




UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Presidente Prudente

Fernanda Assen Soares Campoy



**EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO
CONCÊNTRICO VS EXCÊNTRICO SOBRE
PARAMETROS CLÍNICOS E FUNCIONAIS**

Presidente Prudente

2011

Faculdade de Ciências e Tecnologia
Seção de Pós-Graduação
Rua Roberto Simonsen, 305 CEP 19060-900 Presidente Prudente SP
Tel 18 3229-5352 fax 18 3223-4519 posgrad@prudente.unesp.br



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Presidente Prudente

Fernanda Assen Soares Campoy

EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO CONCÊNTRICO VS EXCÊNTRICO SOBRE PARAMETROS CLÍNICOS E FUNCIONAIS

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT/UNESP, campus de Presidente Prudente, para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Orientador: Prof. Dr. Carlos Marcelo Pastre

Presidente Prudente

2011

Faculdade de Ciências e Tecnologia
Seção de Pós-Graduação
Rua Roberto Simonsen, 305 CEP 19060-900 Presidente Prudente SP
Tel 18 3229-5352 fax 18 3223-4519 posgrad@prudente.unesp.br

C218e Campoy, Fernanda Assen Soares.
Efeitos do treinamento resistido concêntrico *versus* excêntrico sobre parâmetros clínicos e funcionais / Fernanda Assen Soares Campoy. - Presidente Prudente : [s.n], 2011
x, 92 f. : il.

Orientador: Carlos Marcelo Pastre
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia
Inclui bibliografia

1. Exercício físico. 2. Força muscular. 3. Dor. I. Pastre, Carlos Marcelo. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Campus de Presidente Prudente.

Dedicatória

À minha família, Mara, Marcos e Gustavo, que contribuem de forma determinante na
minha formação e me apóiam incondicionalmente.

Agradecimientos

Agradeço a Deus e a Nossa Senhora por todas as bênçãos e graças alcançadas em todos esses anos da minha vida.

A toda minha família Assen Soares Campoy, pelo amor, carinho, companheirismo e respeito multiplicado a cada ano. Pelo incondicional apoio e torcida para o meu sucesso pessoal e profissional, principalmente nesta nova fase. Sem vocês não seria absolutamente nada. Muito obrigada! Amo muito cada um de vocês!

Ao meu namorado, Lucas Thomaz, por ter participado de cada momento e detalhe da execução deste trabalho, sempre com muita paciência. Obrigada pelo apoio e inúmeros conselhos em cada momento difícil que passei. Você é meu maior amigo e companheiro! Te amo...pra vida toda!

Meu eterno agradecimento ao meu Mestre e Orientador, Carlos Marcelo Pastre. Agradeço cada uma das palavras ditas por você, pois sei que cada uma delas teve o intuito de me fazer evoluir como pessoa e como profissional. Você é meu espelho como professor e espero um dia ser ao menos metade de tudo que você representa para mim. Muito obrigada!

Aos meus queridos Professores Luiz Carlos Marques Vanderlei e José Carlos Silva Camargo Filho, que no decorrer de toda minha graduação e mestrado, cada um a sua maneira, me apoiaram e, principalmente, me ensinaram a ser uma pessoa melhor e mais completa. Em especial, meu carinhoso agradecimento ao amigo e Mestre

Jayme Netto Junior, que me ensinou que a sensibilidade e o amor em relação àquilo que se faz são essenciais para a busca da felicidade.

Meus sinceros agradecimentos aos meus amigos, pois sem eles a vida não teria a mesma alegria. Em especial, as minhas companheiras de mestrado Franciele, Mariana e Thamara, pois juntas vencemos diversos obstáculos nestes dois anos. A Mari pela amizade e companheirismo sem igual, dedico grande parte deste trabalho e da minha alegria em completar esta fase da minha vida. Obrigada por estar ao meu lado! Agradeço também a minha amiga Ana Cláudia, que aos poucos foi entrando na minha vida e de uma forma muito especial fez parte deste momento. Amo vocês!

Ao grupo de estudos do LAFIDE, por todos os dias de coleta e doação de conhecimento. Devo muito da minha formação a esta troca diária. Agradeço a Danielli, pois se hoje inicio uma vida acadêmica, parte devo a você. Em especial ao amigo e mestre Fábio Bastos por todos os ensinamentos divididos todos estes anos e total doação ao laboratório.

A professora Claudia Santos Oliveira e Professor Luis Vicente Franco de Oliveira pela participação na banca e colaboração com a melhoria do trabalho.

Aos voluntários, pela disponibilidade e atenção para a realização deste trabalho e as agências de fomento FAPESP e CNPq pelo apoio financeiro.

Epígrafe

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

(Albert Einstein)

Lista de figuras.....	i
Lista de tabelas e quadros.....	ii
Lista de abreviaturas e símbolos.....	v
Resumo.....	vi
Abstract.....	viii
DISSERTAÇÃO	x
Introdução	22
Objetivo.....	29
Casuística e Métodos	29
População de Estudo.....	29
Desenho do ensaio.....	30
Teste de 1RM e Familiarização com o Equipamento.....	34
Análise das variáveis clínicas.....	37
Circunferência da coxa.....	37
Dor.....	38
Percepção de esforço para membros inferiores.....	40
Análise das variáveis funcionais.....	41
Força muscular isométrica.....	41
Flexibilidade (Amplitude de movimento – ADM).....	42
Potência Muscular (Teste de salto vertical e horizontal).....	43
Forma de análise de dados.....	45

Resultados	46
Discussão	64
Conclusão	72
Referências Bibliográficas	73
APÊNDICE I - IPAC	79
APÊNDICE II - Termo de consentimento livre e esclarecido	81

Lista de Figuras

Figura 1. Realização do teste de 1RM.....	35
Figura 2. Avaliação da circunferência da coxa (perimetria).....	37
Figura 3. Avaliação da sensação subjetiva da dor (EVA).....	38
Figura 4. Avaliação da dor por pressão (algômetro).....	39
Figura 5. Avaliação da percepção de esforço para o membro inferior (Borg)...	40
Figura 6. Avaliação da força muscular isométrica (dinamômetro).....	41
Figura 7. Avaliação da amplitude de movimento (goniometria).....	43
Figura 8. Avaliação da potência muscular (salto vertical).....	43
Figura 9. Avaliação da potência muscular (salto horizontal).....	44

Lista de Tabelas e Quadros

Quadro 1. Condução do treinamento segundo as dinâmicas de exercício e sessões.....	31
Quadro 2. Distribuição dos momentos de coleta segundo as variáveis do estudo.....	34
Quadro 3. Principais resultados para variáveis clínicas e funcionais.....	46
Tabela 1. Valores de média, desvio-padrão e mediana das variáveis antropométricas e idade dos sujeitos dos grupos estresse e treinamento.....	47
Tabela 2. Média e desvio padrão do teste de 1RM segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.....	48
Tabela 3. Média e desvio padrão da dinamometria 60° segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação em cada angulação.....	49
Tabela 4. Média e desvio padrão do salto vertical segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.....	50
Tabela 5. Média e desvio padrão do salto horizontal segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.....	51
Tabela 6. Média e desvio padrão de flexibilidade grupo, tipo de contração e momento de avaliação.....	52
Tabela 7A. Média e desvio padrão da circunferência da coxa 10% segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação em cada perimetria.....	53

Tabela 7B. Média e desvio padrão da circunferência da coxa 20% segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação em cada perimetria.....	54
Tabela 7C. Média e desvio padrão da circunferência da coxa 30% segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação em cada perimetria.....	55
Tabela 7D. Média e desvio padrão da circunferência da coxa 40% segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação em cada perimetria.....	56
Tabela 8A. Média e desvio padrão do algômetro 10% segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação em cada medida.....	57
Tabela 8B. Média e desvio padrão do algômetro 20% segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação em cada medida.....	58
Tabela 8C. Média e desvio padrão do algômetro 30% segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação em cada medida.....	59
Tabela 8D. Média e desvio padrão do algômetro 40% segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação em cada medida.....	60
Tabela 9A. Mediana e valores mínimo e máximo da EVA segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.....	61
Tabela 9B. Mediana e valores mínimo e máximo da EVA segundo tipo de contração e momento de avaliação.....	62
Tabela 10A. Mediana e valores mínimo e máximo da escala de Borg segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.....	63

Tabela 10B. Mediana e valores mínimo e máximo da escala de Borg

segundo tipo de contração e momento de avaliação..... 64

Lista de Abreviaturas e Símbolos

ADM – Amplitude de movimento

EVA – Escala visual analógica

FCT – Faculdade de Ciências e Tecnologia

G1 – Grupo estresse concêntrico

G2 – Grupo estresse excêntrico

G3 – Grupo treinamento concêntrico

G4 – Grupo treinamento excêntrico

IMC – Índice de massa corporal

IPAC – International Physical Activity Questionnaire

UNESP – Universidade Estadual Paulista

1RM – Uma repetição máxima

a/b – Comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (grupos controle e treinamento) e momentos de avaliação;

A/B – Comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação;

α/β – Comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração.

Resumo

Introdução: exercícios resistidos são amplamente utilizados visando principalmente ao ganho de força muscular. Ações concêntricas e excêntricas são incluídas em programas de treinamento desta natureza, contudo, estudos que comparam os dois tipos, apresentam divergências entre eles em relação às adaptações promovidas. Levando em consideração a importância da relação custo benefício quanto à aplicação destas contrações nos processos de reabilitação e treinamento, entende-se como importante empreender investigação sobre as respostas clínicas e funcionais em ensaio clínico. **Objetivo:** analisar e comparar os efeitos de estímulos de estresse e treinamento, a partir de contrações musculares concêntricas *versus* excêntricas, sobre parâmetros clínicos e funcionais, em sujeitos saudáveis e fisicamente ativos. **Casuística e Métodos:** o estudo foi composto por 93 sujeitos, com idade entre 18 e 31 anos e divididos em quatro grupos: estresse concêntrico (G1), estresse excêntrico (G2), treinamento concêntrico (G3) e treinamento excêntrico (G4). Os voluntários dos grupos G1 e G2 foram submetidos a uma única sessão de exercício de força máxima a 100% de 1RM, enquanto os grupos G3 e G4 realizaram 10 sessões de treinamento de força, por 3 semanas consecutivas, sendo as sessões 1 e 2 composta por 3 séries de 8 repetições, sessões 3 e 4 por 3 séries de 6 repetições, sessões 5 e 6 por 3 séries de 4 repetições, sessões 7 e 8 por 3 séries de 2 repetições e a sessões 9 e 10 por 3 séries de 1 repetição, ou seja, 100% de 1RM. As coletas das variáveis clínicas e funcionais ocorreram no decorrer das sessões e seus intervalos. Para análise dos dados utilizou-se a técnica da análise de variância para o modelo de medidas repetidas em grupos independentes, complementada com o teste de comparações múltiplas (SNK, para

paramétrico e, Dunn, para não paramétrico). Foi considerado o nível de significância 5%. **Resultados:** foi observado ganho de força muscular isotônica para o grupo G4, sendo este incremento significativamente maior comparado ao grupo G2 96 horas após sessão, melhora da potência muscular por meio do teste de salto horizontal para G3 e G4 em 96 horas, aumento da sensação de dor, tanto para G1 quanto para G2, em comparação aos seus respectivos grupos de treinamento imediatamente após e 48 horas pós-esforço, aumento da sensação de dor para G3 em comparação a G4, imediatamente após a segunda sessão e aumento da percepção de esforço, imediatamente após a realização das sessões para todos os grupos. **Conclusão:** estímulos de treinamento, independente do tipo de contração muscular enfatizada, apresentaram efeito protetor em relação a parâmetros clínicos, como a dor, bem como mostraram adaptação quanto à potência muscular. Especificamente, o treinamento realizado a partir de ações excêntricas, levou à adaptação da força muscular isotônica.

Palavras – chave: exercício físico; força muscular; dor.

Abstract

Introduction: resistance exercises are widely used mainly aiming to gain muscle strength. Concentric and eccentric actions are included in training programs of this nature, however studies comparing the two types, show differences between them regarding the importance of cost effectiveness in the implementation of these contractions in the process of rehabilitation and training as an important means to undertake research on the clinical and functional responses in clinical trial. **Objective:** to analyze and compare the effects of stress stimuli and training, from concentric versus eccentric muscle contractions on clinical and functional parameters in healthy subjects and physically active. **Casuistry and Methods:** the study comprised 93 subjects, aged between 18 and 31 years and divided into four groups: stress concentric (G1), stress eccentric (G2), concentric training (G3) and eccentric training (G4). Volunteers in groups G1 and G2 underwent a single session of strength exercise maximum 100% of 1RM, while the groups G3 and G4 performed 10 sessions of strength training, for 3 consecutive weeks, with sessions 1 and 2 comprised for 3 sets of 8 repetitions, sessions 3 and 4 by 3 sets of 6, sessions 5 and 6 by 3 sets of 4 repetitions, sessions 7 and 8 for 3 sets of 2 repetitions and sessions 9 and 10 for 3 sets of 11 repetitions, in other words 100% of 1RM. The collections of clinical and functional variables occurred during the sessions and their ranges. Data analysis used the technique of analysis of variance for repeated measurements model into independent groups, complemented by the multiple comparison test (Student-Newman-Keuls, for parametric and Dunn, for non-parametric) ix We considered the 5% significance level. **Results:** there was isotonic muscle strength gain for the group G4, this increase begin significantly higher compared to G2 96 hours

after the session, improvement of muscle power by means of the horizontal jump for G3 and G4 in 96 hours, increased pain sensation for both G1 and G2, compared to their respective training groups immediately after and 48 hours post-exercise, increased sense of pain for G3 versus G4, immediately after the second session and increased perception of effort, immediately after the sessions for all groups. **Conclusion:** training stimuli, regardless of the type of muscle contraction emphasized a protective effect in relation to clinical parameters such as pain, showed adaptation as well as the muscle power. Specifically, the training conducted from eccentric actions led to the adaptation of isotonic muscle strength.

