

Thâmara Alves



**EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO CONCÊNTRICO
VERSUS EXCÊNTRICO SOBRE RESPOSTAS FUNCIONAIS,
CLÍNICAS E BIOQUÍMICAS**

Presidente Prudente

2012

Thâmara Alves

**EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO CONCÊNTRICO
VERSUS EXCÊNTRICO SOBRE RESPOSTAS FUNCIONAIS,
CLÍNICAS E BIOQUÍMICAS**

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

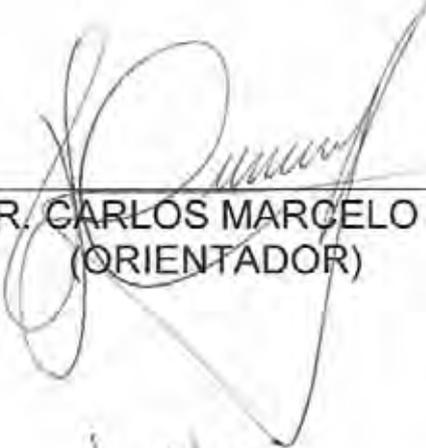
2012

Alves, Thâmara.
A482e Efeitos do treinamento resistido concêntrico *versus* excêntrico sobre respostas funcionais, clínicas e bioquímicas / Thâmara Alves. - Presidente Prudente : [s.n], 2012
xviii, 74 f. : il.

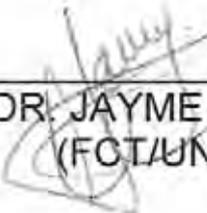
Orientador: Carlos Marcelo Pastre
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia
Inclui bibliografia

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

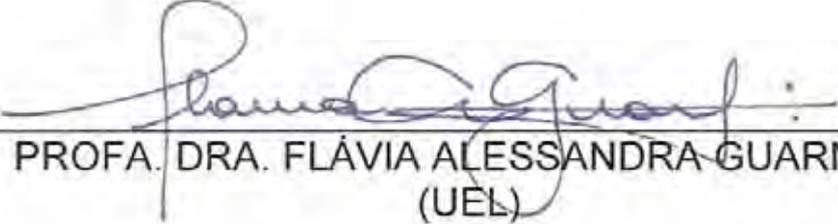
BANCA EXAMINADORA



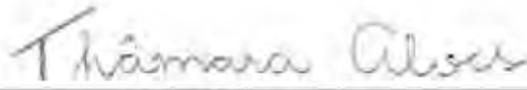
PROF. DR. CARLOS MARCELO PASTRE
(ORIENTADOR)



PROF. DR. JAYME NETTO JUNIOR
(FCT/UNESP)



PROFA. DRA. FLÁVIA ALESSANDRA GUARNIER
(UEL)



THAMARA ALVES

PRESIDENTE PRUDENTE (SP), 28 DE ABRIL DE 2012.

RESULTADO: APROVADA

Dedicatória

À minha mãe, Bécima Eliana Alves Simão, pelo apoio em todos os momentos da
minha vida e amor incondicional.

Agradecimientos

Agradeço a Deus, por todas as bênçãos concedidas e por permitir a realização desta conquista.

À minha família, Bácia, Salma, Elizabete, Ymara, Ana Giulia e Ícaro, muito obrigada pelo carinho e pela torcida! Sem vocês não teria conseguido chegar até aqui. Muito obrigada por tudo. Amo muito vocês.

Ao meu noivo João Paulo, pelo companheirismo, dedicação e por compreender os meus momentos de angústia, muito obrigada!

Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Marcelo Pastre, muito obrigada pela confiança, pelo tempo dedicado à correção dos textos, pelos ensinamentos, por todas as contribuições para minha formação e também pela amizade! Qualquer palavra não seria suficiente para traduzir minha gratidão!

Ao Prof. Dr. Jayme Netto Junior, pelo incentivo e pelas palavras de amizade durante momentos alegres e também em circunstâncias difíceis. Obrigada por ser esta pessoa tão iluminada!

À Profa. Dra. Flávia Alessandra Guarnier, por toda ajuda durante esses anos, pelas vindas a Prudente, por me receber sempre tão bem em Londrina, e por muitas vezes me socorrer com a análise dos dados. Muito obrigada, de coração!

Às minhas amigas e companheiras de Laboratório Fernanda, Mariana e Franciele, pelo companheirismo e apoio. Especialmente à Mariana e Fernanda, minha eterna gratidão por todos os momentos alegres e difíceis que dividimos; muito obrigada pela amizade de vocês!

Ao grupo de estudos do Laboratório de Fisioterapia Desportiva, Maíra, Danielle, Bruna, Érika, Aline, Lara, Fernanda Rodrigues, Fabiana, Felipe, Ítalo, Leonardo, Gustavo, Guilherme, Rodolfo e Bruno. Muito obrigada por dedicarem parte do seu tempo para nos ajudar nas coletas. Meu agradecimento especial à Érika e Maíra, sem vocês teria sido muito mais difícil, muito obrigada!

Ao Prof. Dr. Carlos Roberto Padovani, por gentilmente ter nos ajudado com os testes estatísticos. Muito obrigada também pelos ensinamentos!

À Profa. Dra. Patrícia Monteiro Seraphim, pela disponibilidade, ajuda com as análises e contribuições na banca de qualificação. Agradeço também pelos ensinamentos durante a minha iniciação científica. Muito obrigada por tudo!

À Profa. Dra. Ercy Mara Cipulo Ramos, por todo apoio em relação ao uso do ambulatório durante as nossas coletas de dados. Muito obrigada!

Agradeço imensamente a todos os voluntários que participaram desta pesquisa. Muito obrigada pela paciência e tempo dedicado a nos ajudar!

À Profa. Alcirene e aos profissionais de enfermagem Isabel, Fabiane e Ricardo. Muito obrigada pela disponibilidade!

Por fim, agradeço às agências de fomento FAPESP e CNPq, pelo apoio financeiro concedido para a realização deste estudo.

Epígrafe

“Sonho que se sonha só, é só um sonho. Mas sonho que se sonha junto é
realidade.”
(John Lennon)

Lista de Figuras, Tabelas e Quadros.....	xiv
Lista de Abreviaturas e Símbolos.....	xvii
Resumo.....	xviii
Abstract.....	xx
INTRODUÇÃO.....	22
Revisão de literatura.....	23
Objetivo.....	27
CASUÍSTICA E MÉTODOS.....	28
População de estudo.....	28
Desenho do ensaio.....	29
Avaliação de variáveis funcionais.....	34
Força isotônica.....	34
Força isométrica.....	35
Avaliação de variáveis clínicas.....	35
Circunferência da coxa.....	35
Dor.....	36
Sensibilidade.....	36
Avaliação de marcadores sanguíneos.....	37
Obtenção das amostras de sangue.....	37
Creatina cinase.....	37
Citocina inflamatória circulante e cortisol.....	37
Forma de análise dos dados.....	38
RESULTADOS.....	40

DISCUSSÃO	58
CONCLUSÕES	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
ANEXO I – Questionário internacional de atividade física.....	73
ANEXO II – Termo de consentimento livre e esclarecido.....	75

Lista de Figuras, Quadros e Tabelas

Figura 1. Fluxograma de perdas.....	30
Quadro 1. Condução do treinamento segundo as dinâmicas de exercício e sessões.....	32
Quadro 2. Distribuição dos momentos de coletas segundo as variáveis do estudo...	33
Quadro 3. Resumo dos principais resultados das variáveis funcionais, clínicas e marcadores sanguíneos.....	57
Tabela 1. Valores de média e desvio-padrão das variáveis antropométricas e idade dos sujeitos dos grupos estresse e treinamento.....	40
Tabela 2. Média e desvio padrão do teste de 1RM (Kg) segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.....	41
Tabela 3. Distribuição dos números absolutos e relativos dos participantes de G2 e G4, segundo ganho expressivo de força isotônica. Teste de <i>Odds Ratio</i> e IC de 95%.....	42
Tabela 4. Distribuição dos números absolutos e relativos dos participantes de G1 e G3, segundo ganho expressivo de força isotônica. Teste de <i>Odds Ratio</i> e IC de 95%.....	42
Tabela 5. Média e desvio padrão da dinamometria (kg) segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.....	43
Tabela 6. Média e desvio padrão da sensibilidade (kgf) avaliada em 10% do comprimento da coxa segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.....	44
Tabela 7. Média e desvio padrão da sensibilidade (Kgf) avaliada em 20% do comprimento da coxa segundo grupo, tipo de contração e momento de	

avaliação.....	45
Tabela 8. Média e desvio padrão da sensibilidade (Kgf) avaliada em 30% do comprimento da coxa segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.....	46
Tabela 9. Média e desvio padrão da sensibilidade (Kgf) avaliada em 40% do comprimento da coxa segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação....	47
Tabela 10. Mediana e valores mínimo e máximo da aplicação da escala visual análoga à dor segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.....	48
Tabela 11. Média e desvio padrão da circunferência da coxa (cm) avaliada em 10% do comprimento da coxa segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.....	49
Tabela 12. Média e desvio padrão da circunferência da coxa (cm), avaliada em 20% do comprimento da mesma, segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.....	50
Tabela 13. Média e desvio padrão da circunferência da coxa (cm), avaliada em 30% do comprimento da mesma, segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.....	51
Tabela 14. Média e desvio padrão da circunferência da coxa (cm), avaliada em 40% do comprimento da mesma, segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.....	52
Tabela 15. Mediana e valores mínimo e máximo da atividade de CKMM (U/L) segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.....	53
Tabela 16. Distribuição absoluta e relativa dos participantes que apresentaram	

valores de CKMM (U/L) maiores que o valor de referência, segundo grupo e momento.....	54
Tabela 17. Média e desvio padrão da concentração de TNF- α (pg/mL) segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.....	55
Tabela 18. Média e desvio padrão da concentração de cortisol (ng/mL) segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.....	56

