga absoluta em ambas plataformas. Wahl e Behm (2008) examinaram a ativação muscular durante o agachamento livre isométrico no solo, *Dyna disks*[®], bola suíça, *Bosu*[®] e *Wobble Board*[®]. Foi encontrada similar ativação EMG no reto femoral, bíceps femoral e eretor da espinha, entretanto a musculatura do sóleo a ativação EMG foi maior, enquanto no músculo reto abdominal foi encontrada menor ativação EMG durante a execução no *Wobble Board*[®] e na bola suíça quando comparadas com as demais condições. Contudo esse estudo limitou-se a utilizar apenas o peso corporal, visto que a prescrição do treinamento resistido é usualmente feita por repetições máximas (i.e. 10RM, 15RM) ou através do percentual de 1RM.

O presente estudo apresentou algumas limitações como o recrutamento de sujeitos treinados em exercício resistido, mas sem experiência em PI. Além disso, os resultados não podem ser generalizados para todas as populações. Também não foi observada a análise do sinal EMG de musculaturas estabilizadoras do movimento, mesmo que estas já foram analisadas em estudos anteriores, nenhum deles avaliou no exercício resistido a 80% de 15RM.

Em conclusão, o aumento da instabilidade no exercício supino reto e agachamento livre não provocaram maior ativação EMG das musculaturas analisadas, entretanto para o exercício agachamento livre ocorreu um decréscimo considerável da carga total levantada em 15RM.

3.2.7. Aplicações práticas

Este estudo tem importante aplicação na prescrição de programas e exercícios resistidos voltados para praticantes recreacionais. Observou-se que no exercício agachamento livre sobre dois *balance disks* podem ser trabalhados com uma carga menor e obter a mesma ativação EMG das musculaturas analisadas, em relação à carga de treinamento para 15RM. Portanto, plataformas instáveis podem produzir efeitos semelhantes às plataformas estáveis utilizando carga inferior.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O efeito agudo do custo energético, pico do lactato sanguíneo e percepção subjetiva do esforço no método de treinamento circuitado em plataformas estáveis e instáveis a 80% de 15RM em homens recreacionalmente ativos proporcionou valores jamais conhecidos na literatura científica e importantes para a aplicabilidade prática dos treinadores e praticantes do treinamento resistido. Podemos considerar que a inclusão da instabilidade provocou um maior custo energético total (aeróbio e anaeróbio), maior percepção subjetiva de esforço (central e periférica) e menor pico de lactato sanguíneo provavelmente devido às cargas totais levantadas em plataformas estáveis serem superiores às plataformas instáveis.

Quanto ao segundo estudo sobre o efeito da força máxima de 15RM e atividade eletromiográfica nos exercícios supino reto e agachamento livre, observa-se que não houve diferença significativa entre as plataformas para a atividade eletromiográfica dos músculos peitoral maior, deltoide anterior, vasto lateral e bíceps femoral. Porém, em relação à carga total levantada no exercício agachamento livre sob *obalance disk* foi significativamente superior quando comparado ao mesmo exercício no solo. Para o exercício supino reto não houve diferenças significativas em relação à carga total levantada. Portanto, plataformas instáveis podem produzir efeitos semelhantes de ativação muscular dos músculos motores primários às plataformas estáveis utilizando uma menor sobrecarga, o que se torna mais econômico e vantajoso ao praticante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCARAZ, P. E. et al. Similarity in adaptations to high-resistance circuit vs. traditional strength training in resistance-trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 25, n. 9, p. 2519-2527, 2011.

ANDERSON, K.; BEHM, D. G. Trunk muscle activity increases with unstable squat movements. *Canadian Journal of Applied Physiology*, v. 30, n. 1, p. 33-45, 2005.

ANDERSON, K. G.; BEHM, D. G. Maintenance of EMG activity and loss of force output with instability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 18, n. 3, p. 637-640, 2004.

ANICETO, R. R. et al. Efeitos agudos de diferentes métodos de treinamento com pesos sobre o gasto energético em homens treinados. *Rev Bras Med Esporte*, v. 19, n. 3, p. 181-185, 2013.

BACURAU, R. F. P. et al. Acute effect of a ballistic and a static stretching exercise bout on flexibility and maximal strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 23, n. 1, p. 304-308, 2009.