Keyword: exercise; muscle strength; pain.

INTRODUÇÃO

Exercícios resistidos são amplamente utilizados visando o ganho de força e resistência muscular. Sua prescrição é direcionada em situações diversas, desde condições patológicas objetivando processos de reabilitação, em sujeitos aparentemente saudáveis para manutenção de bons níveis de saúde ou em desportistas no sentido de prevenir lesões ou otimizar performance. Dentre as diversas possibilidades de execução destacam-se os estímulos clássicos, gerados a partir de contrações concêntricas (encurtamento das fibras musculares) e excêntricas (alongamento das fibras) ^(1, 2).

Melo *et al.* ⁽³⁾ afirmaram ser bem estabelecido na literatura que o treinamento resistido é capaz de incrementar força e massa muscular, independente do sexo e da idade e, relataram que o *American College of Sports Medicine* recomenda que ações musculares concêntricas e excêntricas devem ser incluídas em programas de treinamento desta natureza. Contudo, estudos que comparam a utilização dos dois tipos, apresentam resultados conflitantes ⁽⁴⁻⁸⁾.

Wasielwski e Kotsko ⁽⁹⁾ constataram em seu estudo de revisão sobre o tratamento de tendinoses de extremidade inferior, que estímulos excêntricos comparados aos concêntricos apresentam, predominantemente, melhores resultados em relação à diminuição de dor e satisfação do paciente após a reabilitação. Estes achados, segundo os autores, devem-se, provavelmente, à inibição da produção de agentes responsáveis pela produção de dor, como a substância P e glutamato, bem como a estimulação da síntese de colágeno no tendão, proporcionando maior resistência tecidual.

Roig *et al.* ⁽⁶⁾, em revisão, também apontou os benefícios da realização de estímulos excêntricos comparados aos concêntricos, em pacientes com condições crônicas de saúde. Os autores relatam que quando este tipo de contração é enfatizado em um protocolo de treinamento, há um maior ganho de força, massa muscular e adaptações neurais, e ainda, afirmam que devido aos componentes elásticos presentes no complexo músculo-tendão, durante ações excêntricas, há aumento do potencial de produção de força e redução do consumo de energia durante sua realização.

Friedmann-Bette *et al.* ⁽¹⁾, ao comparar 6 semanas de um treinamento de força concêntrico/excêntrico para o quadríceps e um treino concêntrico/excêntrico com sobrecarga excêntrica, observaram melhora significativa na resposta funcional da potência muscular, por meio de um teste de salto vertical máximo, após o treinamento com predomínio excêntrico. Também foi identificado, por meio de biópsia muscular, aumento significativo de fibras musculares tipo II como consequência da realização do exercício. A partir disto, acredita-se que a melhoria do salto pode ter sido determinada devido um melhor desenvolvimento de força explosiva, já que ações musculares excêntricas induzem adaptações que favorecem um músculo mais forte e rápido.

Além disso, no estudo de Farthinge e Chilibeck ⁽¹⁰⁾, ao compararem treinamentos concêntricos e excêntricos em diferentes velocidades de contração (rápida e lenta), durante 8 semanas, constatou-se que houve incremento significativo de força muscular, avaliada por um dinamômetro isocinético e de hipertrofia muscular, por meio da avaliação de ultrassom, nos grupos de ações excêntricas, predominantemente aquele que realizou o movimento em alta velocidade de contração.

Os autores sugerem que a produção de força é determinante, tanto para o incremento de força muscular, como para a hipertrofia e varia com o tipo e velocidade

de contração. Relatam ainda, que a contração excêntrica apresenta, tipicamente, maior geração de força máxima, comparada com a concêntrica e que a produção desta força aumenta, conforme se eleva a velocidade de contração.

Outro estudo que também identificou resultados positivos após a realização de treino excêntrico foi o de Jonsson e Alfredson ⁽¹¹⁾, no qual analisaram os efeitos do treinamento concêntrico *versus* excêntrico em atletas com tendinite patelar. Para verificação da intensidade de dor sentida pelos voluntários utilizaram uma escala visual analógica (EVA).

Foi identificado neste estudo, que o treinamento excêntrico do quadríceps produziu melhor resultado clínico, com a diminuição da dor após o treinamento e, ainda, melhora da função, diferentemente do encontrado no grupo concêntrico. Estas características podem estar associadas a uma melhor resposta do tecido lesionado, no que se refere aos mecanismos de reparação tecidual, durante a realização de ações excêntricas. Nenhum paciente do grupo concêntrico ficou satisfeito com o resultado proporcionado pós-treinamento.

Vikne *et al.* ⁽⁵⁾, compararam dois programas de treinamento de força máxima, concêntrico e excêntrico, por 12 semanas, com o intuito de avaliar a força isotônica concêntrica e excêntrica (teste de 1RM) e a hipertrofia muscular, por meio da mensuração da área de seção transversa do músculo bíceps braquial. Como resultados, identificaram aumento significativo da força isotônica excêntrica e concêntrica e hipertrofia muscular para o grupo que realizou o treinamento excêntrico. Os autores sugerem que para indivíduos que estão habituados a uma rotina de treinamentos, atribuem-se os ganhos, principalmente, às adaptações musculares, contudo, em sujeitos destreinados, os incrementos ocorrem, basicamente, por um

aumento da excitabilidade do motoneurônio e/ou adaptações neurais favorecidas após a contração excêntrica.

Quando o intuito é verificar as respostas agudas frente a uma única exposição a exercício excêntrico, Black e Mccully ⁽¹²⁾ relataram que isto já é suficiente para resultar em uma adaptação capaz de reduzir a ocorrência de lesão muscular em sessões subsequentes de trabalhos semelhantes, devido a adaptações estruturais como a remoção de fibras musculares suscetíveis à lesão e adição de sarcômeros em série.

Lavender e Nosaka ⁽¹³⁾ observaram que o exercício excêntrico leve promove efeito protetor (déficits menores de força isométrica máxima, ADM e dor), após a realização de um exercício excêntrico extenuante. Para avaliar a variável clínica dor utilizaram uma escala visual analógica e, em relação às variáveis funcionais, utilizaram um transdutor para avaliar a força isométrica máxima e um goniômetro para analisar a amplitude de movimento.

Contudo, apesar dos benefícios descritos, há relatos de que contrações excêntricas também são indutoras de lesão muscular, ou seja, apesar dos aspectos positivos, sua realização precisa ser ponderada, a fim de garantir a eficiência do treinamento e manutenção da saúde dos praticantes ^(4,14).

Brentano e Krueel ⁽¹⁵⁾, em estudo de revisão, mostram que ações musculares excêntricas produzem elevada ocorrência de lesão muscular. O elevado estresse aplicado durante uma contração excêntrica intensa causa desarranjos na estrutura dos sarcômeros, o que provoca um processo inflamatório no tecido atingido. Estes estresses estruturais favorecem déficits nos níveis de força, que permanecem abaixo dos valores observados antes do exercício e ainda, estão relacionados ao

fortalecimento excessivo dos sarcômeros, que resulta em sobreposição inadequada dos filamentos contráteis e alterações no processo de excitação-contração.

No estudo de Glesson *et al.* ⁽⁴⁾, após 4 semanas de treinamento concêntrico para os flexores do cotovelo, seguida de uma sessão máxima de exercício excêntrico, aponta-se que a lesão muscular induzida por exercício pode ser particularmente causada por uma atividade que contém frequências elevadas de ações musculares excêntricas, ocasionando desta forma, sintomas como dor, mudanças na amplitude de movimento e diminuição da força muscular. Para avaliação destas variáveis foi utilizada uma escala visual analógica, goniômetro e um dinamômetro isocinético, respectivamente. A partir dos resultados encontrados, acredita-se que durante uma única sessão de ações excêntricas os sarcômeros podem se distender além do limite suportado, resultando em micro-traumas, ou até, danos mais severos, quando estes estímulos não são interrompidos.

Cooke *et al.* ⁽¹⁶⁾, aplicando 14 dias de exercício excêntrico a 120% de 1RM em sua amostra, relatam que as ações excêntricas levam à desorganização da estrutura normal do músculo e alteram a função do sarcolema e retículo sarcoplasmático, resultando em um aumento do cálcio intracelular e ativação, subsequente, de vias de degradação. O trauma criado por este tipo de exercício inicia uma cascata de eventos que conduzem alterações como, reduções na força muscular, aumento da dor e comprometimento da função muscular.

No estudo de Turner *et al.* ⁽⁷⁾, o exercício excêntrico foi realizado para induzir danos às fibras musculares e, a fim de identificar as respostas clínicas e funcionais frente a esta situação, foram avaliadas as variáveis força muscular isométrica (transdutor) e isotônica (teste de 1RM), amplitude de movimento (goniômetro) e limiar

de dor (por compressão). Os resultados encontrados mostram que houve uma prolongada perda de força muscular, alterações na amplitude de movimento da articulação analisada e um menor limiar de dor muscular 24 horas após a realização do exercício. Tais alterações foram observadas em níveis mínimos após a realização de exercícios concêntricos em outros estudos, já que são, primariamente, associados à fadiga metabólica e possuem capacidade de rápida recuperação, de acordo com os autores.

Piitulainen *et al.* ⁽¹⁷⁾, após realizar exercício máximo excêntrico para os flexores do cotovelo, identificaram que este tipo de contração, quando realizada repetidamente, causa lesão caracterizada pela perda prolongada de produção de força, verificada com teste de força isométrica máxima, dor muscular, avaliada por uma escala visual analógica e mudanças no comportamento da unidade motora, verificada por meio de eletromiografia, sendo a última identificada duas horas após o exercício. Os autores relatam que estas deficiências funcionais parecem estar relacionadas com a lentidão da condução do potencial de ação sarcolemal e, presumivelmente, uma redução na produção de força das unidades motoras afetadas.

Conforme o descrito, observam-se resultados conflitantes a partir da literatura levantada. De forma geral, as adaptações específicas ocorrem devido às diferenças entre os dois tipos de contração, já que, por exemplo, ações musculares excêntricas são realizadas em níveis mais elevados de força muscular absoluta, ainda que em níveis mais baixos de ativação e exigência metabólica, quando comparadas as ações concêntricas ^(3,18). Roig *et al.* ⁽²⁾, reiteram que ambas as contrações promovem diferentes estímulos para o músculo e, portanto, também produzem adaptações que se diferem entre si, como por exemplo, padrões neurais e mecânicos distintos, sendo que

ações excêntricas se caracterizam por apresentar atividade cortical mais rápida e melhor capacidade de alcançar maiores valores de força absoluta, quando comparadas às ações concêntricas.

O estudo sobre o tema permitiu uma leitura crítica pontual. Apresentado o estado da arte, conclui-se que as pesquisas investigam diversas e distintas variáveis, em amplo universo clínico e funcional. Utilizam diferentes métodos de avaliação e estabelecem protocolos de estresses que oscilam amplamente quanto à intensidade de esforço e volume de trabalho, concluindo de maneira divergente sobre as vantagens e desvantagens dos exercícios concêntricos e excêntricos e, por fim, nota-se que a maioria destas pesquisas busca as respostas clínicas ou funcionais a partir de estímulos excêntricos e há uma tendência dos achados para maiores ganhos de força e, em contrapartida, instalação de lesões para este tipo de contração.

Como lacuna no conhecimento observa-se a necessidade de investigar variáveis clínicas e funcionais, considerando tanto o processo de adaptação por incremento de cargas crescentes como respostas de estresse agudo, representado por estímulo de alta intensidade, porém, sem a sistematização do treinamento em duas modalidades diferentes de exercícios. Neste caso, ações predominantemente concêntricas em comparação às excêntricas.

Portanto, a partir do exposto, levando em consideração a importância do apontamento da relação custo benefício quanto à aplicação de ambos os tipos de contrações (concêntrica e excêntrica), principalmente em processos de reabilitação, entende-se como importante empreender investigação sobre as respostas clínicas e funcionais em ensaio clínico.

Dessa forma, o objetivo deste estudo é analisar e comparar os efeitos de estímulos de estresse e treinamento, a partir de contrações musculares concêntricas *versus* excêntricas, sobre parâmetros clínicos (dor, circunferência da coxa e percepção de esforço) e funcionais (força muscular, flexibilidade, potência muscular), em sujeitos saudáveis e fisicamente ativos.

CASUÍSTICA E MÉTODOS

População de Estudo

O estudo foi composto por 93 indivíduos do sexo masculino, aparentemente saudáveis, classificados como fisicamente ativos por meio do IPAQ⁽¹⁹⁾ (*International Physical Activity Questionnaire*) (APÊNDICE I) e com idade compreendida entre 18 e 31 anos.

Foram incluídos no estudo aqueles que apresentavam as seguintes características: ausência de anemia, processos inflamatórios e/ou infecciosos, diabetes, doença cardiovascular, problemas no fígado, não ser alcoólatra, não ser usuário de drogas e de cigarro, não ser usuário crônico de medicamentos antiinflamatórios, não ter apresentado episódio de lesão músculo-tendínea ou osteoarticular nos membros inferiores e/ou coluna no último ano e não participar de programa de musculação há pelo menos 6 meses.

Estes sujeitos foram informados sobre os procedimentos e objetivos do estudo e, após concordarem, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE II), onde fica assegurada a privacidade dos mesmos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente – UNESP (Processo número 20/2010).

Desenho do Ensaio

A coleta de dados ocorreu no Centro de Estudos e de Atendimentos em Fisioterapia e Reabilitação da FCT-UNESP de Presidente Prudente, no período extra-atendimentos, das dezoito às vinte e duas horas.