Lista de Abreviaturas e Símbolos

ADM – Amplitude de Movimento

CK – Creatina cinase

ELISA – *Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay*

EVA – Escala visual análoga à dor

IL-6 – Interleucina 6

IPAC – *International Physical Activity Questionnaire*

FCT – Faculdade de Ciências e Tecnologia

IC – Intervalo de Confiança

IMC – Índice de massa corpórea

TDF – Taxa de desenvolvimento de força

TNF- α – Fator de necrose tumoral alfa

UNESP – Universidade Estadual Paulista

SNK – *Student-Newman-Keuls*

1RM – Uma repetição máxima

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

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

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

G1 – Grupo estresse concêntrico

G2 – Grupo estresse excêntrico

G3 – Grupo treinamento concêntrico

G4 – Grupo treinamento excêntrico

Resumo

Introdução: exercícios localizados são usados amplamente em reabilitação. Predominantemente, as opções estão relacionadas a exercícios com ênfase em contrações concêntricas e excêntricas. Sabe-se que exercícios predominantemente excêntricos promovem maior ganho de força em comparação aos estímulos concêntricos clássicos, todavia podem provocar dano muscular durante sua execução. **Objetivo:** avaliar e comparar um treinamento de força composto por 10 sessões de cargas progressivas entre grupos com predomínio de contração concêntrica *versus* excêntrica, realizadas em baixa velocidade de contração, do grupo extensor do joelho, a partir de parâmetros funcionais (força isotônica e isométrica), clínicos (sensibilidade, dor e circunferência do membro) e marcadores sanguíneos (creatina cinase, fator de necrose tumoral alfa e cortisol). **Casuística e métodos:** a casuística do estudo foi composta por 120 sujeitos do sexo masculino, com idade compreendida entre 18 e 26 anos, divididos aleatoriamente em quatro grupos (G1: estresse concêntrico; G2: estresse excêntrico; G3: treinamento concêntrico e G4: treinamento excêntrico). Os voluntários dos grupos G3 e G4 foram submetidos a 10 sessões de treinamento, 3 vezes por semana, durante 3 semanas consecutivas. A 1ª e 2ª sessões foram compostas por 3 séries de 8 repetições, 3ª e 4ª, 3 séries de 6 repetições, 5ª e 6ª, 3 séries de 4 repetições, 7ª e 8ª, 3 séries de 2 repetições e 9ª e 10ª compreenderam 3 séries de 1 repetição a 100% de 1RM (uma repetição máxima). Os grupos estresse realizaram uma única sessão, correspondente às duas últimas sessões dos grupos treinamento (3 séries de uma repetição a 100% de 1RM). A análise das variáveis foi realizada antes, 24, 48, 72 e 96 horas após a décima sessão para os grupos treinamento e da mesma maneira, antes e após a única sessão de exercícios para os grupos estresse. Para

comparação dos grupos, tipos de contração e momentos de análise, utilizou-se a técnica de análise de variância para modelo de medidas repetidas complementada com o teste de *Student-Newman-Keuls* (SNK) e *Dunn*, para dados paramétricos e não paramétricos, respectivamente, considerando o nível de 5% nas comparações.

Resultados: o treinamento excêntrico apresentou aumento significativo de força isotônica 96 horas em relação ao momento basal e a G2. G1 e G2 apresentaram maior sensibilidade no músculo reto femoral em relação a G3 e G4, respectivamente, 48 horas após a sessão. G1 obteve incremento dos valores de creatina cinase entre 24 e 96 horas em relação ao momento basal, e diferença significativa em relação a G2 e G3, 48 e 96 horas após o exercício. **Conclusão:** o treinamento excêntrico promove adaptação funcional em 3 semanas e o treinamento, independentemente do tipo de contração enfatizada, proporciona efeito protetor à musculatura em relação a uma sessão única de exercício máximo localizado.

Palavras chave: programas de treinamento, força muscular, dor, marcadores biológicos.

*Abstract***EFFECTS OF ECCENTRIC AND CONCENTRIC RESISTANCE TRAINING ON
FUNCTIONAL, CLINICAL AND BIOCHEMICAL RESPONSES**

Introduction: resistance exercises are widely used in rehabilitation programmes. The options are related to concentric and eccentric contractions. It has been known that skeletal muscles can develop more force during eccentric actions than during concentric actions; however, eccentric exercise induces greater symptoms of muscle damage. **Objective:** the purpose of this study was to evaluate and compare a strength training composed by 10 sessions with progressive loads between groups with predominance of eccentric and concentric contraction of knee extensor muscles. It was been evaluated functional (isometric and isotonic strength), clinical (sensitivity, pain, and arm circumference) and blood markers (creatin kinase, tumor necrosis factor alpha and cortisol). **Casuistry and Methods:** 120 male individuals between 18 and 26 years were divided into four groups (G1: concentric stress G2: eccentric stress, G3: concentric training, G4: eccentric training). Individuals of training groups performed 10 bouts, 3 times per week for 3 consecutive weeks. The 1st and 2nd bouts were composed of 3 sets of 8 repetitions, 3rd and 4th for 3 sets of 6 repetitions, 5 and 6th for 3 sets of 4 repetitions, 7th and 8th for 3 sets of 2 repetitions, 9th and 10th for 3 sets of one repetition at 100% of 1RM (one maximum repetition). The stress groups performed a single bout, corresponding to the last two bouts of training groups (3 sets of one repetition at 100% of 1RM). The analysis were performed before, 24, 48, 72 and 96 hours after the tenth bout for the training groups and just before and after the exercise to stress groups. Data were analyzed using 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). It was considered the 5% significance level. **Results:** eccentric training showed significant increase in isotonic strength 96 hours compared to baseline and G2. G1 and G2 showed greater sensitivity compared to G3 and G4, respectively, 48 hours after bout. G1 showed increase of creatine kinase concentration between 24 and 96 hours compared to baseline and significant difference between G2 and G3, 48 and 96 hours after exercise. **Conclusion:** Eccentric training promotes functional adaptation in three weeks. Concentric and eccentric training promote protective effect on muscle, in relation to a single bout.

Keywords: training programs, muscle strength, pain, biological markers.

INTRODUÇÃO

Exercícios localizados são usados de maneira ampla em processos de reabilitação. Na prática clínica, observa-se a prescrição de exercícios com ênfase em contrações concêntricas e excêntricas em uma diversidade de opções técnicas (1,2). Ambas visam ao implemento da força muscular (1), embora estudos que comparam os dois tipos de contração apontem diferenças entre as respostas obtidas (2-4).

Alguns estudos mostram benefícios da realização de exercícios localizados com ênfase na fase excêntrica e suas vantagens em relação aos estímulos concêntricos clássicos (4-6), como maior síntese de proteínas miofibrilares (3), hipertrofia (3), maior torque e menor gasto energético (4).

Por outro lado, é descrito o fato de que contrações excêntricas podem induzir maior quantidade de dano muscular, traduzido por déficits clínicos e funcionais, bem como aumento de níveis séricos de proteínas músculo-específicas, citocinas pró-inflamatórias e marcadores de estresse fisiológico (7-9).

Tais apontamentos são extraídos de estudos (7-11) que investigaram respostas funcionais, clínicas e marcadores sanguíneos após sessões, especificamente a partir de contrações predominantemente excêntricas, realizadas com intensidades de esforço entre 80 e 150% de 1RM (uma repetição máxima) e com grande variação de volume de trabalho. Além disso, não foram observados estudos, a partir do levantamento da literatura para realização desta pesquisa, que observassem em conjunto, tanto os processos adaptativos de treinamento em variáveis clínicas e funcionais quanto das respostas da agressão dos exercícios.

As lacunas que podem ser exploradas a partir do que é exposto pela literatura estão relacionadas ao conjunto de dois fatores clínicos e uma variação na execução

da técnica de exercício. Sobre a técnica, pode-se questionar se, numa dinâmica isotônica, ritmos diferentes na execução das fases concêntricas e excêntricas podem gerar respostas diferentes. Em relação à resposta, pode-se questionar se tais variações na dinâmica mais o fator treinamento alteram positivamente funções com o mínimo de dano possível às estruturas do segmento. Dessa forma, entende-se como importante realizar investigação sobre o tema em ensaio clínico.

Revisão de literatura

Ações concêntricas e excêntricas promovem estímulos diferentes à musculatura e, portanto, as respostas obtidas após os dois tipos de contração muscular podem proporcionar resultados quantitativos e qualitativos distintos⁽¹²⁾.