BALLOR, D. L.; BECQUE, M. D.; KATCH, V. L. Energy output during hydraulic resistance circuit exercise for males and females. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 3, n. 1, p. 7-12, 1989.

BASMAJIAN, J. V. Electromyographic analyses of basic movement patterns. *Exercise and sport sciences reviews*, v. 1, n. 1, p. 259-284, 1973.

BEHM, D.; COLADO, J. C. The effectiveness of resistance training using unstable surfaces and devices for rehabilitation. *International journal of sports physical therapy*, v. 7, n. 2, p. 226-224, 2012.

BEHM, D. G.; ANDERSON, K.; CURNEW, R. S. Muscle force and activation under stable and unstable conditions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 16, n. 3, p. 416-422, 2002.

BEHM, D. G.; LEONARD, A. M.; YOUNG, W. B.; BONSEY, W. A. C.; MACKINNON, S. N. Trunk muscle electromyographic activity with unstable and unilateral exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 19, n. 1, p. 193-201, 2005.

BEHM, D. G.; ANDERSON, K. G. The role of instability with resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 20, n. 3, p. 716-722, 2006.

BEHM, D. G. et al. The use of instability to train the core musculature. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 35, n. 1, p. 91-108, 2010.

BELLEZZA, P. A. et al. The influence of exercise order on blood lactate, perceptual, and affective responses. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 23, n. 1, p. 203-208, 2009.

BENITO PEINADO, P. J. et al. Aerobic energy expenditure and intensity prediction during a specific circuit weight training: A pilot study. *Journal of Human Sport & Exercise*, v. 5, n. 2, p. 134-145, 2010.

BENTON, M. J.; SWAN, P. D. Influence of resistance exercise volume on recovery energy expenditure in women. *European Journal of Sport Science*, v. 9, n. 4, p. 213-218, 2009.

BINZEN, C. A.; SWAN, P. D.; MANORE, M. M. Postexercise oxygen consumption and substrate use after resistance exercise in woman. *Med Sci Sports Exerc*, v. 33, n. 6, p. 932-938, 2001.

BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med sci sports exerc*, v. 14, n. 5, p. 377-381, 1982.

BUITRAGO, S. et al. Effects of load and training modes on physiological and metabolic responses in resistance exercise. *European journal of applied physiology*, v. 112, n. 7, p. 2739-2748, 2012.

DA SILVA, M. S. et al. Comparação da resposta da percepção subjetiva de esforço de atletas jovens submetidos a diferentes intervalos de recuperação. *Educação Física em Revista*, v. 6, n. 1, p. 1-13, 2012.

DA SILVA, R. L.; BRENTANO, M. A.; KRUEL, L. F. M. Effects of different strength training methods on postexercise energetic expenditure. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 24, n. 8, p. 2255-2260, 2010.

DENTON, J.; CRONIN, J. B. Kinematic, kinetic, and blood lactate profiles of continuous and intraset rest loading schemes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 20, n. 3, p. 528-534, 2006.

DI PRAMPERO, P. E. Energetics of muscular exercise. In: (Ed.). *Reviews of Physiology, Biochemistry and Pharmacology*, v. 89, p.143-222, 1981.

FERREIRA, L. et al. Análise da atividade eletromiográfica dos músculos do tornozelo em solo estável e instável. *Fisioterapia Movimento*, v. 22, n. 2, p. 177-187, 2009.

FOLLAND, J. P.; WILLIAMS, A. G. Morphological and Neurological Contributions to Increased Strength. *Sports medicine*, v. 37, n. 2, p. 145-168, 2007.

FOUREAUX, G.; PINTO, K. M. D. C.; DÂMASO, A. Efeito do consumo excessivo de oxigênio após exercício e da taxa metabólica de repouso no gasto energético. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 12, n. 6, p. 393-398, 2006.

GABRIEL, D. A.; KAMEN, G.; FROST, G. Neural adaptations to resistive exercise. *Sports Medicine*, v. 36, n. 2, p. 133-149, 2006.

GARBER, C. E.; BLISSMER, B.; DESCHENES, M. R.; FRANKLIN, B. A.; LAMONTE, M. J.; LEE, I. M.; SWAIN, D. P. American College of Sports Medicine

position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, 2011.