O estudo foi composto por dois grandes grupos, sendo um caracterizado por realizar uma única sessão de estresse máximo e o outro caracterizado por realizar um treinamento de força com cargas progressivas. Ambos foram subdivididos, aleatoriamente, em quatro agrupamentos menores e foram nomeados de acordo com o tipo de contração muscular predominantemente utilizada, ou seja, grupo estresse concêntrico (G1), grupo estresse excêntrico (G2), grupo treinamento concêntrico (G3) e grupo treinamento excêntrico (G4).

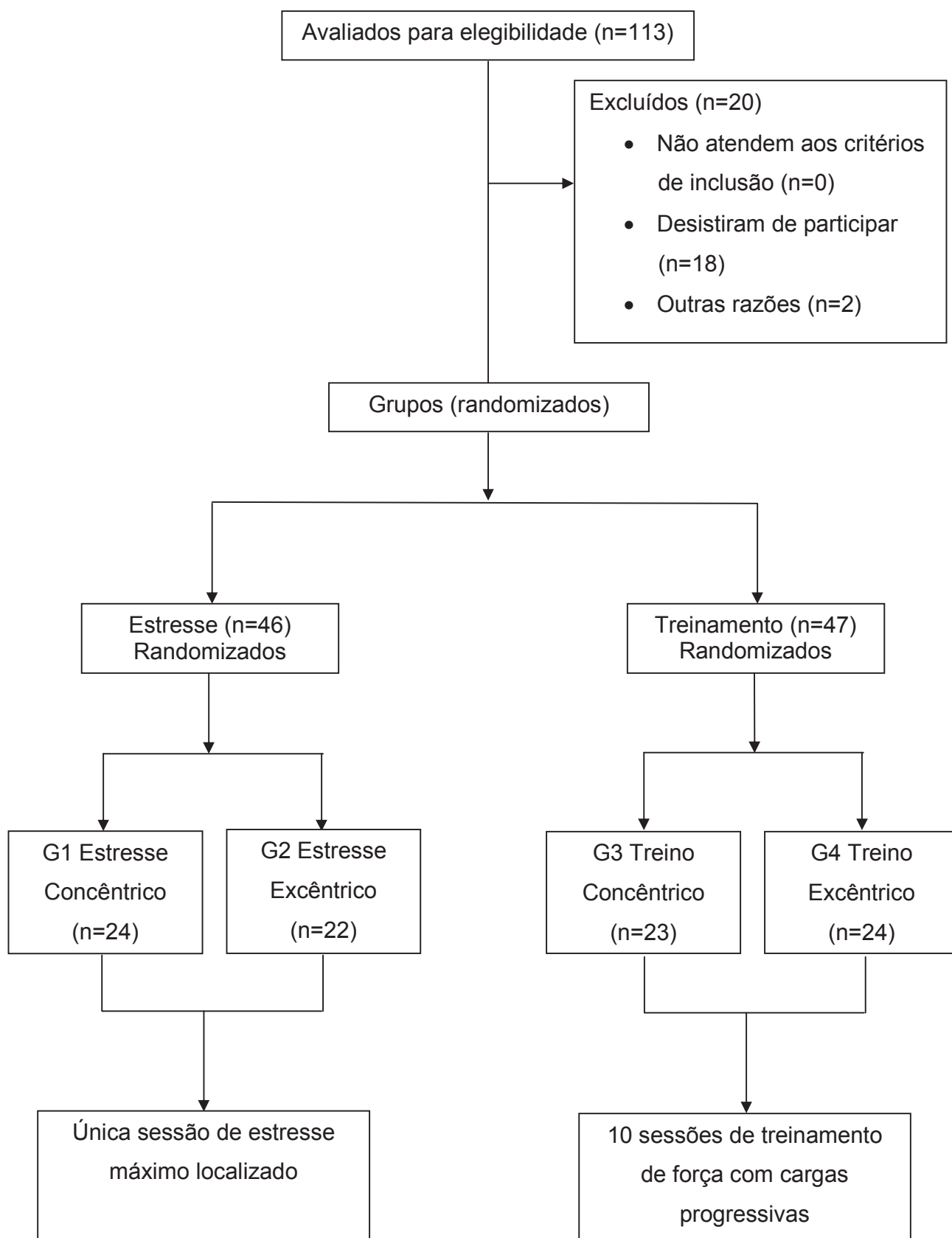
Antes do início dos procedimentos os indivíduos foram identificados coletando-se as seguintes informações: nome, idade, massa corpórea e estatura. Para determinação do índice de massa corpórea, a análise antropométrica destes indivíduos foi realizada pela mensuração da altura em posição ortostática, por meio de um estadiômetro da marca *Sanny*; e do peso, em balança digital da marca *Tanita BC554, Iron Man/Inner Scanner*. Estes dados foram anotados em fichas individualizadas, nas quais todos os valores analisados durante as coletas das variáveis, do início ao fim dos protocolos, foram marcados.

Anteriormente a realização dos protocolos, uma semana foi destinada, exclusivamente, para a execução de testes e avaliações das variáveis do estudo. Inicialmente, foi aplicado o teste de uma repetição máxima (1RM) para o quadríceps e a familiarização dos sujeitos com o equipamento utilizado durante as coletas. Após a semana de testes, os grupos G1 e G2 foram submetidos a apenas uma sessão de

estresse máximo localizado, composta por três séries de uma repetição a 100% de 1RM.

Já os grupos G3 e G4 foram submetidos a dez sessões de treinamento de força e realizaram o treino de forma progressiva, iniciando a 80% de 1RM, com incrementos de 5% a cada duas sessões, até alcançar 100% de 1RM, totalizando 10 sessões. Todas as sessões consistiram de três séries, com intervalo de descanso de cinco vezes o tempo de execução do exercício. As repetições foram alteradas de forma decrescente a cada duas sessões, sendo que a primeira sessão era composta por 3 séries de 8 repetições, a terceira sessão por 3 séries de 6 repetições, a quinta por 3 séries de 4 repetições, a sétima por 3 séries de 2 repetições e a nona por 3 séries de 1 repetição, ou seja, 100% de 1RM (quadro 1).

Quadro 1. Condução do treinamento segundo as dinâmicas de exercício e sessões.			
Sessões	Dinâmica de Volume de Trabalho	Dinâmica de Intensidade de Esforço	Tempo de descanso entre séries
1 ^a e 2 ^a	3 séries de 8 repetições	80% de 1RM	2 minutos e 60 segundos
3 ^a e 4 ^a	3 séries de 6 repetições	85% de 1RM	2 minutos
5 ^a e 6 ^a	3 séries de 4 repetições	90% de 1RM	1 minuto e 30 segundos
7 ^a e 8 ^a	3 séries de 2 repetições	95% de 1RM	40 segundos
9 ^a e 10 ^a	3 séries de 1 repetição	100% de 1RM	20 segundos



A dinâmica de prescrição é baseada na forma clássica de cargas crescentes, respeitando a interdependência volume x intensidade como proposto por Chiesa ⁽²⁰⁾ e adaptado à necessidade de evolução em dez sessões. Assim, o protocolo proposto, enfatiza o ganho de força muscular, recomendado na prática clínica de fisioterapia, garantindo a especificidade do trabalho bem como a individualidade da condução das cargas.

Na primeira semana, além da familiarização e teste de 1RM, também foram avaliadas as seguintes variáveis para todos os grupos: força muscular isométrica (dinamometria), flexibilidade (goniometria), circunferência da coxa (perimetria) e potência muscular (salto vertical e salto horizontal).

Imediatamente antes, durante e após a realização das sessões de estresse e treinamento, a coleta das variáveis estudadas ocorreu em momentos específicos. Tais momentos foram escolhidos em virtude das respostas agudas e crônicas dos estímulos e da logística disponível para a execução dos testes no decorrer da coleta de dados e visam ao melhor entendimento do comportamento das variáveis escolhidas para análise. Para facilitar a compreensão da relação entre variáveis e momentos, apresenta-se o quadro 2, correspondente aos grupos G1, G2, G3 e G4.

Quadro 2. Distribuição dos momentos de coleta segundo as variáveis do estudo.							
	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6
V1	X						X
V2	X			X	X	X	X
V3	X			X			X
V4	X			X			X
V5	X			X			X
V6	X			X	X	X	X
V7		X	X	X	X	X	X
V8		X	X	X	X	X	X
V9		X	X				

Legenda:
V1: Teste de 1RM; **V2:** Dinamometria; **V3:** Salto vertical; **V4:** Salto horizontal; **V5:** Flexibilidade; **V6:** Perimetria; **V7:** Algômetro; **V8:** EVA; **V9:** Borg. **M0:** antes do início do treinamento/sessão única; **M1:** imediatamente antes das sessões/da sessão única; **M2:** imediatamente após as sessões/a sessão única; **M3:** 24 horas após a 10ª sessão/sessão única; **M4:** 48 horas após a 10ª sessão/sessão única; **M5:** 72 horas após a 10ª sessão/sessão única; **M6:** 96 horas após a 10ª sessão/sessão única.

Teste de 1RM e Familiarização com o Equipamento

O teste de 1RM determinou a carga máxima, em quilogramas, que cada voluntário conseguiu atingir durante a extensão do joelho para, posteriormente, serem determinadas as cargas individuais de trabalho.

Este teste representa a maior resistência que pode ser movimentada através da amplitude de movimento plena de uma maneira controlada e com boa postura. O teste iniciou com uma carga correspondente a 50% do peso corporal do indivíduo, recebendo

incrementos de 30% deste valor e, também, de acordo com a percepção do sujeito, até ser concluído quando o voluntário alcançava a carga máxima, na qual conseguisse executar o movimento sem falha mecânica. Não foi permitido mais do que cinco tentativas para estabelecimento desta carga máxima ou então, o teste era considerado inválido e o voluntário tinha que ser submetido ao teste em outro dia ⁽²¹⁾.

Optou-se em realizar tanto o teste de 1RM quanto as sessões de exercício, com o membro inferior não-dominante, pois de acordo com Gleeson *et al.* ⁽⁴⁾, o membro dominante pode ser influenciado por esforços físicos, concêntricos e excêntricos, realizados durante as atividades de vida diária, potencializando o efeito de ganho de força muscular. Durante a realização do teste e dos protocolos de treino e exercício subsequentes, os sujeitos permaneceram sentados, apoiando as mãos nas laterais da cadeira para promover maior estabilidade durante a movimentação. Ainda, a fim de diminuir as compensações, estes indivíduos foram fixados por meio de faixas de velcro pelo tronco e coxas, assim como representado na figura 1.



Figura 1. Realização do teste de 1RM

Após 96 horas da realização da única sessão dos grupos G1 e G2 e da última sessão de treinamento dos grupos G3 e G4, novo teste de 1RM foi executado. Para tal procedimento, bem como para a realização dos protocolos, foi utilizado um aparelho de musculação (*Ipiranga equipamentos, linha academia Hard*), para promover melhor controle da postura, fidedignidade dos dados e reprodutibilidade para a prática clínica, sendo a carga máxima suportada pelo equipamento de 80 kg, podendo incrementar este valor, caso necessário, com a utilização de halteres.

A familiarização do sujeito com o equipamento teve como objetivo evitar erros na execução dos movimentos que poderiam influenciar nos resultados finais. Cada grupo foi orientado a realizar a contração do músculo quadríceps de modo que predominasse uma das fases, concêntrica ou excêntrica, realizadas em diferentes velocidades de contração.

Para os grupos que realizaram a contração concêntrica com o membro inferior não-dominante, o movimento de extensão do joelho a partir de 90° de flexão ocorreu de forma progressiva, no tempo de 3 segundos, até atingir a ADM completa (180° de extensão de joelho). O retorno do membro para a posição de origem ocorreu em 1 segundo. Já para os grupos de ações excêntricas, primeiramente, ocorreu a extensão do joelho a partir de 90° de flexão do mesmo em 1 segundo e a contração excêntrica durante a flexão, no tempo de 3 segundos.

Esta opção foi baseada no estudo de Corvino *et al.* ⁽²²⁾, que identificou maiores valores de desenvolvimento de força em velocidades menores durante a realização de amplitudes de movimento. Esse fato justifica, portanto, a escolha da realização da contração muscular, tanto concêntrica quanto excêntrica, em baixa velocidade (três segundos).

Avaliação das Variáveis Clínicas

Circunferência da coxa (perimetria)

Para realizar a medida da circunferência da coxa, o indivíduo permaneceu deitado na maca, em posição supina, na qual, primeiramente, foi realizada a medida do comprimento da coxa entre a espinha ílaca ântero superior e a borda superior da patela. A partir deste valor, a medida da circunferência da coxa foi avaliada em 10%, 20%, 30%, 40% de seu comprimento (figura 2). Duas medidas foram realizadas em cada local e a média destas duas foi utilizada, conforme sugerem Cleary *et al.* ⁽²³⁾.



Figura 2. Avaliação da circunferência da coxa (perimetria)

Os valores, em centímetros, foram obtidos por meio da utilização de uma fita métrica e marcados com uma caneta semi-permanente, sendo que todas as medidas coletadas foram realizadas sempre no mesmo local demarcado e pelo mesmo avaliador, conforme sugerem Glesson *et al.* ⁽⁴⁾.

Dor

Para a obtenção da intensidade de dor sentida pelos voluntários em determinados momentos durante a aplicação dos protocolos, foi utilizada a escala visual analógica de dor (EVA), apresentada na figura 3. Esta é uma escala graduada entre 0 e 10, sendo zero caracterizado por ausência total de dor e 10 o nível de dor máximo suportado pelo indivíduo, conforme descrito por Jönhagen *et al.* ⁽²⁴⁾.



Figura 3. Avaliação da sensação subjetiva da dor (EVA)

Os indivíduos foram questionados sobre a presença de dor, localizada na coxa do membro inferior não-dominante, identificando por meio da escala o número correspondente à intensidade de dor no presente momento. Tal procedimento é amplamente utilizado em estudos onde a natureza é observar a ocorrência de lesões, como nos estudos de Black e McCully ⁽¹²⁾, Cleary *et al.* ⁽²³⁾ e Bloomer *et al.* ⁽²⁵⁾. No sentido de identificar a presença de dor em outras estruturas também associadas ao exercício, foi utilizada a mesma escala.