Em estudo de revisão sobre o trabalho excêntrico no tratamento de tendinopatia patelar, Visnes e Bahr⁽¹³⁾ afirmam que os exercícios com ênfase nas ações excêntricas têm efeito positivo no tratamento da doença. Wasielewski e Kotsko⁽¹⁴⁾, em revisão sistemática, afirmam que exercícios excêntricos são eficientes na redução da dor e implemento de força muscular em sujeitos com tendinose em membros inferiores.

Moore *et al.*⁽³⁾ demonstraram elevação da síntese de proteínas miofibrilares e colágeno após a realização de contrações concêntricas e excêntricas máximas. Verificaram ainda, que após o protocolo de exercício excêntrico, o aumento da quantidade de proteínas miofibrilares foi mais rápido do que após o trabalho concêntrico, embora ambos os protocolos tenham sido realizados com intensidade de esforço e volume de trabalho equivalentes. Os achados do estudo sugerem maior incremento de proteínas miofibrilares e conseqüentemente maior hipertrofia durante treino com ênfase em contrações excêntricas em comparação ao treino com exercícios predominantemente concêntricos.

Muthalib *et al.* ⁽⁴⁾ analisaram a taxa de oxigenação muscular durante a realização de contrações concêntricas e excêntricas máximas do músculo bíceps braquial e obtiveram como resultado uma taxa 50% menor durante o exercício excêntrico em comparação ao concêntrico. Ainda, o exercício excêntrico produziu maior torque. Os autores concluíram que o músculo bíceps braquial utilizou menor quantidade de oxigênio para produzir maior torque durante contrações excêntricas máximas em comparação ao trabalho concêntrico de mesma intensidade.

Em relação aos danos musculares induzidos por exercício predominantemente excêntrico, é estabelecido na literatura o fato de que as respostas incluem perda da capacidade de geração de força, redução da ADM (amplitude de movimento), dor muscular, edema e liberação de proteínas músculo-específicas, como a CK (creatina cinase) ^(2,8-10,15).

Em estudo realizado por Stupka *et al.* ⁽¹⁰⁾, foi demonstrado que uma sessão de exercícios excêntricos a 120% de 1RM resulta em considerável déficit de força, acompanhado de aumento significativo de CK 48h após tal estímulo. Em contrapartida, os autores observaram que se uma segunda sessão de exercícios for realizada, as adaptações geradas após a primeira sessão resultam em atenuação do déficit de força e incrementos mais discretos dos níveis séricos da enzima.

Vissing *et al.* ⁽⁹⁾ afirmam que ações excêntricas podem induzir dano muscular traduzido por dor e déficit de força até dois dias após sua realização. Os autores compararam protocolos de exercícios concêntricos e excêntricos realizados em duas ocasiões e verificaram que houve maior déficit de força e presença de dor após a realização das ações excêntricas em comparação às concêntricas após a primeira sessão.

Outras formas de se constatar danos musculares e alterações sistêmicas proporcionadas por exercícios estão relacionadas à dosagem sérica dos níveis de citocinas pró-inflamatórias ^(11, 16) e marcadores endócrinos de estresse fisiológico ^(1,17).

Peake *et al.* ⁽¹⁶⁾ afirmam que a hipótese mais aceita para a explicação do dano muscular induzido por exercício excêntrico consiste na ruptura de sarcômeros, seguida de prejuízo do mecanismo excitação-contração e ativação das vias de degradação do Cálcio. A resposta inflamatória a esse mecanismo é caracterizada pela infiltração de leucócitos e produção local de citocinas pró-inflamatórias no músculo, além de liberação dos mesmos na circulação sanguínea.

O estudo de Silva *et al.* ⁽¹¹⁾ mostrou aumento sérico significativo de TNF- α (fator de necrose tumoral alfa) e dor muscular, 2 dias após a realização de 3 séries de ações excêntricas dos músculos flexores do cotovelo a 80% de 1RM, realizadas até a exaustão. Os autores afirmam que o TNF- α é uma citocina pró-inflamatória produzida por macrófagos e endotélio capilar e sua síntese aumenta rapidamente em resposta à lesão.

Willoughby *et al.* ⁽¹⁷⁾ demonstraram aumento dos níveis de cortisol após realização de contrações excêntricas dos músculos extensores do joelho do membro dominante. Os autores realizaram 2 sessões de exercícios com contrações excêntricas máximas, a 150% de 1RM, separadas por 3 semanas. Verificou-se elevação dos níveis de cortisol 6, 24 e 48 horas em relação ao momento basal, e o aumento desses níveis foi mais expressivo após a primeira sessão. Além disso, os autores investigaram força muscular e dor, ambas com déficits entre 24 e 48 horas após as sessões.

Ao contrário dos estudos apresentados que mostraram aumento de citocinas pró-inflamatórias e cortisol na circulação sanguínea após realização de exercício predominantemente excêntrico, outros autores apresentaram resultados com ausência de alteração dos níveis plasmáticos dessas substâncias após realização desse tipo de exercício.

Peake *et al.* ⁽¹⁸⁾ não observaram alterações significantes dos níveis séricos de TNF- α após realização de dois protocolos de exercícios excêntricos (máximo e submáximo). Como resultados, os autores obtiveram redução significativa da força e ADM após os dois protocolos, com valores significativamente menores após o protocolo máximo em comparação ao submáximo. A quantidade de CK, dor e circunferência do membro aumentaram significativamente após os protocolos, porém sem diferença expressiva entre eles. Os autores concluíram que a despeito de não terem encontrado alterações nos marcadores sistêmicos de inflamação, ambos os protocolos promoveram dano muscular durante sua execução.

Willoughby *et al.* ⁽¹⁹⁾ não obtiveram aumento dos níveis séricos de cortisol após exercícios com ênfase em ações excêntricas dos músculos extensores do joelho. O protocolo consistiu de 7 séries de 10 repetições de contrações concêntricas e excêntricas a 150 e 75% de 1RM, respectivamente. Os autores analisaram ainda os níveis séricos de IL-6 (interleucina 6) e CK, além de ADM e circunferência do membro. Houve aumento de IL-6 e CK mais expressivo após a realização dos exercícios excêntricos. Embora os valores de ADM, circunferência do membro e os níveis de cortisol não tenham diferido entre os grupos ou momentos analisados, os resultados das demais variáveis apontaram para maior quantidade de dano muscular induzido pelas contrações excêntricas em comparação às concêntricas.

Conforme o apresentado, observa-se diversidade de estudos sobre o tema, e a despeito da variedade dos protocolos e resultados observados, não é possível concluir sobre o melhor tipo de contração e dinâmica de realização dos exercícios, visando à aplicação na prática clínica, levando em consideração a magnitude dos ganhos e perdas após a realização de exercícios com predomínio de um dos dois tipos de contração muscular em longo prazo. Neste âmbito, nota-se uma lacuna no conhecimento a ser preenchida e que deve motivar a realização de pesquisas.

Objetivo

O objetivo do presente estudo foi avaliar e comparar treinamentos de força com características distintas (fase concêntrica rápida e excêntrica lenta *versus* fase concêntrica lenta e excêntrica rápida) entre ambos e a uma sessão máxima de exercício do grupo extensor do joelho, a partir de variáveis funcionais (força isotônica e isométrica), clínicas (circunferência da coxa, dor e sensibilidade) e marcadores sanguíneos (CK, TNF- α e cortisol).

CASUÍSTICA E MÉTODOS

População de estudo

Participaram do estudo 120 sujeitos do sexo masculino, aparentemente saudáveis, classificados como fisicamente ativos por meio do IPAQ⁽²⁰⁾ (*International Physical Activity Questionnaire*) (ANEXO I), com idade compreendida entre 18 e 26 anos.

Para cálculo do tamanho da amostra, foi considerada como variável central a força isotônica, com desvio-padrão de 7Kg, determinado em estudo piloto e estimada uma diferença relevante de 6Kg entre os momentos basal e 96 horas após o estímulo. Foi realizado teste de hipótese bicaudal e o tamanho da amostra obtida por grupo foi de 21 sujeitos, adotando-se o nível de significância de 5% e poder do teste de 80%.

Foram considerados critérios de exclusão: presença de anemia, diabetes, doença cardiovascular, lesão hepática referida, alcoolismo, uso de drogas e cigarro, uso crônico de medicamentos anti-inflamatórios, episódio de lesão músculo-tendínea ou osteoarticular nos membros inferiores e/ou coluna no último ano e participação em programa de musculação nos últimos 6 meses. Além disso, para evitar a influência de doenças inflamatórias, foram incluídos no estudo somente indivíduos que estavam livres de processos inflamatórios ou infecções conhecidas por no mínimo uma semana antes do início das coletas⁽¹⁵⁾.

Os sujeitos foram informados sobre os procedimentos e objetivo da pesquisa e após concordarem, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO II), em que declararam ter consultado médico que lhes assegurou perfeita condição física para realização de exercícios e em que ficou assegurada a

privacidade dos mesmos. O presente estudo foi apresentado ao Comitê de Ética e Pesquisa da FCT-UNESP e aprovado com número de protocolo 20/2010.

Desenho do Ensaio

Antes do início dos procedimentos, os indivíduos foram identificados por meio da coleta de nome, idade e dados antropométricos: massa corpórea, estatura e IMC (índice de massa corpórea). A estatura foi verificada em posição ortostática, por meio de um estadiômetro da marca *Sanny* e o peso, em balança digital da marca *Tanita BC554, Iron Man/Inner Scanner*. Estes dados foram anotados em fichas individualizadas, assim como os valores das variáveis obtidas durante as coletas.