GOODMAN, C. A. et al. No difference in 1RM strength and muscle activation during the barbell chest press on a stable and unstable surface. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 22, n. 1, p. 88-94, 2008.

GOTSHALK, L. A.; BERGER, R. A.; KRAEMER, W. J. Cardiovascular responses to a high-volume continuous circuit resistance training protocol. *J Strength Cond Res*, v. 18, n.1, p. 760-764, 2004.

HADDOCK, B.; WILKIN, L. Resistance training volume and post exercise energy expenditure. *International journal of sports medicine*, v. 27, n. 02, p. 143-148, 2006.

HUNTER, G. et al. A role for high intensity exercise on energy balance and weight control. *International journal of obesity*, v. 22, n. 6, p. 489-493, 1998.

HUNTER, G. R.; SEELHORST, D.; SNYDER, S. Comparison of metabolic and heart rate responses to super slow vs. traditional resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 17, n. 1, p. 76-81, 2003.

KELLEHER, A. R. et al. The metabolic costs of reciprocal supersets vs. traditional resistance exercise in young recreationally active adults. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 24, n. 4, p. 1043-1051, 2010.

KIM, J. H.; KIM, Y.; CHUNG, Y. The Influence of an Unstable Surface on Trunk and Lower Extremity Muscle Activities during Variable Bridging Exercises. *Journal of physical therapy science*, v. 26, n. 4, p. 521-523, 2014.

KLIKA, B.; JORDAN, C. High-intensity circuit training using body weight: Maximum results with minimal investment. *ACSM's Health & Fitness Journal*, v. 17, n. 3, p. 8-13, 2013.

KOHLER, J. M.; FLANAGAN, S. P.; WHITING, W. C. Muscle activation patterns while lifting stable and unstable loads on stable and unstable surfaces. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 24, n. 2, p. 313-321, 2010.

KOSHIDA, S. et al. Muscular outputs during dynamic bench press under stable versus unstable conditions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 22, n. 5, p. 1584-1588, 2008.

KRAEMER, W. et al. Physiologic Responses to Heavy-Resistance Exercise with Very Short Rest Periods. *International journal of sports medicine*, v. 8, n. 4, p. 247-252, 1987.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 36, n. 4, p. 674-688, 2004.

KRAEMER, W. J. et al. Physiological adaptations to a weight-loss dietary regimen and exercise programs in women. *Journal of Applied physiology*, v. 83, n. 1, p. 270-279, 1997.

LAFORGIA, J. et al. Comparison of energy expenditure elevations after submaximal and supramaximal running. *Journal of Applied Physiology*, v. 82, n. 2, p. 661-666, 1997.

LAGALLY, K. M. et al. Physiologic and metabolic responses to a continuous functional resistance exercise workout. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 23, n. 2, p. 373-379, 2009.

LAGALLY, K. M. et al. Ratings of perceived exertion and muscle activity during the bench press exercise in recreational and novice lifters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 18, n. 2, p. 359-364, 2004.

LAGALLY, K. M.; ROBERTSON, R. J. Construct validity of the OMNI resistance exercise scale. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 20, n. 2, p. 252-256, 2006.

LAGALLY, K. M. et al. Perceived exertion, electromyography, and blood lactate during acute bouts of resistance exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 34, n. 3, p. 552-559, 2002.

MACDOUGALL, J. D. et al. Muscle substrate utilization and lactate production during weightlifting. *Canadian Journal of Applied Physiology*, v. 24, n. 3, p. 209-215, 1999.

MARINKOVIĆ, M. et al. Effects of 8-Week instability resistance training on maximal strength in inexperienced young individuals. *Serb J Sports Sci*, v. 6, n. 1, p. 17-21, 2012.

MARSHALL, P.; MURPHY, B. Changes in muscle activity and perceived exertion during exercises performed on a swiss ball. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 31, n. 4, p. 376-383, 2006a.

MARSHALL, P. W.; MURPHY, B. A. Increased deltoid and abdominal muscle activity during Swiss ball bench press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 20, n. 4, p. 745-750, 2006b.

MATÉ-MUÑOZ, J. L. et al. Effects of Instability versus Traditional Resistance Training on Strength, Power and Velocity in Untrained Men. *Journal of Sports Science and Medicine*, v. 13, p. 460-468, 2014.