Outro instrumento também utilizado para quantificar a intensidade de dor foi o algômetro de pressão (*Wagner Instruments, FPX 50/220*), equipamento já validado no

estudo de Kinser *et al.* ⁽²⁶⁾. O limiar de dor foi definido em kgf, por meio da mínima pressão necessária para induzir dor na região da coxa dos indivíduos do estudo.

Um mesmo avaliador foi responsável pela aplicação do algômetro. A pressão realizada foi aplicada perpendicularmente à superfície do músculo reto femoral nos mesmos pontos onde foram realizadas as medidas para a perimetria, que correspondem a 10%, 20%, 30% e 40% do comprimento da coxa entre a espinha ílica ântero superior e a borda superior da patela (figura 4). Estes pontos foram marcados com o auxílio de uma fita métrica e caneta semi-permanente e os voluntários foram instruídos a indicar quando a sensação de pressão se modificasse para sensação de dor, sendo este valor registrado em ficha individualizada. Por motivos de segurança a pressão exercida não excedeu 2,55 kgf, assim como sugerido por Jönhagen *et al.* ⁽²⁷⁾ e foi aplicada de forma suave e lenta nos pontos pré-estabelecidos.



Figura 4. Avaliação da dor (algômetro)

Tais procedimentos foram realizados visando ao controle da condição física individual de cada sujeito e, pôde servir de parâmetro para exclusões daqueles que pudessem ter referido sintomas importantes como dor intensa e incapacitante.

Percepção de esforço para membros inferiores

O grau de esforço subjetivo referido pelos sujeitos durante as sessões, em relação ao membro inferior utilizado, foi analisado por meio da escala de percepção de esforço de *Borg*, representada na figura 5.

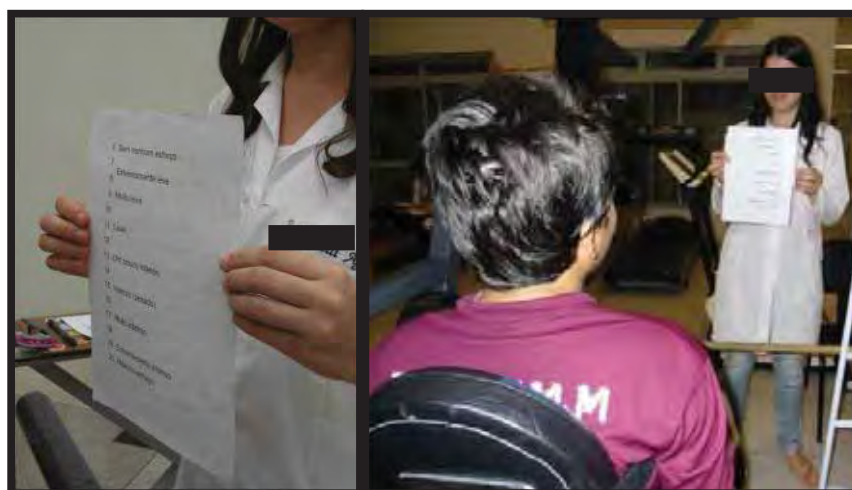


Figura 5. Avaliação da percepção de esforço para o membro inferior (Borg)

Ela é caracterizada como sendo uma escala ordinal com valores que variam de 6 a 20 pontos, conforme descrevem Parr *et al.* ⁽¹⁴⁾, sendo que o 6 corresponde a classificação “muito fácil” e 20 a “exaustivo”. Esta escala foi apresentada aos indivíduos e de forma que eles não fossem influenciados pelo avaliador, responderam a pergunta: “De 6 a 20 pontos, como você classifica a sensação de esforço sentida em relação ao seu membro inferior nesse momento?” Todas as respostas foram anotadas em fichas individualizadas, de acordo com o momento de cada coleta. Este procedimento também

se caracteriza como freqüentemente utilizado em pesquisas, como as de Friedmann-Bette *et al.* ⁽¹⁾ e Wilkins *et al.* ⁽²⁸⁾.

Optou-se por utilizar uma razão percentual para análise da variável “percepção de esforço” (Borg) para facilitar o tratamento estatístico dos dados, sobretudo em razão do cálculo da amostra. Assim, seis (6) representa zero (0) e vinte (20) representa 100%. Clinicamente, 0 passa a ser classificado como “muito fácil” e 100%, “exaustivo”.

Avaliação das variáveis funcionais

Força Muscular Isométrica

Para determinação da força muscular isométrica, os indivíduos foram submetidos à dinamometria, por meio de um dinamômetro digital portátil (*DD 300, Meditec, São Paulo, Brasil*), que apontou em quilogramas, a força muscular máxima realizada durante a extensão do joelho, do membro inferior não-dominante.

Os voluntários estavam sentados em uma cadeira extensora, apoiando as mãos na lateral da mesma e, fixados por meio de velcros no tronco e quadril, para que durante o teste, fossem minimizadas as chances de compensações ou desestabilizações, assim como apresentado na figura 6.



Figura 6. Avaliação da força muscular isométrica (dinamômetro)

Foram orientados a realizar uma seqüência de três contrações isométricas máximas, em direção à extensão do joelho, com o membro inferior não-dominante partindo de 60° de flexão, definida a partir de um goniômetro. Cada contração tinha duração de 5 segundos, com intervalos de 30 segundos entre elas, conforme sugerido por Parr *et al.*⁽¹⁴⁾. O maior valor obtido entre as três medidas foi considerado.

Flexibilidade (amplitude de movimento - ADM)

A flexibilidade foi analisada a partir da ADM da flexão do joelho do membro inferior não-dominante utilizado no treinamento. As medidas foram obtidas por meio de um goniômetro da marca “*trident*” (Itapuí, Brasil), assim como no estudo de Paar *et al.*⁽¹⁴⁾. O procedimento de coleta foi realizado de acordo com Cleary *et al.*⁽²³⁾, que em seu estudo utilizou a goniometria para analisar a amplitude de movimento após exercício excêntrico.

O indivíduo foi posicionado em decúbito ventral na maca, com o quadril em 0° de abdução e flexão. Uma toalha dobrada foi fixada na região distal da coxa para estabilizar o fêmur e reduzir a rotação, flexão e extensão do quadril. O ponto médio do goniômetro foi centrado sobre o epicôndilo lateral do fêmur, o braço fixo alinhado com o trocânter maior e o braço móvel com a linha lateral da fíbula, utilizando o maléolo lateral como referência. A posição inicial era de 0° de extensão de joelho e a ADM foi avaliada até a amplitude máxima alcançada ou quando o sujeito relatava qualquer dor. Foram realizadas duas medições e o maior desses valores foi utilizado (figura 7).



Figura 7. Avaliação da amplitude de movimento (goniometria)

Potência muscular (Teste de Salto Vertical e Horizontal)

Para a realização do salto vertical foi utilizada uma plataforma de salto (plataforma de Abalakov) ⁽²⁹⁾, na qual os participantes permaneceram em posição ortostática, com os pés descalços e abduzidos a 15° e com as mãos na cintura. Uma cinta de velcro ligada a uma fita métrica foi fixada a região abdominal do indivíduo, sendo que a fita estava alinhada com a cicatriz umbilical e passava entre os membros inferiores até a marcação no centro da plataforma, assim como representado na figura 8. Inicialmente, foi anotado o valor, em centímetros, da distância da cinta ao solo para que esta medida fosse descontada do valor final, após o salto.



Figura 8. Avaliação da potência muscular (salto vertical)

Para execução do salto os voluntários saíam da posição ortostática e agachavam o máximo possível, sem retirar os tornozelos do chão e sem inclinar o tronco à frente, não ultrapassando o valor de 90° de flexão do joelho, e, desta forma, projetavam o corpo verticalmente, o máximo que conseguissem. O tempo entre a descida e o salto, não podia ser superior a um segundo e a medida final, em centímetros, foi anotada. Cada indivíduo realizou três saltos com intervalos de três minutos entre eles e o maior valor atingido foi adotado como medida de referência.

O salto horizontal foi realizado seguindo os parâmetros adotados por Ronnestad *et al.* ⁽³⁰⁾, contudo, com algumas adaptações. Os indivíduos se posicionaram em pé, apoiados apenas no membro inferior não dominante, sobre uma marcação fixada no chão, sendo este o posicionamento zero (figura 9). Para a realização do salto, o membro inferior não dominante dava o impulso para que o sujeito projetasse o corpo à frente e, desta forma, conseguisse atingir a maior distância (posicionamento final), medida em centímetros. Os sujeitos realizaram 4 testes, sendo que o melhor resultado atingido foi o utilizado para posterior análise.



Figura 9. Avaliação da potência muscular (salto horizontal)

Forma de Análise dos Dados

Inicialmente os grupos foram comparados segundo variáveis antropométricas e idade, visando à verificação da homogeneidade dos participantes da pesquisa. A distribuição quanto à normalidade dos dados foi testada por meio do teste de *Kolmogorov-Smirnov*. Quando a distribuição foi normal, o teste adotado foi o *t de student* para dados não pareados e não havendo distribuição normal, o teste de *Mann-Whitney* foi utilizado.

Para comparação dos grupos, tipos de contração e momentos de análise, utilizou-se a técnica da análise de variância para modelo de medidas repetidas, no esquema de dois fatores, paramétrica para as variáveis força (teste de 1RM e dinamometria), potência muscular (salto vertical e horizontal), flexibilidade e circunferência da coxa e não paramétrica para as variáveis EVA e Borg, complementada com o teste de *Student-Newman-Keuls* (SNK) e *Dunn*, respectivamente, considerando o nível de 5% nas comparações⁽³¹⁾.

Os resultados foram representados por letras minúsculas (*a/b*) para comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (estresse e treinamento) e momentos de avaliação. Para comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação, os resultados foram representados por letras maiúsculas (*A/B*). E por fim, os resultados foram representados por letras gregas minúsculas (*α/β*) para comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração.

Letras diferentes representam resultados estatisticamente significantes, com valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS

A fim de sintetizar os resultados encontrados, a partir das comparações do presente estudo, foi elaborado um quadro comparativo (quadro 3), no qual são apresentados os achados estatisticamente relevantes, facilitando o entendimento sobre as vantagens e desvantagens da aplicação de ambos os tipos de protocolos (estresse ou treinamento) e de contrações (concêntrica ou excêntrica).

Quadro 3. Principais resultados para variáveis clínicas e funcionais.				
	G1	G2	G3	G4
Variáveis clínicas				
Perimetria 10%	=	=	=	=
Perimetria 20%	=	=	=	=
Perimetria 30%	=	=	=	=
Perimetria 40%	=	=	=	=
EVA	↑ IA após → G3	↑ IA após → G4	↑ IA sessão 2 → G4	=
Algômetro 10	=	=	=	=
Algômetro 20	=	=	=	=
Algômetro 30	↑ 48h após → G3	↑ 48h após → G4	=	=
Algômetro 40	=	=	=	=
Percepção de esforço (Borg)	↑ IA após → inicial	↑ IA após → inicial	↑ IA após → inicial	↑ IA após → inicial
	G1	G2	G3	G4
Variáveis Funcionais				
Teste 1 RM	=	=	=	↑ 96h após → inicial ↑ 96h → G2
Força muscular 60°	=	=	=	=
Flexibilidade (ADM)	=	=	=	=
Salto Vertical	=	=	=	=
Salto Horizontal	=	=	↑ 96h após → 24 h	↑ 96h após → inicial
G1 – estresse concêntrico/ G2 – estresse excêntrico G3 – treinamento concêntrico / G4 – treinamento excêntrico ↑ aumento / ↓ diminuição / → Em relação à / = sem diferença significativa				

Inicialmente, não se observou diferença estatisticamente significativa entre os grupos em relação às variáveis antropométricas e idade, como apresentado na tabela 1, o que evidencia a homogeneidade entre os grupos.

Tabela 1. Valores de média, desvio-padrão e mediana das variáveis antropométricas e idade dos sujeitos dos grupos estresse e treinamento.

VARIÁVEIS	Estresse		Treinamento	
	Concêntrico (G1)	Excêntrico (G2)	Concêntrico (G3)	Excêntrico (G4)
Idade	22,17±2,94 21,50	21,41±2,54 21,00	20,56±2,83 20,00	21,33±3,23 20,00
Peso	70,37±11,20 68,50	75,27±9,95 75,50	71,18±12,11 70,00	73,95±11,29 74,50
Estatura	1,73±0,05 1,73	1,76±0,09 1,75	1,74±0,07 1,73	1,75±0,07 1,74
IMC	23,58±3,86 22,46	24,21±2,48 24,53	23,58±3,13 23,46	24,05±3,58 24,26

Teste *t de student*, com $p > 0,05$, quando a distribuição dos dados é paramétrica e *Mann-Whitney*, com $p > 0,05$ quando a distribuição é não paramétrica.

A tabela 2 apresenta os valores de média e desvio padrão da variável força muscular, analisada isotonicamente, por meio do teste de 1RM. Observou-se diferença estatisticamente significativa entre os grupos G2 e G4 no momento final de análise, sendo a maior média de força identificada para G4.

Na comparação entre os momentos de avaliação, notou-se que em 96 horas após a realização do protocolo de estresse crônico, o G4 apresentou aumento significativo de força muscular isotônica, quando comparado ao momento inicial de avaliação.

Tabela 2. Média e desvio padrão do teste de 1RM segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.

Grupo	Momento	
	Inicial (familiarização)	Final (96 horas)
G1	46,67±15,72 <i>aAα</i>	46,04±16,02 <i>aAα</i>
G2	47,96±13,94 <i>aAα</i>	46,36±14,90 <i>aAα</i>
G3	46,30±10,03 <i>aAα</i>	48,70±11,20 <i>aAα</i>
G4	49,58±11,32 <i>aAα</i>	55,42±10,52 <i>aBβ</i>

(*a*): comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (grupos controle e treinamento) e momentos de avaliação;

(*A/B*): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação;

(*α/β*): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração.