Os sujeitos foram divididos aleatoriamente em quatro grupos distintos, nomeados de acordo com o protocolo a ser realizado (exercício máximo ou treinamento) e tipo de contração muscular enfatizada, isto é, grupo estresse concêntrico (G1), grupo estresse excêntrico (G2), grupo treinamento concêntrico (G3) e grupo treinamento excêntrico (G4). A distribuição dos voluntários dentro dos grupos e as perdas ocorridas durante o estudo para cada variável foram esquematizadas no fluxograma de perdas (Figura 1).

Os voluntários dos grupos G1 e G2 realizaram uma única sessão de exercício localizado máximo e os sujeitos dos grupos G3 e G4 foram submetidos a um treinamento composto por 10 sessões, realizadas 3 vezes por semana em dias alternados, durante o período de 3 semanas.

Anteriormente ao início das sessões, uma semana foi destinada, exclusivamente, à realização de testes (1RM e dinamometria), além da familiarização dos sujeitos com o equipamento e protocolo de exercícios.

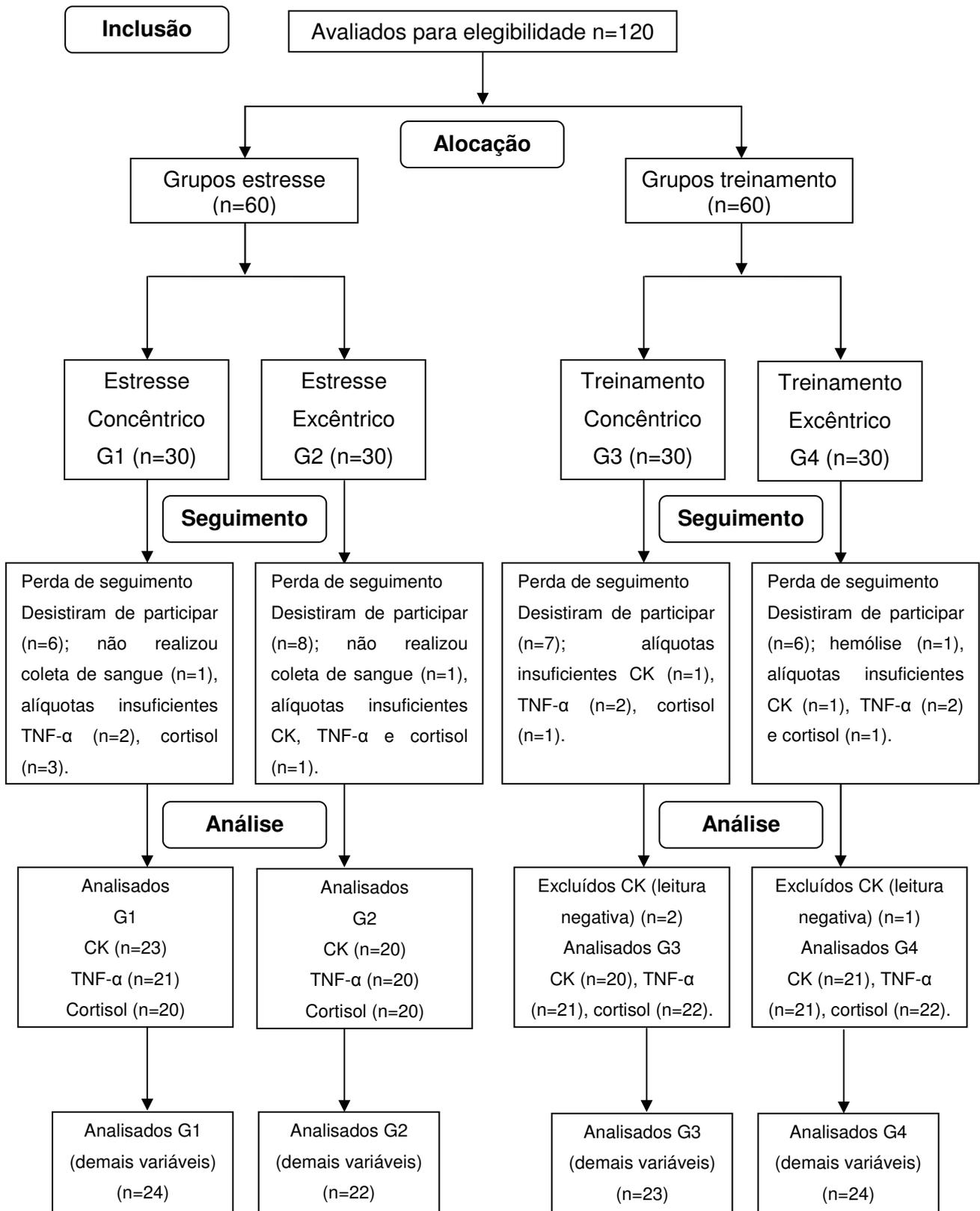


Figura 1. Fluxograma de perdas.

Os sujeitos dos grupos G1 e G3 realizaram o movimento de extensão do joelho em 3 segundos, a partir de 90º de flexão, até atingir a ADM completa (180º de extensão de joelho), de modo a enfatizar a fase concêntrica da contração muscular. O retorno do membro para a posição de origem deveria ocorrer em 1 segundo.

Já os voluntários dos grupos G2 e G4 realizaram o inverso, ao estender o joelho a partir de 90º de flexão em 1 segundo e a volta do movimento deveria ocorrer em 3 segundos, para que o movimento excêntrico do músculo quadríceps fosse enfatizado.

Corvino *et al.* ⁽²¹⁾ apontam que a taxa de desenvolvimento de força (TDF) é dependente da velocidade de contração utilizada, sendo que maiores valores são obtidos quando a velocidade de contração é baixa. Esse fato justifica, portanto, a escolha da realização da contração muscular, tanto concêntrica quanto excêntrica, em baixa velocidade (3 segundos).

Optou-se em realizar as sessões de exercícios com o membro inferior não-dominante, pois de acordo com Gleeson *et al.* ⁽²²⁾, 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.

Uma semana após a familiarização e teste de 1RM, foi realizada coleta de sangue, dinamometria, mensuração da circunferência do membro e obtenção de informações sobre sensibilidade no músculo reto femoral (algômetro) e dor (EVA – escala visual análoga à dor). Após coleta das variáveis descritas, os grupos G3 e G4 foram submetidos a dez sessões de treinamento de força. Os sujeitos realizaram o treinamento de forma progressiva, iniciando a 80% de 1RM, com incrementos de 5% a cada duas sessões, até alcançar 100% de 1RM. Todas as sessões consistiram de

três séries, com intervalo de descanso de cinco vezes o tempo de execução da série. O número de repetições foi alterado de forma decrescente a cada duas sessões, sendo que a primeira sessão foi composta por 3 séries de 8 repetições, a terceira 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 a 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	Intervalo entre as séries
1 ^a e 2 ^a	3 séries de 8 repetições	80% de 1 RM	3 minutos
3 ^a e 4 ^a	3 séries de 6 repetições	85% de 1 RM	2 minutos
5 ^a e 6 ^a	3 séries de 4 repetições	90% de 1 RM	1 minuto e 30 Segundos
7 ^a e 8 ^a	3 séries de 2 repetições	95% de 1 RM	40 segundos
9 ^a e 10 ^a	3 séries de 1 repetição	100% de 1 RM	20 segundos

A dinâmica de prescrição foi baseada na forma clássica de cargas crescentes, respeitando a interdependência volume x intensidade como proposto por Chiesa ⁽²³⁾ e adaptado à necessidade de evolução em dez sessões. Assim, o protocolo proposto enfatizou o ganho de força muscular recomendado na prática clínica de fisioterapia, garantindo a especificidade do trabalho, bem como a individualidade da condução das cargas.

Ao término do treinamento, foram efetuadas novamente coleta de sangue, dinamometria, mensuração da circunferência do membro e obtenção de informações sobre sensibilidade e dor nos momentos 24, 48, 72 e 96 horas após a décima sessão. O teste de 1RM foi realizado 96 horas após a última sessão. Tais momentos foram escolhidos em virtude das respostas agudas e crônicas dos estímulos de treinamento e visam ao melhor entendimento do comportamento das variáveis escolhidas para análise. Para facilitar a compreensão da relação entre variáveis e momentos escolhidos para avaliação de cada parâmetro, apresenta-se o Quadro 2.

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

Legenda:
V1: 1RM; **V2:** força isométrica; **V3:** sensibilidade (algômetro), **V4:** dor (EVA); **V5:** circunferência do membro, **V6:** CK; **V7:** TNF- α ; **V8:** cortisol. **M0:** antes da 1^a sessão; **M1:** 24 horas após a 10^a sessão; **M2:** 48 horas após a 10^a sessão; **M3:** 72 horas após a 10^a sessão; **M4:** 96 horas após a 10^a sessão.

Os voluntários dos grupos G1 e G2 foram submetidos a apenas uma sessão de exercícios, correspondente à última sessão de treinamento dos grupos G3 e G4 (3 séries de uma repetição a 100% de 1 RM). Para esses grupos, a coleta das variáveis coincidiu com os momentos escolhidos para os grupos G3 e G4.