MAZZETTI, S. et al. Effect of explosive versus slow contractions and exercise intensity on energy expenditure. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 39, n. 8, p. 1291-1301, 2007.

MCBRIDE, J. M.; CORMIE, P.; DEANE, R. Isometric squat force output and muscle activity in stable and unstable conditions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 20, n. 4, p. 915-918, 2006.

MCGUIGAN, M. R.; EGAN, A. D.; FOSTER, C. Salivary cortisol responses and perceived exertion during high intensity and low intensity bouts of resistance exercise. *Journal of sports science & medicine*, v. 3, n. 1, p. 8-15, 2004.

MELANSON, E. L. et al. Resistance and aerobic exercise have similar effects on 24-h nutrient oxidation. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 34, n. 11, p. 1793-1800, 2002.

MELO, B. M.; PIRAUÁ, A. L. T.; BELTRÃO, N. B.; PITANGUI, A. C. R.; ARAÚJO, R. C. The use of unstable surfaces increases the electromyographic activity of the muscles of the pectoral girdle during the flye. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, v. 19, n. 1, p. 342-350, 2014.

MONTEIRO, W.; SIMÃO, R.; FARINATTI, P. Manipulação na ordem dos exercícios e sua influência sobre o número de repetições e percepção subjetiva de esforço em mulheres treinadas. *Rev Bras Med Esporte*, v. 11, n. 2, p. 146-150, 2005.

NETO, A. G. C.; FARINATTI, P. D. T. V. Consumo de oxigênio após exercício resistido: uma abordagem crítica sobre os fatores determinantes de sua magnitude e duração. *Brazilian Journal of Biomechanics*, v. 3, n. 2, p. 96-110, 2009.

NORWOOD, J. T.; ANDERSON, G. S.; GAETZ, M. B.; TWIST, P. W. Electromyographic activity of the trunk stabilizers during stable and unstable bench press. *J Strength Cond Res*, v. 21, n. 2, p. 343-347, 2007.

ORTEGO, A. R. et al. Effects of gender on physiological responses to strenuous circuit resistance exercise and recovery. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 23, n. 3, p. 932-938, 2009.

OSTERBERG, K. L.; MELBY, C. L. Effect of acute resistance exercise on post-exercise oxygen consumption and RMR in young women. *J. Sport Nutr. Exerc. Metabolism*, v. 10, n. 1, p. 71-81, 2000.

PANZA, P. et al. Energy Cost, Number of Maximum Repetitions, and Rating of Perceived Exertion in Resistance Exercise with Stable and Unstable Platforms. *Journal of Exercise Physiology online*, v. 17, n. 3, p. 77-87, 2014.

PEINADO, P. J. B.; SÁNCHEZ, M. Á.; MARTÍNEZ, E. M.; COTO, R. C.; MOLINA, V. D.; LOZADO, A. B. P.; MONTERO, F. J. C. Gasto energético aeróbico y anaeróbico en un circuito con cargas a seis intensidades diferentes Aerobic and anaerobic energy expenditure during at circuit weight training through six different intensities. *International Journal of Sport Science*, v. 7, n. 24, p. 174-190, 2011.

PICHON, C. E. et al. Blood pressure and heart rate response and metabolic cost of circuit versus traditional weight training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 10, n. 3, p. 153-156, 1996.

PINTO, R. S.; LUPI, R.; BRENTANO, M. A. Respostas metabólicas ao treinamento de força: Uma ênfase no dispêndio energético. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, v. 13, n. 2, p. 150-157, 2011.

PRITCHETT, R. C. et al. Acute and session RPE responses during resistance training: Bouts to failure at 60% and 90% of 1RM. *South African Journal of Sports Medicine*, v. 21, n. 1, p. 23-26, 2009.

RATAMESS, N. A. et al. The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. *European journal of applied physiology*, v. 100, n. 1, p. 1-17, 2007.

REIS, V. et al. Energy cost of resistance exercises: An uptade. *Journal of human kinetics*, v. 29, n. Special Issue, p. 33-39, 2011.

REIS, V. M. Gasto energético, custo energético aeróbio e custo energético anaeróbio. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, v. 13, n. 6, p. 484-487, 2011.