A média e desvio padrão dos valores de força muscular, analisada isometricamente, por meio da dinamometria, são apresentados na tabela 3. Não foram identificadas, para esta variável, diferenças estatisticamente significantes entre os grupos, tipos de contração ou entre os momentos de avaliação.

Tabela 3. Média e desvio padrão da dinamometria 60° segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação em cada angulação.

Grupo	Inicial	Momento			
		24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
G1	41,74±9,49 aAα	39,91±8,35 aAα	38,12±6,52 aAα	38,76±7,67 aAα	40,80±8,67 aAα
G2	40,39±7,56 aAα	39,74±7,15 aAα	38,62±6,40 aAα	40,26±5,34 aAα	40,53±8,08 aAα
G3	39,25±6,64 aAα	36,27±6,86 aAα	38,70±11,76 aAα	36,36±7,58 aAα	38,77±7,84 aAα
G4	40,20±6,38 aAα	39,27±8,06 aAα	39,45±7,93 aAα	38,69±6,97 aAα	39,65±7,84 aAα

(a): comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (grupos controle e treinamento) e momentos de avaliação;
(A): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação;
(α): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração.

As tabelas 4 e 5 apresentam os resultados encontrados em relação a variável potência muscular, analisada por meio dos testes de salto vertical e horizontal, respectivamente. Em relação ao salto vertical (tabela 4), não foram observados resultados estatisticamente significantes.

Tabela 4. Média e desvio padrão do salto vertical segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.

Grupo	Momento		
	Inicial	24 horas	96 horas
G1	37,06±9,33 <i>aAα</i>	37,50±5,89 <i>aAα</i>	38,35±7,55 <i>aAα</i>
G2	37,00±6,04 <i>aAα</i>	38,47±6,27 <i>aAα</i>	39,07±6,99 <i>aAα</i>
G3	35,96±6,34 <i>aAα</i>	34,96±6,81 <i>aAα</i>	36,83±6,62 <i>aAα</i>
G4	36,46±4,56 <i>aAα</i>	37,21±4,15 <i>aAα</i>	38,06±4,56 <i>aAα</i>

(*a*): comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (grupos controle e treinamento) e momentos de avaliação;
(*A*): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação;
(*α*): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração.

Já em relação ao salto horizontal, assim como apresentado na tabela 5, observou-se melhora estatisticamente significativa para ambos os grupos que realizaram o treinamento (G3 e G4), sendo que para o G3 o ganho ocorreu em 96 horas após a última sessão comparada ao momento 24 horas e para G4 em 96 horas comparado aos momentos inicial e 24 horas pós-sessão.

Tabela 5. Média e desvio padrão do salto horizontal segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.

Grupo	Momento		
	Inicial	24 horas	96 horas
G1	158,29±19,03 <i>aAα</i>	155,19±20,44 <i>aAα</i>	157,10±19,71 <i>aAα</i>
G2	155,78±24,56 <i>aAα</i>	153,51±21,58 <i>aAα</i>	157,27±20,58 <i>aAα</i>
G3	141,57±21,78 <i>aAαβ</i>	139,23±37,63 <i>aAα</i>	153,26±22,96 <i>aAβ</i>
G4	143,48±25,90 <i>aAα</i>	147,12±24,20 <i>aAα</i>	155,13±25,87 <i>aAβ</i>

(*a*): comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (grupos controle e treinamento) e momentos de avaliação;
(*A*): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação;
(*α/β*): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração.

Em relação à variável flexibilidade, não foram identificadas diferenças estatisticamente significantes, entre os grupos e tipos de contração, nos momentos analisados, assim como apresentado na tabela 6.

Tabela 6. Média e desvio padrão de flexibilidade grupo, tipo de contração e momento de avaliação.

Grupo	Momento		
	Inicial	24 horas	96 horas
G1	118,83±9,94 aA α	118,00±7,81 aA α	119,38±7,12 aA α
G2	118,77±7,69 aA α	119,91±5,53 aA α	117,55±5,74 aA α
G3	118,61±8,87 aA α	119,22±6,71 aA α	118,17±8,99 aA α
G4	117,71±5,89 aA α	118,13±5,48 aA α	115,83±8,03 aA α

(a): comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (grupos controle e treinamento) e momentos de avaliação;
(A): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação;
(α): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração.

As tabelas 7A, 7B, 7C e 7D, apresentam as variações das medidas da circunferência da coxa no decorrer da coleta. Não foram observadas alterações significantes entre os grupos, tipos de contração e momentos de coleta de dados.

Tabela 7A. Média e desvio padrão da circunferência da coxa 10% segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação em cada perimetria.

Grupo	Momento				
	Inicial	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
G1	40,02±3,97 aAα	40,05±4,26 aAα	40,04±3,91 aAα	40,26±3,76 aAα	40,25±3,81 aAα
G2	41,01±2,88 aAα	41,54±3,31 aAα	41,62±3,02 aAα	41,80±3,15 aAα	41,82±3,13 aAα
G3	39,82±3,50 aAα	39,82±3,59 aAα	39,86±3,47 aAα	39,77±3,53 aAα	39,90±3,57 aAα
G4	40,54±3,96 aAα	39,93±4,19 aAα	40,29±4,10 aAα	40,41±3,91 aAα	40,35±3,85 aAα

(a): comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (grupos controle e treinamento) e momentos de avaliação;
(A): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação;
(α): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração.

Tabela 7B. Média e desvio padrão da circunferência da coxa 20% segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação em cada perimetria.

Grupo	Momento				
	Inicial	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
G1	44,55±4,70 <i>aAα</i>	44,80±4,89 <i>aAα</i>	44,77±4,60 <i>aAα</i>	45,08±4,40 <i>aAα</i>	44,97±4,56 <i>aAα</i>
G2	45,96±3,81 <i>aAα</i>	46,07±3,48 <i>aAα</i>	46,35±3,43 <i>aAα</i>	46,48±3,64 <i>aAα</i>	46,91±3,73 <i>aAα</i>
G3	44,71±4,37 <i>aAα</i>	44,50±4,27 <i>aAα</i>	44,85±4,61 <i>aAα</i>	44,71±4,39 <i>aAα</i>	44,70±4,49 <i>aAα</i>
G4	45,37±4,63 <i>aAα</i>	44,89±4,61 <i>aAα</i>	44,85±4,64 <i>aAα</i>	45,03±4,57 <i>aAα</i>	45,09±4,48 <i>aAα</i>

(*a*): comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (grupos controle e treinamento) e momentos de avaliação;
(*A*): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação;
(*α*): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração.

Tabela 7C. Média e desvio padrão da circunferência da coxa 30% segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação em cada perimetria.

Grupo	Momento				
	Inicial	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
G1	49,00±5,05 <i>aAα</i>	49,11±5,20 <i>aAα</i>	49,43±5,02 <i>aAα</i>	48,96±5,55 <i>aAα</i>	49,11±4,32 <i>aAα</i>
G2	50,36±3,66 <i>aAα</i>	50,82±3,97 <i>aAα</i>	50,41±4,55 <i>aAα</i>	51,06±3,82 <i>aAα</i>	51,33±4,21 <i>aAα</i>
G3	49,16±4,97 <i>aAα</i>	50,00±4,91 <i>aAα</i>	49,16±5,12 <i>aAα</i>	49,20±5,18 <i>aAα</i>	49,34±5,32 <i>aAα</i>
G4	49,65±5,22 <i>aAα</i>	49,64±5,13 <i>aAα</i>	49,14±5,51 <i>aAα</i>	49,61±5,09 <i>aAα</i>	49,62±4,59 <i>aAα</i>

(*a*): comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (grupos controle e treinamento) e momentos de avaliação;
(*A*): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação;
(*α*): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração.

Tabela 7D. Média e desvio padrão da circunferência da coxa 40% segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação em cada perimetria.

Grupo	Momento				
	Inicial	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
G1	52,51±5,31 <i>aAα</i>	52,88±5,33 <i>aAα</i>	52,80±5,42 <i>aAα</i>	52,97±5,25 <i>aAα</i>	53,12±5,26 <i>aAα</i>
G2	54,08±4,58 <i>aAα</i>	54,51±4,33 <i>aAα</i>	54,39±4,05 <i>aAα</i>	54,65±4,23 <i>aAα</i>	54,66±4,19 <i>aAα</i>
G3	52,48±5,23 <i>aAα</i>	52,54±5,54 <i>aAα</i>	52,67±5,57 <i>aAα</i>	52,61±5,15 <i>aAα</i>	52,76±5,62 <i>aAα</i>
G4	53,58±5,43 <i>aAα</i>	53,38±5,44 <i>aAα</i>	53,22±5,10 <i>aAα</i>	53,38±5,26 <i>aAα</i>	53,59±5,04 <i>aAα</i>

(*a*): comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (grupos controle e treinamento) e momentos de avaliação;
(*A*): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação;
(*α*): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração.

Ao analisar a variável dor, por meio do algômetro de pressão, pode-se observar que na medida 30% do comprimento da coxa, houve menor limiar de dor nos indivíduos dos grupos G1 e G2 em 48 horas após a realização do estresse, em comparação aos respectivos grupos que realizaram treinamento (G3 e G4), no mesmo momento de análise (tabela 8C).

Para todas as outras medições (10%, 20% e 40%) não foram identificadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos, tipos de contração ou momentos de análise (tabelas 8A, 8B e 8D).

Tabela 8A. Média e desvio padrão do algômetro 10% segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação em cada medida.

Grupo	Momento					
	Inicial (10/única)	Final (10/única)	24 h	48 h	72 h	96 h
G1	2,49±0,21 aAα	2,28±0,53 aAα	2,38±0,36 aAα	2,29±0,45 aAα	2,35±0,35 aAα	2,26±0,46 aAα
G2	2,50±0,12 aAα	2,44±0,29 aAα	2,45±0,27 aAα	2,40±0,32 aAα	2,46±0,24 aAα	2,49±0,19 aAα
G3	2,46±0,32 aAα	2,41±0,43 aAα	2,39±0,36 aAα	2,47±0,26 aAα	2,50±0,23 aAα	2,50±0,24 aAα
G4	2,51±0,17 aAα	2,53±0,07 aAα	2,44±0,28 aAα	2,48±0,14 aAα	2,49±0,17 aAα	2,47±0,28 aAα

(a): comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (grupos controle e treinamento) e momentos de avaliação;

(A): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação;

(α): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração.

Tabela 8B. Média e desvio padrão do algômetro 20% segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação em cada medida.

Grupo	Momento					
	Inicial (10/única)	Final (10/única)	24 h	48 h	72 h	96 h
G1	2,40±0,35 aAα	2,35±0,35 aAα	2,36±0,35 aAα	2,32±0,38 aAα	2,35±0,35 aAα	2,30±0,42 aAα
G2	2,49±0,17 aAα	2,50±0,16 aAα	2,47±0,20 aAα	2,42±0,25 aAα	2,41±0,30 aAα	2,46±0,20 aAα
G3	2,46±0,27 aAα	2,41±0,42 aAα	2,46±0,34 aAα	2,48±0,21 aAα	2,49±0,25 aAα	2,48±0,25 aAα
G4	2,54±0,02 aAα	2,55±0,01 aAα	2,50±0,15 aAα	2,49±0,15 aAα	2,52±0,12 aAα	2,50±0,14 aAα

(a): comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (grupos controle e treinamento) e momentos de avaliação;

(A): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação;

(α): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração.

Tabela 8C. Média e desvio padrão do algômetro 30% segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação em cada medida.

Grupo	Momento					
	Inicial (10/única)	Final (10/única)	24 h	48 h	72 h	96 h
G1	2,34±0,36 aAα	2,29±0,40 aAα	2,37±0,34 aAα	2,26±0,48 aAα	2,34±0,39 aAα	2,31±0,41 aAα
G2	2,48±0,22 aAα	2,47±0,24 aAα	2,47±0,22 aAα	2,36±0,34 aAα	2,36±0,36 aAα	2,49±0,13 aAα
G3	2,46±0,29 aAα	2,43±0,39 aAα	2,45±0,29 aAα	2,48±0,19 aBα	2,48±0,26 aAα	2,50±0,23 aAα
G4	2,54±0,04 aAα	2,51±0,13 aAα	2,52±0,11 aAα	2,53±0,09 aBα	2,50±0,18 aAα	2,46±0,31 aAα

(a): comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (grupos controle e treinamento) e momentos de avaliação;

(A/B): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação;

(α): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração.

Tabela 8D. Média e desvio padrão do algômetro 40% segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação em cada medida.

Grupo	Momento					
	Inicial (10/única)	Final (10/única)	24 h	48 h	72 h	96 h
G1	2,35±0,45 aAα	2,32±0,39 aAα	2,31±0,39 aAα	2,27±0,45 aAα	2,40±0,34 aAα	2,27±0,44 aAα
G2	2,47±0,19 aAα	2,49±0,14 aAα	2,44±0,22 aAα	2,38±0,24 aAα	2,42±0,29 aAα	2,45±0,20 aAα
G3	2,46±0,29 aAα	2,44±0,40 aAα	2,45±0,29 aAα	2,48±0,24 aAα	2,48±0,23 aAα	2,48±0,23 aAα
G4	2,53±0,08 aAα	2,54±0,02 aAα	2,53±0,10 aAα	2,52±0,10 aAα	2,50±0,23 aAα	2,49±0,21 aAα

(a): comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (grupos controle e treinamento) e momentos de avaliação;

(A/B): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação;

(α): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração.

Ainda em relação à variável dor, quando analisada por meio da EVA (tabela 9A), os voluntários dos grupos G1 e G2 apresentaram maior sensação de dor, comparados aos dos grupos G3 e G4, imediatamente após a realização do estresse, comparada a última sessão de treinamento.