A coleta de dados ocorreu no Centro de Estudos e Atendimentos em Fisioterapia e Reabilitação em período extra-atendimentos. O horário dos testes compreendeu sempre o mesmo período; entre 18:00 e 20:00 horas, no sentido de minimizar variações fisiológicas e alterações provenientes do ritmo circadiano, conforme sugerido por Miles *et al.* ⁽¹⁵⁾ e Teo *et al.* ⁽²⁴⁾.

Avaliação de variáveis funcionais

Força isotônica

A força isotônica foi mensurada por meio do teste de 1RM, que indicou a carga máxima, em quilogramas, que cada indivíduo conseguiu realizar durante a extensão do joelho, para posteriormente, serem determinadas as cargas de treinamento.

Este teste representa a maior resistência que pode ser movimentada em amplitude de movimento plena, de uma maneira controlada e com boa postura. O teste iniciou-se com 50% do peso corporal do indivíduo, recebendo incrementos de 30% deste valor e de acordo com a percepção do sujeito, até ser concluído quando o voluntário alcançasse a carga máxima, na qual conseguiu executar o movimento sem falha mecânica. Não foram permitidas mais do que cinco tentativas para estabelecimento da carga máxima e caso isto ocorresse, o teste seria considerado inválido e o voluntário teria que realizá-lo em outro dia ⁽²⁵⁾.

Para execução do teste foi utilizado um aparelho de musculação (*Ipiranga equipamentos, linha academia Hard*). Durante a realização do mesmo, 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, os indivíduos foram fixados por meio de faixas de velcro pelo tronco e coxas.

Força isométrica

Para determinação da força muscular isométrica, os indivíduos foram submetidos à dinamometria, por meio de dinamômetro portátil (*Lutron FG-5100 – Impac*), que apontou em quilogramas, a força muscular máxima realizada durante a extensão do joelho.

Para realização do teste, os indivíduos permaneceram sentados em uma cadeira extensora, apoiando as mãos na lateral da mesma e fixados por meio de faixas de velcro pelo tronco e coxas, para que fossem minimizadas as chances de compensações ou desestabilizações. O indivíduo foi orientado a realizar uma seqüência de três contrações isométricas máximas, a partir de 60º de flexão de joelho, definida a partir de um goniômetro, em direção à extensão do joelho, com duração de 5 segundos cada e intervalos de 30 segundos entre elas, conforme sugerido por Parr *et al.*⁽²⁾. O maior valor obtido entre as três medidas foi considerado.

Avaliação de variáveis clínicas

Circunferência da coxa

Primeiramente, foi realizada a medida do comprimento da coxa entre a espinha íliaca ântero superior e a borda superior da patela. A partir deste valor, a medida da circunferência da coxa foi avaliada em 10%, 20%, 30% e 40% de seu comprimento. Duas medidas foram realizadas em cada local e a média destas foi utilizada, conforme sugerem Cleary *et al.*⁽²⁶⁾.

Os valores, em centímetros, foram obtidos por meio de fita métrica e marcados com uma caneta semi-permanente, sendo que todas as medidas coletadas foram realizadas no mesmo local demarcado e pelo mesmo avaliador, conforme sugerem Glesson *et al.* ⁽²²⁾.

Dor

Para verificação da sensação subjetiva de dor, foi utilizada a escala visual análoga à dor. Esta é uma escala graduada entre 0 e 10, sendo o zero caracterizado por ausência total de dor e 10, o nível de dor máximo suportado pelo indivíduo, conforme descrito por Jönhagen *et al.* ⁽²⁷⁾.

O indivíduo foi questionado sobre a presença de dor na coxa do membro inferior não-dominante, identificando por meio da escala o número correspondente à intensidade de dor presente no momento da investigação. Tal procedimento é amplamente utilizado em estudos em que a natureza é observar a ocorrência de lesões, como nos de Cleary *et al.* ⁽²⁶⁾, Black e Mccully ⁽²⁸⁾ e Bloomer *et al.* ⁽²⁹⁾.

Sensibilidade

A sensibilidade no músculo reto femoral foi mensurada por meio de algômetro de pressão da marca *Wagner Instruments*, FPX 50/220, instrumento validado no estudo de Kinser *et al.* ⁽³⁰⁾. O limiar de sensibilidade foi definido em Kgf, com base na mínima pressão necessária para induzir desconforto na região da coxa. O instrumento foi posicionado no músculo reto femoral, em locais coincidentes com as medidas de 10, 20, 30 e 40% do comprimento da coxa, escolhidas para mensuração da circunferência do membro. A pressão foi exercida de forma lenta e suave e por motivos de segurança a mesma não excedeu 2,55 Kgf, conforme sugerido por Jönhagen *et al.* ⁽²⁷⁾.

Avaliação de marcadores sanguíneos

Obtenção das amostras de sangue

Amostras de 5 mL de sangue foram coletadas da veia antecubital dos participantes, em tubos heparinizados, para posterior análise de CK, TNF- α e cortisol. Após a coleta, as amostras foram mantidas a 4°C até centrifugação, realizada a 1500 rpm, durante 10 minutos, a 4°C, para obtenção do plasma, que foi armazenado a -20°C até a realização das análises.

Tais dinâmicas de coleta já foram executadas nos trabalhos de Stupka *et al.*⁽¹⁰⁾ e Miles *et al.*⁽¹⁵⁾, no sentido de identificar o comportamento de marcadores sanguíneos numa linha temporal de evolução, caracterizando condições agudas e/ou crônicas.

Creatina cinase

A investigação de possível dano muscular gerado pelos exercícios de natureza excêntrica *versus* concêntrica foi realizada por meio da avaliação da concentração de CK total e CKMM (creatina cinase músculo esquelética), pela subtração da miocárdica, utilizando-se 0,05 mL da amostra de plasma adicionada à amostra pré preparada (kits CK-NAC, CKmb-NAC, *Laborclin*) para leitura em espectrofotômetro (*SP-220, Biospectro*). As diferenças de absorbâncias foram registradas e os resultados finais expressos em U/L para ambas as enzimas.

Citocina inflamatória circulante e cortisol

A dosagem de TNF- α e cortisol foi realizada por meio de ELISA (*Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay*), um ensaio imunoenzimático que permite a detecção de anticorpos específicos no plasma. A leitura da absorbância foi realizada em leitora

universal de microplacas (*Biotek, Biosystems*), por meio de kits comerciais para detecção de TNF- α (*eBioscience*) e cortisol (*IBL-America*), de acordo com as instruções dos fabricantes ^(9,15). As absorvâncias foram registradas e os resultados foram expressos em pg de TNF- α /mL.

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 isométrica, força isotônica, sensibilidade, circunferência da coxa, TNF- α e cortisol e não paramétrica para as variáveis CK e dor, 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). Para comparação dos momentos de avaliação, os resultados foram representados por letras gregas minúsculas (α/β), fixados os grupos e tipos de

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

Para o cálculo da chance de ganho de força entre os grupos de estresse e treinamento foi realizado o teste de *Odds Ratio* com IC (Intervalo de Confiança) de 95%. Considerou-se ganho clinicamente significativo um incremento de no mínimo 10% em relação ao momento basal.

RESULTADOS

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 e desvio-padrão das variáveis antropométricas e idade dos sujeitos dos grupos estresse e treinamento.

Variáveis	Grupos			
	G1 n=24	G2 n=22	G3 n=23	G4 n=24
Idade (anos)	22,17±2,94 21,50	21,41±2,54 21,00	20,56±2,83 20,00	21,33±3,23 20,00
Massa corpórea (Kg)	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 (m)	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 (kg/m ²)	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 (apenas para a variável idade). Legenda - G1: estresse concêntrico; G2: estresse excêntrico, G3: treinamento concêntrico; G4: treinamento excêntrico.

As Tabelas a seguir apresentam os resultados das variáveis funcionais, clínicas e marcadores sanguíneos obtidos após análise estatística.

Em relação à força isotônica (teste de 1RM), observou-se aumento significativo em G4, 96 horas em relação ao momento basal e diferença significativa entre G4 e G2 também no momento 96 horas, com valor mais expressivo em G4, de acordo com a Tabela 2.

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

Grupo	Momento de avaliação	
	Basal	96 horas
G1 n=24	46,67±15,72 aAα	46,04±16,02 aAα
G2 n=22	47,96±13,94 aAα	46,36±14,90 aAα
G3 n=23	46,30±10,03 aAα	48,70±11,20 aAα
G4 n=24	49,58±11,32 aAα	55,42±10,52 aBβ

(a):comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (grupos estresse e treinamento) e momentos de avaliação ($p<0,05$);

(A): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação ($p<0,05$);

(α): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração ($p<0,05$).

G1: estresse concêntrico; G2: estresse excêntrico; G3: treinamento concêntrico, G4: treinamento excêntrico.

As Tabelas 3 e 4 contêm a distribuição absoluta e relativa dos participantes, segundo ganho expressivo de força (no mínimo 10% em relação ao momento basal). Foram calculados os valores de *Odds Ratio* e Intervalo de Confiança, considerando os grupos de estresse e treinamento. Foi observada diferença significativa favorável aos grupos de treinamento, considerando ganho expressivo de força.

Tabela 3. Distribuição dos números absolutos e relativos dos participantes de G2 e G4, segundo ganho expressivo de força isotônica. Teste de *Odds Ratio* e IC de 95%.