RHEA, M. R. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 18, n. 4, p. 918-920, 2004.

ROBERGS, R. A. et al. Energy expenditure during bench press and squat exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 21, n. 1, p. 123-130, 2007.

ROBERTSON, R. J. et al. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 35, n. 2, p. 333-341, 2003.

SAETERBAKKEN, A. H.; FIMLAND, M. S. Electromyographic Activity and 6RM Strength in Bench Press on Stable and Unstable Surfaces. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 27, n. 4, p. 1101-1107, 2013a.

SAETERBAKKEN, A. H.; FIMLAND, M. S. Muscle force output and electromyographic activity in squats with various unstable surfaces. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 27, n. 1, p. 130-136, 2013b.

SCHWANBECK, S.; CHILIBECK, P. D.; BINSTED, G. A comparison of free weight squat to Smith machine squat using electromyography. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 23, n. 9, p. 2588-2591, 2009.

SCOTT, C. B.; KEMP, R. B. Direct and indirect calorimetry of lactate oxidation: implications for whole-body energy expenditure. *J Sports Sci*, v. 23, n. 1, p. 15-19, 2005.

SCOTT, C. B. Contribution of blood lactate to the energy expenditure of weight training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 20, n. 2, p. 404-411, 2006.

SCOTT, C. B. Combustion, Respiration and Intermittent Exercise: A Theoretical Perspective on Oxygen Uptake and Energy Expenditure. *Biology*, v. 3, n. 2, p. 255-263, 2014a.

SCOTT, C. B. Intermittent resistance exercise: evolution from the steady state. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*, v. 6, n. 2, p. 85-91, 2014b.

SHIMANO, T. et al. Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 20, n. 4, p. 819-823, 2006.

SILVA, R. P. et al. Protocolos de treinamento resistido de alta velocidade de contração muscular em idosas: efeitos na percepção de esforço. *Revista da Educação Física/UEM*, v. 20, n. 1, p. 77-84, 2009.

SIMAO, R. et al. Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercise in women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 21, n. 1, p. 23-28, 2007.

SKIDMORE, B. L. et al. Acute effects of three different circuit weight training protocols on blood lactate, heart rate, and rating of perceived exertion in recreationally active women. *Journal of sports science & medicine*, v. 11, n. 4, p. 660-668, 2012.

SNARR, R. L.; ESCO, M. R. Electromyographic Comparison of Traditional and Suspension Push-Ups. *Journal of human kinetics*, v. 39, n. 1, p. 75-83, 2013.

TIBANA, R. A. et al. Comparison of the number of repetitions and perceived exertion between multi-joint and single-joint exercise at different intensities in untrained women. *Brazilian Journal of Biomotricity*, v. 5, n. 2, p. 96-105, 2011.

URIBE, B. P. et al. Muscle activation when performing the chest press and shoulder press on a stable bench vs. a Swiss ball. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 24, n. 4, p. 1028-1033, 2010.

VEZINA, J. W. et al. An Examination of the Differences Between Two Methods of Estimating Energy Expenditure in Resistance Training Activities. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 28, n. 4, p. 1026-1031, 2014.

WAHL, MJ e BEHM, DG. Not all instability training devices enhance muscle activation in highly resistance-trained individuals. *J Strength Cond Res*, v. 22, n. 4, p. 1360-1370, 2008.

WILMORE, J. H. et al. Energy cost of circuit weight training. *Medicine and science in sports*, v. 10, n. 2, p. 75-78, 1977.

WIRTZ, N. et al. Lactate Kinetics during Multiple Set Resistance Exercise. *Journal of sports science & medicine*, v. 13, n. 1, p. 73-77, 2014.

ANEXOS**ANEXO I - APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
JUIZ DE FORA/MG

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Custo energético e atividade eletromiográfica nos exercícios resistidos em bases estáveis e instáveis.

Pesquisador: Liliâne Cunha Aranda

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 07058012.2.0000.5147

Instituição Proponente: Faculdade de Educação Física

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 227.101

Data da Relatoria: 21/03/2013

Apresentação do Projeto:

O estudo proposto apresenta pertinência e valor científico.