Tabela 9A. Mediana e valores mínimo e máximo da EVA segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.

Grupo	Momento					
	Inicial (10/única)	Final (10/única)	24 h	48 h	72 h	96 h
G1	0,00 <i>aAα</i> (0,00;3,00)	2,00 <i>aBβ</i> (0,00;8,00)	0,00 <i>aAα</i> (0,00;2,00)	0,00 <i>aAα</i> (0,00;3,00)	0,00 <i>aAα</i> (0,00;4,00)	0,00 <i>aAα</i> (0,00;2,00)
G2	0,00 <i>aAα</i> (0,00;1,00)	1,50 <i>aBβ</i> (0,00;7,00)	0,00 <i>aAα</i> (0,00;1,00)	0,00 <i>aAα</i> (0,00;3,00)	0,00 <i>aAα</i> (0,00;3,00)	0,00 <i>aAα</i> (0,00;3,00)
G3	0,00 <i>aAα</i> (0,00;4,00)	0,00 <i>aAα</i> (0,00;7,00)	0,00 <i>aAα</i> (0,00;3,00)	0,00 <i>aAα</i> (0,00;4,00)	0,00 <i>aAα</i> (0,00;4,00)	0,00 <i>aAα</i> (0,00;3,00)
G4	0,00 <i>aAα</i> (0,00;0,00)	0,00 <i>aAα</i> (0,00;5,00)	0,00 <i>aAα</i> (0,00;2,00)	0,00 <i>aAα</i> (0,00;4,00)	0,00 <i>aAα</i> (0,00;5,00)	0,00 <i>aAα</i> (0,00;2,00)

(*a*): comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (grupos controle e treinamento) e momentos de avaliação;

(*A/B*): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação;

(*α/β*): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração.

Especificamente em relação aos grupos que realizaram o treinamento (tabela 9B), identificou-se que após a realização da segunda sessão, o grupo G3 relatou maior sensação de dor, comparado ao G4.

Quando os momentos de coleta foram analisados para grupo G3, imediatamente após a realização das sessões 1 e 2, os voluntários apresentaram valores elevados de dor, com diferença estatisticamente significativa em relação aos demais momentos analisados. Já para o grupo G4, a sensação de dor significativamente elevada foi observada apenas após a realização da sessão 1.

Tabela 9B. Mediana e valores mínimo e máximo da EVA segundo tipo de contração e momento de avaliação.

Grupo	Momento					
	Inicial (1)	Final (1)	Inicial (2)	Final (2)	Inicial (6)	Final (6)
G3	0,00 <i>aα</i> (0,00;0,00)	3,00 <i>aβ</i> (0,00;6,00)	0,00 <i>aα</i> (0,00;1,00)	3,00 <i>bβ</i> (0,00;7,00)	0,00 <i>aα</i> (0,00;1,00)	0,00 <i>aα</i> (0,00;5,00)
G4	0,00 <i>aα</i> (0,00;0,00)	2,00 <i>aβ</i> (0,00;7,00)	0,00 <i>aα</i> (0,00;1,00)	0,50 <i>aα</i> (0,00;8,00)	0,00 <i>aα</i> (0,00;1,00)	0,00 <i>aα</i> (0,00;7,00)

(*a/b*): comparação entre os tipos de contração, fixados os momentos de avaliação;
(*α/β*): comparação dos momentos de avaliação, fixados os tipos de contração.

A tabela 10A mostra os valores de percepção de esforço do membro inferior não dominante, antes e após a realização da sessão de estresse para os grupos G1 e G2 e última sessão de treinamento dos grupos G3 e G4. Observaram-se valores estatisticamente significantes nos momentos pós-sessão para todos os grupos, sem, contudo, apresentar diferenças significantes entre os tipos de contração.

Tabela 10A. Mediana e valores mínimo e máximo da escala de Borg segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.

Grupo	Momento	
	Inicial	Final
	Sessão 10 / sessão única	Sessão 10 / Sessão única
G1	0,00 <i>aAα</i> (0,00;35,71)	28,57 <i>aAβ</i> (0,00;92,85)
G2	0,00 <i>aAα</i> (0,00;21,42)	21,42 <i>aAβ</i> (0,00;64,28)
G3	0,00 <i>aAα</i> (0,00;35,71)	21,43 <i>aAβ</i> (0,00;78,57)
G4	0,00 <i>aAα</i> (0,00;50,00)	10,71 <i>aAβ</i> (0,00;57,14)

(*a*): comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (grupos controle e treinamento) e momentos de avaliação;

(*A*): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação;

(*α/β*): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração.

Ao analisar, exclusivamente, os grupos G3 e G4, notou-se que a percepção de esforço também foi maior nos momentos pós-sessão, para todos os momentos analisados em ambos os tipos de contração (tabela 10B).

Tabela 10B. Mediana e valores mínimo e máximo da escala de Borg segundo tipo de contração e momento de avaliação.

Grupo	Momento					
	Inicial (1)	Final (1)	Inicial (3)	Final (3)	Inicial (6)	Final (6)
G3	0,00 $a\alpha$ (0,00;28,57)	50,00 $a\beta$ (0,00;92,85)	0,00 $a\alpha$ (0,00;35,71)	35,71 $a\beta$ (0,00;64,28)	0,00 $a\alpha$ (0,00;21,42)	21,43 $a\beta$ (0,00;64,28)
G4	0,00 $a\alpha$ (0,00;14,28)	35,71 $a\beta$ (0,00;78,57)	0,00 $a\alpha$ (0,00;35,71)	35,71 $a\beta$ (0,00;64,28)	0,00 $a\alpha$ (0,00;14,28)	14,28 $a\beta$ (0,00;57,14)

(a): comparação entre os tipos de contração, fixados os momentos de avaliação;

(α/β): comparação dos momentos de avaliação, fixados os tipos de contração.

DISCUSSÃO

Como principais resultados observam-se adaptações funcionais apenas para os grupos de treinamento, como a melhora da potência muscular, independente do tipo de contração e aumento da força isotônica para o grupo treinado com ênfase na fase excêntrica quando comparado ao não treinado, também excêntrico. Já em relação às avaliações clínicas, a sensação de dor é significativamente maior para os grupos não treinados comparados aos treinados e, ainda, há aumento da sensação de dor após a sessão 2 para o grupo treinado concêntrico em relação ao excêntrico.

O significativo aumento de força é evidenciado no G4. Tais achados concordam com ensaios clínicos que mostram que protocolos de treinamento, realizados a partir de ações concêntricas e excêntricas, apresentam-se mais efetivos quanto às adaptações musculares, principalmente no sentido do incremento de força muscular ^(5,10,32).

No estudo de Hortobágyi *et al.* ⁽³³⁾, após a realização de 12 semanas de treinamento isocinético de força muscular, concêntrica e excêntrica, para o quadríceps, foi observado que o treino excêntrico aumentou a força excêntrica e isométrica em 45%. Os autores relacionam este incremento à hipertrofia das fibras musculares do tipo II, preferencialmente utilizadas durante este tipo de contração, quando comparada à concêntrica e acreditam que também se relaciona em parte, a uma maior ativação neural, caracterizada pelo aumento da atividade eletromiográfica do músculo.

Aagaard *et al.* ⁽³⁴⁾, também identificaram, após a comparação de 14 semanas de treinamento resistido, concêntrico e excêntrico, aumento da força muscular do quadríceps, principalmente após a execução do treino excêntrico e ainda, maior ativação neuromuscular após a execução deste tipo de estímulo. Especula-se que estes incrementos podem ser atribuídos ao aumento do drive neural e da eficiência dos padrões de recrutamento de fibras, bem como a alterações nos mecanismos de inibição e proteção, em resposta ao treinamento resistido.

Cabe destacar a necessidade de cuidado quanto à interpretação dos achados no âmbito dos processos de adaptação. O protocolo idealizado para realização deste estudo constitui-se por 3 semanas de atividades com sessões em dias alternados. Tal modelo pode ser considerado em ambiente clínico. Entretanto, a base de comparação a partir da literatura é composta por estímulos de maior volume (4 a 14 semanas). Assim, observam-se adaptações quanto à força em uma condição única (treinamento excêntrico) em magnitudes menores comparadas aos demais trabalhos. Infere-se, portanto, que em volumes menores de trabalho, para ganhos mais precoces, pode-se sugerir a realização deste modelo de trabalho.

Apesar da necessidade de estudos próprios, considerando populações específicas e a precaução com a extrapolação destes achados, parece que o modelo a partir de contrações excêntricas pode ser cogitado para obtenção de respostas eficientes em processos de reabilitação, já que, segundo Vikne *et al.* ⁽⁵⁾, é comum em indivíduos destreinados, encontrar incrementos rápidos e significantes de força máxima durante as fases iniciais do treinamento resistido.

Outra adaptação funcional identificada após a realização das sessões de treinamento, tanto para o grupo G3 como para G4, foi a melhora nos valores de potência muscular, por meio do teste de salto horizontal.

No estudo de Friedmann-Bette *et al.* ⁽¹⁾, após 6 semanas de treinamento de força concêntrico e excêntrico, realizado com sobrecarga excêntrica, identificou-se, assim como no presente estudo, melhora na potência muscular, entretanto, neste caso avaliada por meio do teste de salto vertical. Os autores relacionaram este achado à hipertrofia das fibras musculares rápidas (tipo II), que contribuem para a maior produção de força máxima e afirmam que a melhora do desempenho do salto sugere adaptações no sentido de um músculo mais rápido e forte e com melhor desenvolvimento de força explosiva.

Assim como para a variável força isotônica, acredita-se que o processo de treinamento promoveu adaptações positivas no músculo. Apesar da elevada magnitude de alterações clínicas encontradas após a realização de uma única sessão a 100% de 1RM, parece que este estímulo não foi capaz de causar déficits funcionais importantes aos indivíduos, como por exemplo, modificações relevantes nos valores força e potência muscular.

Ainda em relação às respostas funcionais frente aos estímulos de estresse e treinamento, verificou-se que a aplicação de ambos os protocolos e tipos de contração, não resultaram em alterações nos valores da ADM, pós-sessão.

No estudo de Glesson *et al.* ⁽⁴⁾, após realizar 4 semanas de treinamento concêntrico para o membro superior não dominante, seguido por uma sessão de exercício excêntrico isocinético máximo para ambos os membros, identificou-se diminuição da ADM após treino concêntrico. Segundo os autores este decréscimo pode indicar um grau de encurtamento muscular atribuído a uma diminuição dos sarcômeros em série que, teoricamente, pode diminuir o comprimento muscular. Esta redução dos sarcômeros seria compatível com uma diminuição da complacência muscular após treinamento concêntrico intensivo, e isto predispõe o músculo a sintomas mais severos de lesão muscular, principalmente após a realização de um exercício excêntrico.

Já o estudo de Parr *et al.* ⁽¹⁴⁾, observou após exercício excêntrico, em comparação ao exercício isocinético concêntrico - excêntrico, maiores déficits funcionais, incluindo alterações na ADM do membro analisado. Os autores acreditam que, apesar de não terem avaliado marcadores de inflamação celular, o exercício isotônico excêntrico promoveu maiores níveis de inflamação, devido à ocorrência de lesão muscular, em comparação ao exercício isocinético concêntrico - excêntrico.

A divergência de resultados entre os achados deste estudo e os apresentados na discussão é possivelmente relacionada às diferenças metodológicas entre os protocolos utilizados. Parte-se de intensidades e volumes maiores quando comparados ao protocolo deste estudo, o que, provavelmente, expõe os voluntários a maior risco de danos teciduais.

Além do descrito, também foram exploradas variáveis clínicas, que de forma geral, apresentam, predominantemente, alterações negativas após realização da sessão de estresse, para ambos os grupos G1 e G2 e, quando analisado apenas os grupos G3 e G4, as alterações ocorreram especificamente para o grupo concêntrico, comparado ao excêntrico.

A análise da circunferência da coxa não mostra diferenças dentro e entre os grupos estudados. Neste ensaio, não parece ocorrer inflamação em níveis acentuados em quaisquer condições de estímulos. Por outro lado, Glesson *et al.* ⁽⁴⁾ e Newton *et al.* ⁽³⁶⁾, observaram que uma única sessão de esforço máximo pode proporcionar um processo inflamatório no tecido, elevando a movimentação de fluídos e do volume do líquido extracelular, conseqüentemente, aumentando a circunferência do membro analisado. Cooke *et al.* ⁽¹⁶⁾ relatam que este tipo de estímulo pode ocasionar uma desorganização da estrutura normal do músculo, alterando sarcolema e retículo sarcoplasmático, resultando em aumento do cálcio intracelular e ativação subsequente, de vias de degradação que favorecem a ocorrência de danos da ultraestrutura muscular.

Ainda em relação à circunferência, os modelos adotados neste estudo também não parecem ter proporcionado hipertrofia muscular. Especificamente para os grupos de estresse, devido à característica do protocolo utilizado, exclui-se a possibilidade de ter ocorrido adaptação estrutural, na qual se justificaria o incremento da circunferência por meio da hipertrofia das fibras musculares. A hipertrofia se caracteriza, basicamente, como resultado de um processo de treinamento com sobrecargas impostas de forma progressiva.

Entretanto, apesar desta característica, os grupos treinados também não apresentaram alterações nos valores de circunferência, diferentemente do encontrado no estudo de Farthing e Chilibeck ⁽¹⁰⁾, que ao comparar treinamentos concêntricos e excêntricos em diferentes velocidades de contração (rápida e lenta), durante 8 semanas, constataram maior hipertrofia e ganho de força para o grupo excêntrico rápido. Os autores afirmam que uma maior produção de força é verificada durante contrações excêntricas comparadas as concêntricas e evidenciam que o nível de força durante a contração é determinante para a hipertrofia muscular, pois observaram forte relação entre tamanho do músculo e sua força.