	Aumento de força	Sem alteração	Total
G2	5 (22,73%)	17 (77,27%)	22
G4	17 (70,83%)	7 (29,17%)	24
Total	22	24	46

Odds Ratio: 8,26; IC (intervalo de confiança) 95%: 2,18 – 31,22. G2: grupo estresse excêntrico; G4: grupo treinamento excêntrico.

Tabela 4. Distribuição dos números absolutos e relativos dos participantes de G1 e G3, segundo ganho expressivo de força isotônica. Teste de *Odds Ratio* e IC de 95%.

	Aumento de força	Sem alteração	Total
G1	5 (20,83%)	19 (79,17%)	24
G3	12 (52,17%)	11 (47,83%)	23
Total	17	30	47

Odds Ratio: 4,15; IC (intervalo de confiança) 95%: 1,5 – 14,92. G1: grupo estresse concêntrico; G3: grupo treinamento concêntrico.

A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos de força isométrica. Não foi observada diferença significativa entre os grupos ou momentos avaliados para esta variável.

Tabela 5. Média e desvio padrão da dinamometria (Kg) segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.

Grupo	Momento de avaliação				
	Basal	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
G1 n=24	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 n=22	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 n=23	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 n=24	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 estresse e treinamento) e momentos de avaliação ($p < 0,05$);

(A): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação ($p < 0,05$);

(α): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração ($p < 0,05$).

G1: estresse concêntrico; G2: estresse excêntrico; G3: treinamento concêntrico, G4: treinamento excêntrico.

As Tabelas de número 6 a 9 mostram os resultados de sensibilidade obtidos por meio do algômetro de pressão.

Foi observada diferença estatística apenas para o valor de 30% do comprimento da coxa, com maior sensibilidade em G1 e G2 em relação a G3 e G4, respectivamente, no momento 48 horas, de acordo com a Tabela 8.

Tabela 6. Média e desvio padrão da sensibilidade (Kgf) avaliada em 10% do comprimento da coxa segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.

Grupo	Momento de avaliação				
	Inicial	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
G1 n=24	2,49±0,21 aAα	2,38±0,36 aAα	2,29±0,45 aAα	2,35±0,35 aAα	2,26±0,46 aAα
G2 n=22	2,50±0,12 aAα	2,45±0,27 aAα	2,40±0,32 aAα	2,46±0,24 aAα	2,49±0,19 aAα
G3 n=23	2,46±0,32 aAα	2,39±0,36 aAα	2,47±0,26 aAα	2,50±0,23 aAα	2,50±0,24 aAα
G4 n=24	2,51±0,17 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 estresse e treinamento) e momentos de avaliação ($p < 0,05$);

(A): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação ($p < 0,05$);

(α): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração ($p < 0,05$).

G1: estresse concêntrico; G2: estresse excêntrico; G3: treinamento concêntrico, G4: treinamento excêntrico.

Tabela 7. Média e desvio padrão da sensibilidade (Kgf) avaliada em 20% do comprimento da coxa segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.

Grupo	Momento de avaliação				
	Inicial	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
G1 n=24	2,40±0,35 aAα	2,36±0,35 aAα	2,32±0,38 aAα	2,35±0,35 aAα	2,30±0,42 aAα
G2 n=22	2,49±0,17 aAα	2,47±0,20 aAα	2,42±0,25 aAα	2,41±0,30 aAα	2,46±0,20 aAα
G3 n=23	2,46±0,27 aAα	2,46±0,34 aAα	2,48±0,21 aAα	2,49±0,25 aAα	2,48±0,25 aAα
G4 n=24	2,54±0,02 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 estresse e treinamento) e momentos de avaliação ($p<0,05$);

(A): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação ($p<0,05$);

(α): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração ($p<0,05$).

G1: estresse concêntrico; G2: estresse excêntrico; G3: treinamento concêntrico, G4: treinamento excêntrico.

Tabela 8. Média e desvio padrão da sensibilidade (Kgf) avaliada em 30% do comprimento da coxa segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.

Grupo	Momento de avaliação				
	Basal	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
G1 n=24	2,34±0,36 aAα	2,37±0,34 aAα	2,26±0,48 aAα	2,34±0,39 aAα	2,31±0,41 aAα
G2 n=22	2,48±0,22 aAα	2,47±0,22 aAα	2,36±0,34 aAα	2,36±0,36 aAα	2,49±0,13 aAα
G3 n=23	2,46±0,29 aAα	2,45±0,29 aAα	2,48±0,19 aBα	2,48±0,26 aAα	2,50±0,23 aAα
G4 n=24	2,54±0,04 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 estresse e treinamento) e momentos de avaliação ($p<0,05$);

(A/B): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação ($p<0,05$);

(α): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração ($p<0,05$).

G1: estresse concêntrico; G2: estresse excêntrico; G3: treinamento concêntrico, G4: treinamento excêntrico.

Tabela 9. Média e desvio padrão da sensibilidade (Kgf) avaliada em 40% do comprimento da coxa segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.

Grupo	Momento de avaliação				
	Basal	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
G1 n=24	2,35±0,45 aAα	2,31±0,39 aAα	2,27±0,45 aAα	2,40±0,34 aAα	2,27±0,44 aAα
G2 n=22	2,47±0,19 aAα	2,44±0,22 aAα	2,38±0,24 aAα	2,42±0,29 aAα	2,45±0,20 aAα
G3 n=23	2,46±0,29 aAα	2,45±0,29 aAα	2,48±0,24 aAα	2,48±0,23 aAα	2,48±0,23 aAα
G4 n=24	2,53±0,08 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 estresse e treinamento) e momentos de avaliação ($p<0,05$);

(A): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação ($p<0,05$);

(α): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração ($p<0,05$).

G1: estresse concêntrico; G2: estresse excêntrico; G3: treinamento concêntrico, G4: treinamento excêntrico.

Dos valores de dor obtidos após aplicação da EVA não foi observada diferença significativa entre os grupos ou momentos analisados, de acordo com a Tabela 10.

Tabela 10. Mediana e valores mínimo e máximo da aplicação da escala visual análoga à dor segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.

Grupo	Momento de avaliação				
	Basal	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
G1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
n=24	aA α	aA α	aA α	aA α	aA α
	(0,00; 3,00)	(0,00; 2,00)	(0,00; 3,00)	(0,00; 4,00)	(0,00; 2,00)
G2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
n=22	aA α	aA α	aA α	aA α	aA α
	(0,00; 1,00)	(0,00; 1,00)	(0,00; 3,00)	(0,00; 3,00)	(0,00; 3,00)
G3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
n=23	aA α	aA α	aA α	aA α	aA α
	(0,00; 4,00)	(0,00; 3,00)	(0,00; 4,00)	(0,00; 4,00)	(0,00; 3,00)
G4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
n=24	aA α	aA α	aA α	aA α	aA α
	(0,00; 0,00)	(0,00; 2,00)	(0,00; 4,00)	(0,00; 5,00)	(0,00; 2,00)

(a): comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (grupos estresse e treinamento) e momentos de avaliação ($p < 0,05$);

(A): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação ($p < 0,05$);

(α): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração ($p < 0,05$).

G1: estresse concêntrico; G2: estresse excêntrico; G3: treinamento concêntrico, G4: treinamento excêntrico.

Em relação aos resultados obtidos de circunferência da coxa não foi observada diferença significativa entre os grupos ou momentos analisados, de acordo com as Tabelas de número 11 a 14.

Tabela 11. Média e desvio padrão da circunferência da coxa (cm) avaliada em 10% do comprimento da mesma, segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.

Grupo	Momento de avaliação				
	Inicial	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
G1 n=24	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 n=22	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 n=23	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 n=24	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 estresse e treinamento) e momentos de avaliação ($p < 0,05$);

(A): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação ($p < 0,05$);

(α): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração ($p < 0,05$).

G1: estresse concêntrico; G2: estresse excêntrico; G3: treinamento concêntrico, G4: treinamento excêntrico.

Tabela 12. Média e desvio padrão da circunferência da coxa (cm) avaliada em 20% do comprimento da mesma, segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.

Grupo	Momento de avaliação				
	Basal	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
G1 n=24	44,55±4,70 aAα	44,80±4,89 aAα	44,77±4,60 aAα	45,08±4,40 aAα	44,97±4,56 aAα
G2 n=22	45,96±3,81 aAα	46,07±3,48 aAα	46,35±3,43 aAα	46,48±3,64 aAα	46,91±3,73 aAα
G3 n=23	44,71±4,37 aAα	44,50±4,27 aAα	44,85±4,61 aAα	44,71±4,39 aAα	44,70±4,49 aAα
G4 n=24	45,37±4,63 aAα	44,89±4,61 aAα	44,85±4,64 aAα	45,03±4,57 aAα	45,09±4,48 aAα

(a): comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (grupos estresse e treinamento) e momentos de avaliação ($p < 0,05$);

(A): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação ($p < 0,05$);

(α): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração ($p < 0,05$).

G1: estresse concêntrico; G2: estresse excêntrico; G3: treinamento concêntrico, G4: treinamento excêntrico.

Tabela 13. Média e desvio padrão da circunferência da coxa (cm) avaliada em 30% do comprimento da mesma, segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.