Objetivo da Pesquisa:

Apresenta clareza e compatibilidade com a proposta.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos e benefícios bem caracterizados.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto formulado de forma clara e objetiva.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos são apresentados, conforme o exigido.

Recomendações:

É necessário ajustar o cronograma no que se refere ao início da coleta de dados (01/01 /2013), considerando a tramitação do projeto pelo Comitê. Ou seja, a coleta de dados só pode iniciar após o projeto ter sido aprovado pelo Comitê.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Mediante a modificação solicitada quanto ao acréscimo de Jeferson Macedo Vianna à equipe, no projeto proposto, consideramos aprovada sua solicitação.

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900
UF: MG **Município:** JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 **Fax:** (32)1102-3788 **E-mail:** cep.propesq@uff.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
JUIZ DE FORA/MG



Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 196/96, manifesta-se pela APROVAÇÃO do protocolo de pesquisa proposto. Vale lembrar ao pesquisador responsável pelo projeto, o compromisso de envio ao CEP de relatórios parciais e/ou total de sua pesquisa informando o andamento da mesma, comunicando também eventos adversos e eventuais modificações no protocolo.

Obs: término em agosto de 2013.

JUIZ DE FORA, 22 de Março de 2013

Assinador por:
Paulo Cortes Gago
(Coordenador)

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO CEP: 36.036-900
UF: MG Município: JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 Fax: (32)1102-3788 E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br

ANEXO II - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “CUSTO ENERGÉTICO E ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA NOS EXERCÍCIOS RESISTIDOS EM BASES ESTÁVEL E INSTÁVEL”. Neste estudo pretendemos comparar o custo energético, a atividade eletromiográfica, a concentração de lactato e a PSE nos exercícios resistidos em bases estáveis e instáveis. O motivo que nos leva a estudar esse assunto trata-se de nenhuma ou pouquíssimas informações na literatura sobre o custo energético para os específicos exercícios de musculação em bases instáveis. Neste estudo adotaremos os seguintes procedimentos: serão, inicialmente medidas a massa corporal, estatura, composição corporal e aptidão neuromuscular através de teste de carga voluntária máxima. Posteriormente, será realizado o teste em alguns aparelhos de musculação, medindo o consumo de oxigênio, atividade eletromiográfica, concentração de lactato e frequência cardíaca.

Durante as realizações das sessões existem a possibilidades de ocorrerem alterações fisiológicas, tais como: dores musculares e articulares, tonturas e cansaço (todos os esforços serão feitos para que estes sintomas sejam minimizados). Em caso de eventuais danos ocorridos durante os testes ou promovidos pelo protocolo experimental em outras ocasiões, todas as despesas com tratamento e reabilitação do voluntário serão fornecidas pelos pesquisadores.

Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador.

O pesquisador irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Este estudo apresenta risco mínimo, isto é, o mesmo risco existente em atividades rotineiras como conversar, tomar banho, ler, etc. Apesar disso, você tem assegurado o direito a ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-

se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Eu, _____, portador(a) do documento de Identidade _____, fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, ____ de _____ de 20 ____.

Nome	Assinatura participante	Data
Nome	Assinatura pesquisador	Data
Nome	Assinatura testemunha	Data

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o:

CEP – COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA/UFJF

CAMPUS UNIVERSITÁRIO DA UFJF

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA

CEP 36036.900

FONE: 32 3229 3788

ANEXO III - PAR-Q

NOME: _____

DATA DO NASCIMENTO: ___/___/_____

IDADE: _____ ANOS

ENDEREÇO: _____

BAIRRO: _____

TELEFONE: _____

O bom senso será seu melhor guia quando você responder a estas questões. Leia cuidadosamente as questões e responda a cada uma honestamente, marcando SIM ou NÃO.

SIM	NÃO	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	1. Seu médico já lhe disse, alguma vez, que você apresenta um problema cardíaco e que só devia fazer atividade física com recomendação médica?
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	2. Você já sentiu dor no peito ao praticar atividade física?
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	3. No último mês, você sentiu dor no peito quando não estava praticando atividade física?
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	4. Você apresenta perda de equilíbrio por causa de tontura ou desmaio?
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	5. Você tem algum problema ósseo ou articular que possa ter piorado por uma mudança em sua atividade física?
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	6. Seu médico está prescrevendo algum medicamento para sua pressão arterial ou
		7. roblema cardíaco?
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	8. Existe alguma boa razão para que você não siga um programa de atividade física?