Considerando a variável circunferência da coxa, tanto os protocolos de estresses como os de treinamento deste ensaio parecem não ter magnitude suficiente para proporcionar modificações importantes, tanto positivas como negativas.

De forma geral, observaram-se maiores valores de sensação de dor e percepção de esforço para os grupos G1 e G2 em comparação aos respectivos grupos de treinamento G3 e G4. Acredita-se que o fato de treinar, possibilitou uma adaptação às cargas máximas traduzidas em melhor capacidade de resistir ao estresse. Tais achados também foram encontrados por Parr *et al.* ⁽¹⁴⁾, que observaram que o exercício de alta intensidade em destreinados resultou em dor e elevada percepção de esforço pós-exercício.

No decorrer da realização de ambos os protocolos de estresse e treinamento, os indivíduos dos grupos G1 e G3 apresentavam maior dificuldade em suas ações motoras. Especificamente entre os tipos de contração dos grupos que receberam estímulo de treinamento, houve aumento de sensação de dor (EVA) para o grupo G3 em comparação ao grupo G4.

Assim como o presente estudo, resultado semelhante foi observado por Hortobágyi *et al.* ⁽³³⁾, que após 12 semanas de treinamento isocinético concêntrico e excêntrico, observaram que os indivíduos do grupo excêntrico apresentavam dor moderada no início do treino e não se queixam mais de dor após o mesmo, enquanto os indivíduos do grupo concêntrico queixavam-se durante todo o processo de treinamento para manter a contração no nível máximo.

Uma justificativa para a redução de déficits clínicos após treinamento, em comparação aos estímulos de estresses pode ser baseada na afirmação de Flann *et al.* ⁽³⁷⁾, de que embora o dano possa ser uma manifestação comum após realização de exercício, se a magnitude da força é aumentada de forma gradual e progressiva, como no caso de processos de treinamento, os músculos se adaptam a qualquer padrão de uso, incluindo elevadas forças excêntricas, sem resposta detectável de lesão muscular.

A partir do exposto, destaca-se a dificuldade na comparação dos resultados encontrados com os da literatura, devido à falta de padronização dos protocolos de exercício utilizados, tanto em relação ao volume quanto a intensidade do esforço, bem como em relação a diferenças metodológicas para análise das variáveis. A análise das respostas imediatas de exercícios localizados de alta intensidade de esforço pode fornecer leituras importantes sobre a dinâmica de trabalho a ser realizada em sessões subsequentes, otimizando o desempenho e minimizando o risco de lesões. Ainda neste sentido, vale ressaltar a importância da análise das adaptações frente a processos de treinamento de força, que podem facilitar sua aplicação em âmbito clínico, em processos de reabilitação.

Uma limitação do estudo esta relacionada a um achado do ensaio que extrapola os objetivos da pesquisa, mas que pode ter característica interveniente. Não houve

controle do sinal clínico dor além do músculo reto femoral. Foram registradas queixas de dor durante e após a execução dos exercícios, para ambos os tipos de contração, sobretudo na região do joelho e tendão patelar, mais especificamente durante as sessões de estresse (G1 e G2). Tal condição merece um melhor controle em estudos de mesma natureza por representar uma condição possível no universo da prescrição de exercícios, sobretudo os de alta intensidade. Apesar das queixas serem referidas em menor escala, alguns casos também foram notados para os grupos de treinamento. Sobre o local das queixas, conforme apontado por Brentano e Kruehl ⁽¹⁵⁾, áreas de junções musculotendíneas são os principais pontos de dor, após realização de esforços deste tipo, por serem regiões mais frágeis da estrutura muscular e, portanto, mais suscetíveis a lesão a partir de um estresse mecânico.

As repercussões sobre os resultados obtidos apontam para a necessidade de cautela em relação à interpretação de estudos que consideram contrações concêntricas e excêntricas. As dinâmicas de cargas utilizadas em protocolos diversos convergem para benefícios evidentes a partir de cargas excêntricas dentro de limites máximos dos sujeitos, considerando períodos de estímulo maiores que um mês e malefícios quando tais valores superam os máximos. Entretanto, a análise das variáveis clínicas e funcionais em 10 sessões aponta para um protocolo seguro em que as repercussões podem ser positivas apesar de magnitudes menores de ganhos sem que haja, efetivamente, danos ao sistema musculoesquelético.

Perspectivas futuras devem apontar para análise da eficiência de condutas clínicas a partir de contrações excêntricas em reabilitação considerando o acompanhamento de evolução em curto prazo, bem como quaisquer sinais clínicos que possam surgir devido à realização desta atividade.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados no presente estudo pode-se concluir que estímulos de treinamento, independente do tipo de contração muscular enfatizada, apresentam efeito protetor em relação a parâmetros clínicos, como a dor, bem como mostram adaptação funcional quanto à potência muscular. Especificamente, o treinamento realizado a partir de ações excêntricas, leva à adaptação da força muscular isotônica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Friedmann-Bette B, Bauer T, Kinscherf R, Vorwald S, Klute K, Bischoff D, et al. Effects of strength training with eccentric overload on muscle adaptation in males athletes. *Eur J Appl Physiol* 2010;108:821–836.
2. Roig M, O'Brien K, Kirk G, Murray P, McKinnon P, Shadgan B, et al. The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med* 2009;43:556-568.
3. Melo RC, Quitério RJ, Takahashi ACM, Silva E, Martins LEB, Catai AM. High eccentric strength training reduces heart rate variability in healthy older men. *Br. J. Sports Med* 2008;42:59-63.
4. Glesson N, Eston R, Marginson V, McHugh M. Effects of prior concentric training on eccentric exercise induced muscle damage. *Br. J. Sports Med* 2003;37:119-125.
5. Vikne H, Refsnes PE, Ekmark M, Medbo JI, Gundersen V, Gundersen K. Muscular Performance after concentric and eccentric exercise in trained men. *Med. Sci. Sports Exerc* 2006;38(10):1770-81.
6. Roig M, Shadgan B, Reid WD. Eccentric exercise in patients with chronic health conditions: a systematic review. *Physiother Can* 2008;60:146-160.

7. Turner TS, Tucker KJ, Rogasch NC, Semmler G. Impaired neuromuscular function during isometric, shortening, and lengthening contractions after exercise-induced damage to elbow flexor muscles. *J Appl Physiol* 2008;105:502–509.
8. Black CD, Elder CP, Gorgey A, Dudley GA. High specific torque is related to lengthening contraction-induced skeletal muscle injury. *J Appl Physiol* 2008;104:639-647.
9. Wasielewski NJ e Kotsko KM. Does Eccentric Exercise Reduce Pain and Improve Strength in Physically Active Adults With Symptomatic Lower Extremity Tendinosis? A Systematic Review. *J Athl Train*. 2007;42(3):409–421.
10. Farthinge JP, Chilibeck PD. The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. *Eur J Appl Physiol* 2003;89:578–586.
11. Jonsson P, Alfredson H. Superior results with eccentric compared to concentric quadriceps training in patients with jumper's knee: a prospective randomized study. *Br J Sports Med* 2005;39:847-850.
12. Black CD, Mccully KK. Muscle injury Repeated Bouts of Voluntary and Electrical Stimulated Exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40(9):1605–1615.

13. Lavender AP, Nosaka K. A light load eccentric exercise confers protection against a subsequent bout of more demanding eccentric exercise. *J Sci Med Sport* 2008;11:291-298.
14. Parr JJ, Yarrow JF, Garbo CM, Borsa PA. Symptomatic and Functional responses to Concentric-Eccentric Isokinetic Versus Eccentric-Only Isotonic Exercise *J Athl Train* 2009;44(5):462–468.
15. Brentano MA, Krueger LFM. A review on strength exercise-induced muscle damage: applications, adaptation mechanisms and limitations. *J Sports Med Phys Fitness* 2011;51:1-10.
16. Cooke MB, Rybalka E, Williams AD, Cribb PJ, Hayes A. Creatine supplementation enhances muscle force recovery after eccentrically-induced muscle damage in healthy individuals. *J Int Soc Sports Nutr* 2009;6:1-13.
17. Piitulainen H, Holobar A, Avela J. Changes in motor unit characteristics after eccentric elbow flexor exercise. *Scand J Med Sci Sports* 2010;1-12.
18. Seger JY, Thorstensson A. Effects of eccentric versus concentric training on thigh muscle strength and EMG. *Int J Sports Med* 2005;26:45-52.

19. Pardini R, Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade E, Braggion G, et al. Validação do questionário internacional de nível de atividade física (IPAQ - versão 6): estudo piloto em adultos jovens brasileiros. *Rev Bras Ciên e Mov* 2001;9(3):45-51.
20. Chiesa LC. *La Musculación Racional: Bases para um entrenamiento organizado*. Barcelona: Editora Pidotribo; 2007.
21. Brown LE, WEIR JP. Asep procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. *J Exerc Physiol* 2001;4(3):1-21.
22. Corvino RB, Caputo F, Oliveira AC, Greco CC, Denadai BS. Taxa de Desenvolvimento de Força em Diferentes velocidades de Contrações Musculares. *Rev Bras Med Esporte* 2009;15(6):428-31.
23. Cleary MA; Sitler MR; Kendrick ZV. Dehydration and Symptoms of Delayed-Onset Muscle Soreness in Normothermic Men. *J Ath Train* 2006;41(1):36–45.
24. Jönhagen S, Ackermann P, Eriksson T, Saartok T, Renstrom PAFH. Sports Massage After Eccentric Exercise. *Am J Sports Med* 2004;32:1499.
25. Bloomer RJ, Falvo MJ, Schilling BK e Smith WA. Prior exercise and antioxidant supplementation: effect on oxidative stress and muscle injury. *J Int Soci Sports Nutri* 2007;4:1-9.

26. Kinser AM, Sands WA, Stone MH. Reliability and validity of a pressure algometer. *J Strength Cond Res* 2009;23:312-314.
27. Jönhagen S, Ackermann P, Saartok T. Forward lunge: a training study of eccentric exercises of the lower limbs. *J Strength Cond Res* 2009;23:972-978.
28. Wilkins JC, McLeod TCV, Perrin DH, Gansneder BM. Performance on the Balance Error Scoring System Decreases After Fatigue. *J Athl Train.* 2004;39(2):156–161.
29. Vetter RE. Effects of six warm-up protocols on sprint and jump performance. *J. Strength Cond. Res.* 2007;21(3):819–823.
30. Ronnestad BR, Kvamme NH, Sunde A, Raastad T. Short –term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. *J. Strength Cond. Res.*2008;22(3):773-80.
31. Zar, JH. *Bioestatistical analyses*, 5^a ed. Prentice Hall; 2009. p. 994.
32. Higbie EJ, Cureton KJ, Warren III GL, Prior BM. Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. *J Appl Physiol.* 1996; 81:2173-2181.

33. Hortobágyi T, Hill JP, Houmard JA, Fraser DD, Lambert NJ, Israel RG. Adaptive responses to muscle lengthening and shortening in humans. *J Appl Physiol.* 1996; 80(3):765-72.
34. Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson SP, Halkjaer-Kristensen J, Dyhre-Poulsen P. Neural inhibition during maximal eccentric and concentric quadriceps contraction: effects of resistance training. *J Appl Physiol.* 2000;89:2249-2257.
35. Marginson V, Rowlands AV, Glesson AP, Eston RG. Comparison of the symptoms of exercise-induced muscle damage after an initial and repeated bout of plyometric exercise in men and boys. *J Appl Physiol.* 2005;99:1174-1181.
36. Newton MJ, Morgan GT, Sacco P, Chapman DW, Nosaka K. Comparison of responses to strenuous eccentric exercise of the elbow flexors between resistance-trained and untrained men. *J Strength Cond Res.* 2008;22(2):597-607.
37. Flann KL, Lastayo PC, McClain DA, Hazel M, Lindstedt SL. Muscle damage and muscle remodeling: no pain, no gain? *The Journal of Experimental Biology.* 2011;214: 674-679.

*Apêndice I***QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA**

Nome: _____

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

As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo.

Para responder as questões lembre que:

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

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

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

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

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

horas: _____ Minutos: _____

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

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

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

horas: _____ Minutos: _____

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

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

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

horas: _____ Minutos: _____

*Apêndice II***TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO****GRUPO TREINAMENTO**

PESQUISA: “Efeitos do treinamento resistido concêntrico versus excêntrico sobre parâmetros clínicos, funcionais, cardiovasculares e biológicos”.

PROFESSOR: Prof. Dr. Carlos Marcelo Pastre.

As informações contidas nesta folha, fornecidas por CARLOS MARCELO PASTRE têm por objetivo firmar acordo escrito com o(a) responsável pelo(a) voluntário(a) para participação na pesquisa acima referida, autorizando sua participação com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos a que será submetido.

1) Natureza da pesquisa: Você é convidado a participar desta pesquisa, que tem como objetivo comparar dois tipos de treinamento, sendo um a partir de contrações concêntricas, que consistem no encurtamento do músculo, e outro a partir de contrações excêntricas, nas quais o músculo é alongado. Ambos os exercícios ocorrerão para treinamento da musculatura da coxa, com cargas progressivas. O intuito da realização destes exercícios é analisar e comparar as respostas de variáveis como força, potência, flexibilidade, sensações e modificações após exercício (dor, percepção de esforço e circunferência da coxa), respostas cardíacas (batimentos e pressão) e a presença de substâncias encontradas no sangue como Ck (substância produzida no músculo e liberada no sangue após realização de um exercício físico intenso), TNF-alfa

(substância liberada durante a ocorrência de um processo inflamatório) e cortisol (hormônio produzido durante o exercício físico), após 10 sessões de treinamento de força.