Grupo	Momento de avaliação				
	Basal	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
G1 n=24	49,00±5,05 aAα	49,11±5,20 aAα	49,43±5,02 aAα	48,96±5,55 aAα	49,11±4,32 aAα
G2 n=22	50,36±3,66 aAα	50,82±3,97 aAα	50,41±4,55 aAα	51,06±3,82 aAα	51,33±4,21 aAα
G3 n=23	49,16±4,97 aAα	50,00±4,91 aAα	49,16±5,12 aAα	49,20±5,18 aAα	49,34±5,32 aAα
G4 n=24	49,65±5,22 aAα	49,64±5,13 aAα	49,14±5,51 aAα	49,61±5,09 aAα	49,62±4,59 aAα

(a): comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (grupos estresse e treinamento) e momentos de avaliação ($p < 0,05$);

(A): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação ($p < 0,05$);

(α): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração ($p < 0,05$).

G1: estresse concêntrico; G2: estresse excêntrico; G3: treinamento concêntrico, G4: treinamento excêntrico.

Tabela 14. Média e desvio padrão da circunferência da coxa (cm) avaliada em 40% do comprimento da mesma, segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.

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

(a): comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (grupos estresse e treinamento) e momentos de avaliação ($p < 0,05$);

(A): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação ($p < 0,05$);

(α): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração ($p < 0,05$).

G1: estresse concêntrico; G2: estresse excêntrico; G3: treinamento concêntrico, G4: treinamento excêntrico.

Dos valores de concentração plasmática de creatina cinase, observou-se que o grupo estresse concêntrico (G1) apresentou aumento significativo 24, 48, 72 e 96 horas em relação ao momento basal (Tabela 15).

Tabela 15. Mediana e valores mínimo e máximo de CKMM (U/L) segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.

Grupo	Momento de avaliação				
	Basal	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
G1 n=23	54,58 aA α (17,13; 111,31)	68,75 aA $\alpha\beta$ (24,59; 199,75)	111,30 bB β (30,16; 568,86)	90,02 aB $\alpha\beta$ (21,38; 191,25)	91,90 bB $\alpha\beta$ (4,68; 138,69)
G2 n=20	44,17 aA α (0,66; 97,74)	66,34 aA α (18,09; 267,67)	65,04 aA α (28,85; 209,47)	55,76 aA α (25,29; 134,26)	39,84 aA α (6,02; 95,48)
G3 n=20	25,57 aA α (1,12; 206,90)	26,98 aA α (10,69; 210,43)	29,77 aA α (13,50; 196,18)	29,82 aA α (10,12; 145,62)	27,00 aA α (4,50; 78,72)
G4 n=21	31,50 aA α (14,62; 96,74)	34,05 aA α (9,60; 64,10)	37,13 aA α (14,62; 57,37)	39,64 aA α (7,90; 85,49)	34,87 aA α (4,00; 162,56)

(a/b): comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (grupos estresse e treinamento) e momentos de avaliação ($p < 0,05$);

(A/B): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação ($p < 0,05$);

(α/β): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração ($p < 0,05$).

G1: estresse concêntrico; G2: estresse excêntrico; G3: treinamento concêntrico, G4: treinamento excêntrico.

Ainda de acordo com a Tabela 15, houve diferença significativa entre G1 e G2, com valores mais expressivos de CK em G1 em relação a G2 nos momentos 48 e 96 horas. Entre os grupos estresse concêntrico e treinamento concêntrico também foi observada diferença significativa, tendo o grupo estresse apresentado maiores valores do que o treinamento, nos momentos 48, 72 e 96 horas.

A Tabela 16 mostra a distribuição absoluta e relativa dos participantes que apresentaram valores de CK maiores do que o valor de referência do kit utilizado, segundo grupo e momento.

Tabela 16. Distribuição absoluta e relativa dos participantes que apresentaram valores de CKMM (U/L) maiores que o valor de referência, segundo grupo e momento.

Grupo	Momento de avaliação			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
G1 n=23	2 (8,7%)	5 (21,7%)	1(4,3%)	0 (0%)
G2 n=20	2 (10%)	1 (5%)	0 (0%)	0 (0%)
G3 n=20	1 (10%)	1 (5%)	0 (0%)	0 (0%)
G4 n=21	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

Valor de referência (kit CK-NAC, *Laborclin*): 174 U/L. G1: estresse concêntrico; G2: estresse excêntrico; G3: treinamento concêntrico, G4: treinamento excêntrico.

A Tabela 17 apresenta os valores obtidos da concentração de TNF- α . Não foi observada alteração significativa da concentração dessa substância entre os momentos ou grupos analisados.

Tabela 17. Média e desvio padrão da concentração de TNF- α (pg/mL) segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.

Grupo	Momento de avaliação				
	Basal	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
G1 n=21	11,16 \pm 0,08 aA α	11,17 \pm 0,08 aA α	11,16 \pm 0,07 aA α	11,17 \pm 0,10 aA α	11,17 \pm 0,08 aA α
G2 n=20	11,17 \pm 0,12 aA α	11,15 \pm 0,07 aA α	11,16 \pm 0,09 aA α	11,15 \pm 0,07 aA α	11,15 \pm 0,07 aA α
G3 n=21	11,18 \pm 0,07 aA α	11,18 \pm 0,08 aA α	11,17 \pm 0,10 aA α	11,19 \pm 0,10 aA α	11,20 \pm 0,11 aA α
G4 n=21	11,20 \pm 0,07 aA α	11,20 \pm 0,09 aA α	11,18 \pm 0,06 aA α	11,19 \pm 0,07 aA α	11,20 \pm 0,09 aA α

(a/b): comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (grupos estresse e treinamento) e momentos de avaliação ($p < 0,05$);

(A): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação ($p < 0,05$);

(α): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração ($p < 0,05$).

G1: estresse concêntrico; G2: estresse excêntrico; G3: treinamento concêntrico, G4: treinamento excêntrico.

De acordo com a Tabela 18, não houve diferença significativa da concentração de cortisol entre os grupos ou momentos analisados.

Tabela 18. Média e desvio padrão da concentração de cortisol (ng/mL) segundo grupo, tipo de contração e momento de avaliação.

Grupo	Momento de avaliação	
	Basal	24 horas
G1 n=20	96,32± 17,30 aA α	93,48±16,83 aA α
G2 n=20	90,97±17,95 aA α	93,95 ±16,56 aA α
G3 n=22	91,19±19,59 aA α	89,23±12,61 aA α
G4 n=22	94,95±16,40 aA α	91,24±16,31 aA α

(a): comparação entre os tipos de contração, fixados os grupos (grupos estresse e treinamento) e momentos de avaliação ($p < 0,05$);

(A): comparação entre os grupos, fixados os tipos de contração e momentos de avaliação ($p < 0,05$);

(α): comparação dos momentos de avaliação, fixados os grupos e tipos de contração ($p < 0,05$).

G1: estresse concêntrico; G2: estresse excêntrico; G3: treinamento concêntrico, G4: treinamento excêntrico.

O Quadro 3 apresenta um resumo dos principais resultados obtidos das variáveis funcionais, clínicas e marcadores sanguíneos.

Quadro 3. Resumo dos principais resultados das variáveis funcionais, clínicas e marcadores sanguíneos				
	Grupos			
Variáveis funcionais	G1	G2	G3	G4
Teste de 1RM	=	=	=	↑96 horas → basal, ↑96 horas → G2
Força isométrica	=	=	=	=
Variáveis Clínicas				
Sensibilidade (10%)	=	=	=	=
Sensibilidade (20%)	=	=	=	=
Sensibilidade (30%)	↑48 horas → G3	↑48 horas → G4	=	=
Sensibilidade (40%)	=	=	=	=
Dor (EVA)	=	=	=	=
Circunferência da coxa (10%)	=	=	=	=
Circunferência da coxa (20%)	=	=	=	=
Circunferência da coxa (30%)	=	=	=	=
Circunferência da coxa (40%)	=	=	=	=
Marcadores sanguíneos				
CKMM	↑24, 48, 72, 96 → basal; ↑48, 72, 96 → G3; ↑48 e 96 horas → G2			
TNF-α	=	=	=	=
Cortisol	=	=	=	=
Legenda - G1: estresse concêntrico; G2: estresse excêntrico; G3: treinamento concêntrico; G4: treinamento excêntrico; = sem diferença significativa; ↑ aumento; → em relação a.				

DISCUSSÃO

Este estudo mostrou que o treinamento excêntrico promoveu aumento significativo de força isotônica após o término das sessões e em comparação à sessão de estresse excêntrico. Os grupos de estresse apresentaram aumento de sensibilidade e, especificamente o grupo estresse concêntrico proporcionou incremento dos valores de CK entre 24 e 96 horas após a sessão.

Quanto à força isotônica, observou-se que o grupo treinado com ênfase na fase lenta de contração excêntrica obteve ganho de 10%, considerando a média de força do momento basal, com diferença significativa. Tais achados convergem com a literatura, que confirma a observação de maiores incrementos de força quando se treina excentricamente. ⁽³⁻⁶⁾

Autores ^(3,6) demonstraram que sessões de exercício excêntrico são mais eficazes no estímulo da síntese de proteínas miofibrilares e colágeno em relação a ações concêntricas com volume e intensidade de esforço equivalentes. Moore *et al.* ⁽³⁾ afirmam ainda que contrações excêntricas máximas produzem maior quantidade de força do que contrações concêntricas de mesma intensidade, embora as excêntricas recrutem menor quantidade de fibras musculares para tanto.