SIM para uma ou mais perguntas

Se você não consultou seu médico recentemente, consulte-o por telefone ou pessoalmente, ANTES de intensificar suas atividades físicas e/ou ser avaliado para um programa de condicionamento físico. Diga a seu médico que perguntas você respondeu SIM ao PAR-Q ou mostre-lhe sua cópia deste questionário.

ADIE O INÍCIO DO PROGRAMA DE EXERCÍCIOS

NÃO a todas as perguntas

Se você respondeu ao PAR-Q honestamente, você pode ter uma razoável garantia de apresentar as condições adequadas para:

- UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS GRADATIVOS— comece devagar e vá aumentando o ritmo gradualmente. Essa é a maneira mais segura e fácil de agir.
- UMA AVALIAÇÃO FÍSICA— essa é uma excelente maneira de determinar sua aptidão básica de forma que você possa planejar a melhor forma de viver ativamente.

Se você não está se sentindo bem devido a uma doença temporária tal como um resfriado ou uma febre.

ANEXO IV – ANAMNESE

Nome _____ N.º _____

Data de nascimento _____

Peso: _____ Altura: _____ % Gordura corporal: _____

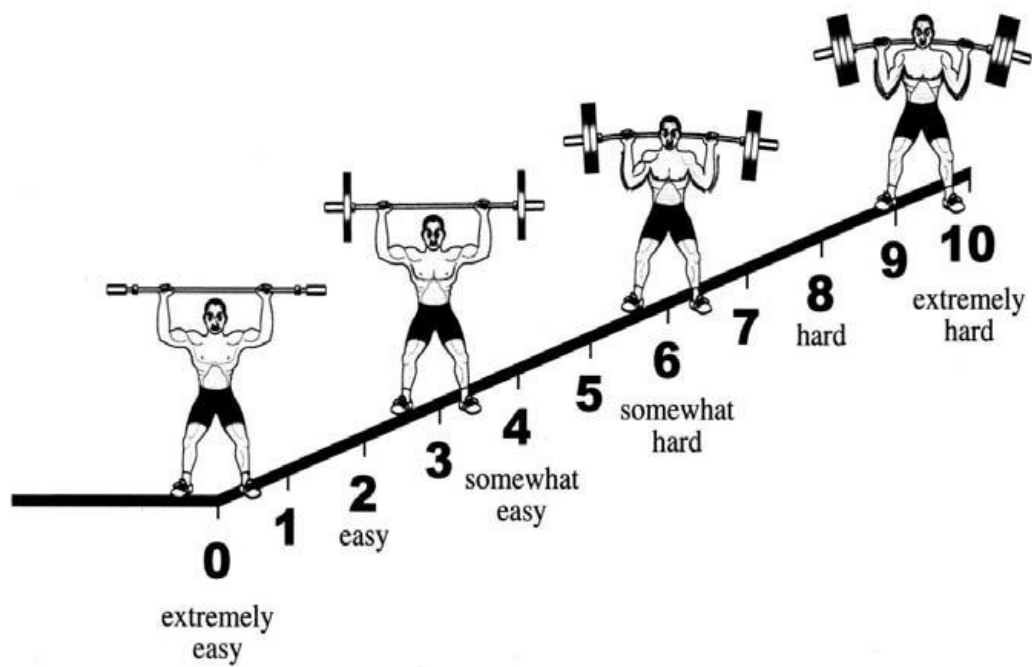
1) Houve alterações de peso corporal significativas nos últimos 6 meses?Sim Não **2) Se houve de quanto?** _____**3) Usa medicamentos usualmente? Sim Não** **4) Quais os tipos de medicamentos?**_____
_____**5) Fuma? Sim Não** **6) Realiza atividade Física? Sim Não** **7) Se respondeu afirmativamente à questão anterior, responda qual é a(s) atividade(s) física(s) praticadas, a frequência semanal que a(s) pratica e à quanto tempo pratica essa(s) atividade?**_____

Juiz de Fora, _____

Assinatura da Participante_____
Assinatura do Examinador

ANEXO V - ESCALA DA PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO OMNI-RES

J



dab-000