2) Participantes da pesquisa: 40 homens, de 18 a 30 anos, fisicamente ativos. Para fazer parte deste grupo você não pode ser tabagista, fazer consumo de bebida alcoólica, drogas ou de medicamentos, ter alguma doença, presença de processo inflamatório e episódio de lesão músculo-tendínea ou osteoarticular nos membros inferiores e/ou coluna. Além disso, você deverá assinar um termo em que declara ter passado por uma consulta médica e que encontra-se apto para realizar atividades físicas. Você permitirá que uma cópia deste atestado médico seja anexada a este termo.

3) Envolvimento na pesquisa: Ao participar deste estudo você deverá permitir que um exame físico seja realizado e um questionário seja aplicado, contendo seus dados pessoais e avaliando as condições gerais de sua saúde. O procedimento será realizado em 5 semanas. Na primeira semana você comparecerá ao local para aprender a realização do exercício, e ainda, serão realizados testes para avaliar a carga máxima que você conseguirá atingir durante o treinamento feito no aparelho de musculação e a força máxima que você atinge registrada por um aparelho eletrônico. A partir da segunda semana iniciam-se o treinamento e as coletas das variáveis. Você terá que participar três vezes por semana para que as coletas sejam realizadas seguindo o cronograma de horários e sem faltas para que não haja comprometimento das análises das variáveis. A sessão terá duração de aproximadamente uma hora.

4) Sobre as coletas: As coletas serão marcadas com antecedência e serão realizadas no Centro de Estudos e de Atendimentos em Fisioterapia e Reabilitação da FCT-UNESP de Presidente Prudente, respeitando o horário das 17:30 às 20:00 horas.

5) Protocolo experimental: O primeiro dia será destinado para a realização de alguns testes: você realizará um teste de força em uma máquina de musculação para o movimento de extensão do joelho (esticar o joelho). Neste teste você irá empurrar uma barra localizada nos tornozelos, com uma carga estipulada de acordo com o seu peso, até atingir a maior carga que conseguir empurrar. Será observado também, a força máxima que você conseguirá realizar em uma contração isométrica, ou seja, sem o movimento da perna, captada por um dispositivo próprio, o tamanho da circunferência da sua coxa, medida com fita métrica, dois testes de saltos, sendo que em um teste o salto é para frente e no outro é para cima, sendo a distância e a altura, respectivamente, medidas com fita métrica, a flexibilidade será determinada por um instrumento próprio que mede o ângulo da articulação durante a realização do movimento de extensão do joelho e, por fim, os valores de algumas substâncias presentes no sangue serão analisados, sendo que a coleta da amostra de sangue de 5 ml será realizada por um enfermeiro utilizando seringas e agulhas descartáveis. Uma semana após a realização destes testes, você participará de um treinamento de força, 3 vezes por semana, durante 3 semanas, no qual haverá um aumento gradual do esforço, respeitando seus limites já avaliados. Durante as sessões de exercício e também durante os testes, você será monitorado por meio dos batimentos cardíacos, desde os 20 minutos antes do início da sessão, até 45 minutos após o fim de sua realização. Este monitoramento ocorrerá com a utilização de um instrumento próprio, fixado por uma cinta de captação, colocada em seu tórax, juntamente com um relógio que será

acoplado em seu punho. A pressão arterial também será medida por meio de um aparelho convencional de pressão, e você responderá um questionário sobre a sensação do seu esforço e da dor sentida durante os treinos. Ao término da última sessão, todos os testes que foram descritos anteriormente serão repetidos e, a coleta de sangue será realizada sempre uma vez por dia, nos seguintes dias pré-determinados: o dia seguinte, dois, três, quatro e cinco dias após o término da sessão. Será retirada uma quantidade mínima de sangue (5ml) necessária para análise, da veia do braço.

6) Riscos e desconforto: Os procedimentos utilizados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética na Pesquisa com Seres Humanos conforme resolução n. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde – Brasília – DF. Deve-se destacar que você poderá sofrer micro-lesões nos músculos da coxa (lesões mínimas que são recuperadas rapidamente e de forma total), caracterizadas por dor muscular, como as que ocorrem normalmente após uma atividade intensa de exercícios, caracterizando uma situação comum e que não acarretará problemas a sua saúde. O monitoramento de todas as variáveis descritas e a prescrição individualizada do treinamento minimizam quaisquer riscos de lesões graves ou intercorrências cardiovasculares durante o exercício, ou seja, se você apresentar sensações como tontura, palidez, sudorese intensa, aumento excessivo da pressão arterial, dor ou qualquer outro sinal ou sintoma o exercício será interrompido imediatamente. Outro desconforto aparente poderá ser percebido durante as coletas de sangue.

7) Confidencialidade: Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Seus dados serão identificados com um código, e não com

seu nome. Apenas os membros da pesquisa terão conhecimento dos dados, assegurando assim sua privacidade.

8) Benefícios: Ao participar desta pesquisa você não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo traga informações importantes sobre a realização de exercícios com predomínios de contrações concêntricas e excêntricas no comportamento de variáveis clínicas e funcionais, cardiovasculares e biológicas, para que se consiga entender qual a melhor relação de custo e benefício da realização destes tipos de treinamento tanto no âmbito esportivo, quanto na prática clínica, ou seja, será relevante na escolha de qual o melhor tipo de exercício a ser realizado, visando sempre a melhora do desempenho, com o mínimo de prejuízo possível ao praticante.

9) Pagamento: Você não terá qualquer tipo de despesa para participar da pesquisa e, nada será pago por sua participação.

10) Liberdade de recusar ou retirar o consentimento: Você tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e o(a) voluntário(a) deixar de participar do estudo sem penalizações.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para permitir a participação do voluntário nesta pesquisa. Portanto, preencha os itens que seguem:

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, RG _____

após a leitura e compreensão destas informações, entendo que a minha participação, é voluntária, e que posso sair a qualquer momento do estudo, sem prejuízo algum.

Confiro que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.

Obs: Não assine esse termo se ainda tiver dúvida a respeito.

Presidente Prudente, ____/____/____

Telefone para contato: _____

Nome do Voluntário: _____

Assinatura do Responsável: _____

Assinatura do Orientador: _____

Assinatura do Pesquisador: _____

Prof. Dr. Carlos Marcelo Pastre – (18) 9116-6364.

Profa. Dr. Edna Maria do Carmo – Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa da FCT/UNESP - (18) 9788-3660 ou (18) 3229-5365 – ramal 202.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

GRUPOS ESTRESSE

PESQUISA: “Efeitos do treinamento resistido concêntrico versus excêntrico sobre parâmetros clínicos, funcionais, cardiovasculares e biológicos”.

PROFESSOR: Prof. Dr. Carlos Marcelo Pastre.

As informações contidas nesta folha, fornecidas por CARLOS MARCELO PASTRE têm por objetivo firmar acordo escrito com o(a) responsável pelo(a) voluntário(a) para participação na pesquisa acima referida, autorizando sua participação com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos a que será submetido.

1) Natureza da pesquisa: Você é convidado a participar desta pesquisa, que tem como objetivo comparar dois tipos de exercícios, sendo um a partir de contrações concêntricas, que consistem no encurtamento do músculo, e outro a partir de contrações excêntricas, nas quais o músculo é alongado. Ambos os exercícios ocorrerão para a musculatura da coxa. O intuito da realização destes exercícios é analisar e comparar as respostas de variáveis como força, potência, flexibilidade, sensações e modificações após exercício (dor, percepção de esforço e circunferência da coxa), respostas cardíacas (batimentos e pressão) e a presença de substâncias encontradas no sangue como Ck (substância produzida no músculo e liberada no sangue após realização de um exercício físico intenso), TNF-alfa (substância liberada no sangue durante a ocorrência de um processo inflamatório) e cortisol (hormônio produzido durante o exercício físico), após uma única sessão de exercício.

2) Participantes da pesquisa: 40 homens, de 18 a 30 anos, fisicamente ativos. Para fazer parte deste grupo você não pode ser tabagista, fazer consumo de bebida alcoólica, drogas ou de medicamentos, ter alguma doença, presença de processo inflamatório e episódio de lesão músculo-tendínea ou osteoarticular nos membros inferiores e/ou coluna. Além disso, você deverá assinar um termo em que declara ter passado por uma consulta médica e que encontra-se apto para realizar atividades físicas. Você permitirá que uma cópia deste atestado médico seja anexada a este termo.

3) Envolvimento na pesquisa: Ao participar deste estudo você deverá permitir que um exame físico seja realizado e um questionário seja aplicado, contendo seus dados pessoais e avaliando as condições gerais de sua saúde. O procedimento será realizado em 2 semanas. Na primeira semana você comparecerá ao local para aprender a realização do exercício, e ainda, serão realizados testes para avaliar a carga máxima que você conseguirá atingir durante o exercício feito no aparelho de musculação e a força máxima que você atinge registrada por um aparelho eletrônico. Na segunda semana será realizada uma única sessão de exercícios e as coletas das variáveis. Você terá que participar de todos os testes (primeira semana) e da única sessão de exercício para que as coletas sejam realizadas seguindo o cronograma de horários e sem faltas para que não haja comprometimento das análises das variáveis. A sessão de exercício terá duração de aproximadamente uma hora.

4) Sobre as coletas: As coletas serão marcadas com antecedência e serão realizadas no Centro de Estudos e de Atendimentos em Fisioterapia e Reabilitação da FCT-UNESP de Presidente Prudente, respeitando o horário das 17:30 às 20:00 horas.

5) Protocolo experimental: A primeira semana será destinado para a realização de alguns testes: você realizará um teste de força em uma máquina de musculação para o movimento de extensão do joelho (esticar o joelho). Neste teste você irá empurrar uma barra localizada nos tornozelos, com uma carga estipulada de acordo com o seu peso, até atingir a maior carga que conseguir empurrar. Será observado também, a força máxima que você conseguirá realizar em uma contração isométrica, ou seja, sem o movimento da perna, captada por um dispositivo próprio, o tamanho da circunferência da sua coxa, medida com fita métrica, dois testes de saltos, sendo que em um teste o salto é para frente e no outro é para cima, sendo a distância e a altura, respectivamente, medidas com fita métrica, a flexibilidade será determinada por um instrumento próprio que mede o ângulo da articulação durante a realização do movimento de extensão do joelho e, por fim, os valores de algumas substâncias presentes no sangue serão analisados, sendo que a coleta da amostra de sangue de 5 ml será realizada por um enfermeiro utilizando seringas e agulhas descartáveis. Uma semana após a realização destes testes, você participará de uma sessão de exercício concêntrico ou excêntrico (determinada aleatoriamente), em um único dia. Durante a sessão de exercício e também durante os testes, você será monitorado por meio dos batimentos cardíacos, desde os 20 minutos antes do início da sessão, até 45 minutos após o fim de sua realização. Este monitoramento ocorrerá com a utilização de um instrumento próprio, fixado por uma cinta de captação, colocada em seu tórax, juntamente com um relógio que será acoplado em seu punho. A pressão arterial também será medida por meio de um aparelho convencional de pressão, e você responderá um questionário sobre a sensação do seu esforço e da dor sentida durante o exercício. Ao término da sessão, todos os testes que foram descritos anteriormente

serão repetidos e, a coleta de sangue será realizada sempre uma vez por dia, nos seguintes dias pré-determinados: o dia seguinte, dois, três, quatro e cinco dias após o término da sessão. Será retirada uma quantidade mínima de sangue (5ml) necessária para análise, da veia do braço.

6) Riscos e desconforto: Os procedimentos utilizados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética na Pesquisa com Seres Humanos conforme resolução n. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde – Brasília – DF. Deve-se destacar que você poderá sofrer micro-lesões nos músculos da coxa (lesões mínimas que são recuperadas rapidamente e de forma total), caracterizadas por dor muscular, como as que ocorrem normalmente após uma atividade intensa de exercícios, caracterizando uma situação comum e que não acarretará problemas a sua saúde. O monitoramento de todas as variáveis descritas e a prescrição individualizada do treinamento minimizam quaisquer riscos de lesões graves ou intercorrências cardiovasculares durante o exercício, ou seja, se você apresentar sensações como tontura, palidez, sudorese intensa, aumento excessivo da pressão arterial, dor ou qualquer outro sinal ou sintoma o exercício será interrompido imediatamente. Outro desconforto aparente poderá ser percebido durante as coletas de sangue.

7) Confidencialidade: Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Seus dados serão identificados com um código, e não com seu nome. Apenas os membros da pesquisa terão conhecimento dos dados, assegurando assim sua privacidade.

8) Benefícios: Ao participar desta pesquisa você não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo traga informações importantes sobre a realização de exercícios com predomínios de contrações concêntricas e excêntricas no

comportamento de variáveis clínicas e funcionais, cardiovasculares e biológicas, para que se consiga entender qual a melhor relação de custo e benefício da realização destes tipos de treinamento tanto no âmbito esportivo, quanto na prática clínica, ou seja, este estudo será relevante na escolha de qual o melhor tipo de exercício a ser realizado, visando sempre a melhora do desempenho, com o mínimo de prejuízo possível ao praticante.

9) Pagamento: Você não terá qualquer tipo de despesa para participar da pesquisa e, nada será pago por sua participação.

10) Liberdade de recusar ou retirar o consentimento: Você tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e o(a) voluntário(a) deixar de participar do estudo sem penalizações.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para permitir a participação do voluntário nesta pesquisa. Portanto, preencha os itens que seguem:

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, RG _____

após a leitura e compreensão destas informações, entendo que a minha participação, é voluntária, e que posso sair a qualquer momento do estudo, sem prejuízo algum. Confiro que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.

Obs: Não assine esse termo se ainda tiver dúvida a respeito.

Presidente Prudente, _____ / _____ / _____

Telefone para contato: _____

Nome do Voluntário: _____

Assinatura do Responsável: _____

Assinatura do Orientador: _____

Assinatura do Pesquisador: _____

Prof. Dr. Carlos Marcelo Pastre – (18) 9116-6364.

Profa. Dr. Edna Maria do Carmo – Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa da
FCT/UNESP - (18) 9788-3660 ou (18) 3229-5365 – ramal 202.