Além do incremento de força isotônica apresentado pelos sujeitos de G4 após o término do treinamento, observou-se diferença significativa entre os resultados do teste de 1RM entre G2 e G4 após as sessões, indicando adaptação em relação a essa variável para o grupo que realizou o treinamento em comparação aos sujeitos que realizaram uma sessão única de exercício excêntrico máximo.

Em relação aos resultados de força isométrica obtidos, não foi notada diferença significativa entre os grupos ou momentos avaliados, ao contrário de

alguns estudos que apresentaram déficit de força entre 24 e 120 horas após realização de sessões agudas de exercício excêntrico ^(2, 8-10, 15, 19).

Stupka *et al.* ⁽¹⁰⁾ demonstraram considerável déficit de força após uma sessão de exercícios excêntricos a 120% de 1RM. Entretanto, após realização de uma segunda sessão de exercícios, o déficit de força foi amenizado em função do fenômeno de adaptação do mecanismo excitação-contração.

Parr *et al.* ⁽²⁾ demonstraram que exercícios isotônicos excêntricos produzem maior quantidade de déficits funcionais como redução de força e amplitude de movimento em comparação a um protocolo combinado de exercícios isocinéticos concêntricos e excêntricos dos músculos flexores do cotovelo.

Tal situação não foi observada no presente estudo, em que os valores obtidos do teste de dinamometria não apontaram déficit de força isométrica tanto após as sessões de estresse quanto após as sessões de treinamento baseadas nos dois tipos de contração isotônica.

Vale ressaltar que os estudos apontados ^(2, 8-10, 15, 19) avaliaram o comportamento de variáveis funcionais após danos musculares induzidos por exercícios realizados em intensidades de esforço (80 a 150% de 1RM) e volume de trabalho superiores ao que foi realizado no presente estudo, não permitindo uma comparação direta de resultados.

A respeito dos resultados obtidos de sensação subjetiva de dor (EVA), não foi observada alteração significativa entre os grupos ou momentos avaliados, indicando que tanto a intensidade de esforço quanto o volume realizado pelos grupos estresse e treinamento não provocaram quantidade suficiente de dano muscular que pudesse ser traduzido em dor pelos participantes durante os momentos avaliados.

Grande parte dos trabalhos investigados utilizou a escala visual análoga à dor para avaliar a sensação subjetiva de dor após realização de exercícios localizados. E ao contrário do presente estudo, alguns autores apontaram presença de dor avaliada por esta escala após realização de exercícios localizados, principalmente os de natureza excêntrica ^(4, 8, 9, 10, 15).

Muthalib *et al.* ⁽⁴⁾, ao comparar exercícios concêntricos e excêntricos máximos obtiveram quantidade significativa de dor muscular entre 24 e 72 horas após os exercícios excêntricos, tanto em relação ao momento basal dos sujeitos quanto em comparação aos sujeitos que realizaram ações concêntricas.

Conforme mencionado, a comparação entre os resultados do presente estudo com os dados da literatura é dificultada em função da grande discrepância entre protocolos. Todavia, sabe-se que exercícios excêntricos realizados em altas intensidades de esforço e volume de trabalho provocam dor muscular, acompanhada de déficit de força ⁽¹⁰⁾.

Apesar dos resultados da aplicação da EVA não terem demonstrado aumento significativo da sensação subjetiva de dor no presente estudo, os resultados obtidos da aplicação do algômetro de pressão apresentaram aumento de sensibilidade nos grupos estresse. Tanto o grupo estresse concêntrico quanto o estresse excêntrico apresentaram maior sensibilidade 48 horas após a sessão máxima, no local correspondente a 30% do comprimento da coxa, em relação aos grupos treinamento concêntrico e excêntrico, respectivamente. Para essa variável, portanto, também foi observada adaptação dos grupos treinamento, independentemente do tipo de contração realizada.

Assim como observado no presente estudo durante a análise dos grupos estresse concêntrico e excêntrico, Peake *et al.* ⁽¹⁸⁾ também obtiveram aumento de

sensibilidade avaliada por algômetro de pressão entre 24 e 72 horas após realização de protocolos máximos e submáximos de exercícios excêntricos dos músculos flexores do cotovelo.

Os resultados apresentados de circunferência da coxa não mostraram diferença significativa entre os grupos do ensaio ou momentos analisados, ao contrário de alguns estudos investigados que obtiveram aumento da circunferência em função de presença de edema após realização de sessões máximas de exercício localizado ^(8, 18) ou como consequência de hipertrofia após treinamento de força ⁽⁵⁾.

Apesar do ganho de força notado em G4, não foi observado aumento de medida de circunferência da coxa, considerando a análise clínica para constatar indiretamente hipertrofia. Vikne *et al.* ⁽⁵⁾, entretanto, apontaram aumento significativo da área de secção transversa dos músculos flexores do cotovelo após 12 semanas de treinamento excêntrico. Os resultados do estudo indicaram hipertrofia muscular após treino com ênfase em contrações excêntricas, ao contrário do treinamento concêntrico, que não proporcionou aumento significativo dos valores de secção transversa. Vale destacar que o treinamento proposto pelo presente estudo possui volume 4 vezes menor do que o estudo apontado e, neste sentido, não se esperava modificações de magnitude semelhante.

Chen *et al.* ⁽⁸⁾, Miles *et al.* ⁽¹⁵⁾ e Peake *et al.* ⁽¹⁸⁾ obtiveram aumento da circunferência de membros superiores imediatamente após e até 120 horas após realização de sessões máximas de exercício excêntrico dos músculos flexores do cotovelo. Os autores afirmaram que o aumento da circunferência pode ter ocorrido em função da instalação de processo inflamatório na matriz extracelular.

As sessões de estresse propostas no presente estudo ocorreram em intensidade de esforço e volume inferiores aos trabalhos supracitados. Esse fato

pode explicar a ausência de aumento da circunferência da coxa em função de edema nos sujeitos dos grupos de estresse. Além disso, o objetivo da realização das sessões de estresse não foi induzir dano muscular para avaliação das respostas funcionais, clínicas e marcadores sanguíneos após as mesmas, como nos estudos investigados, mas sim comparar o efeito das sessões máximas às sessões de treinamento.

Em relação aos resultados dos marcadores sanguíneos, o presente estudo apresentou aumento significativo de creatina cinase no grupo estresse concêntrico. Em contrapartida, as concentrações de TNF- α e cortisol permaneceram inalteradas dentro ou entre os grupos do ensaio, indicando ausência de processo inflamatório ou alteração dos padrões de estresse fisiológico, respectivamente.

Após análise dos resultados de CK, observou-se aumento significativo dos níveis da enzima no grupo estresse concêntrico 24, 48, 72 e 96 horas após a realização da sessão. Além disso, o grupo estresse concêntrico apresentou maiores valores em relação ao estresse excêntrico nos momentos 48 e 96 horas.

Este fato não está de acordo com a literatura, uma vez que a maioria dos estudos que comparam ações concêntricas e excêntricas mostrou quantidade significativa de dano muscular traduzido por incremento dos valores de CK após realização de ações excêntricas em comparação ao trabalho concêntrico ^(4, 9, 19). Conforme mencionado, o objetivo do presente estudo não foi induzir dano muscular durante a realização das sessões máximas para posterior análise das respostas, ao contrário dos estudos apontados ^(4, 9, 19), e em virtude disso, não se esperava resultados semelhantes aos da literatura.

Em relação ao fato de que a sessão de exercício máximo concêntrico promoveu incremento significativo de CK, observou-se que grande parte dos sujeitos

dos grupos estresse e treinamento concêntrico apresentou maior dificuldade em realizar o protocolo de exercícios em relação aos sujeitos dos grupos estresse e treinamento excêntrico. Essa dificuldade em realizar a ação concêntrica pode ter resultado em incremento de intensidade de esforço durante a realização da sessão máxima de exercício baseado na contração concêntrica lenta, tendo resultado em elevação dos níveis de creatina cinase em G1. No entanto, os valores de mediana obtidos nesse grupo não ultrapassaram o valor de referência do kit utilizado para indivíduos do sexo masculino (38-174 U/L), estando, portanto, dentro dos limites aceitáveis para os níveis séricos dessa enzima. Apesar disso, nota-se uma tendência maior ao incremento de CK em G1, uma vez que 21,7% dos participantes apresentaram valores superiores ao valor de referência do kit, 48 horas após a realização da sessão de exercício máximo.

Ainda em relação aos resultados de CK, o grupo estresse concêntrico apresentou maiores valores em relação ao treinamento concêntrico nos momentos 48, 72 e 96 horas. Acredita-se que os sujeitos do grupo treinamento concêntrico, ao realizarem as sessões, sofreram processo de adaptação que resultou em ausência de incrementos dos níveis de CK após o término do treinamento.

A literatura aponta que a quantidade de dano muscular constatada após realização de uma sessão máxima de exercício localizado é amenizada em sessões subseqüentes, em função da adaptação das fibras musculares após a primeira sessão, que resulta em incrementos mais discretos ou até mesmo ausência de aumento significativo dos níveis séricos de creatina cinase após novos estímulos ⁽⁸⁻¹⁰⁾.

Chen *et al.* ⁽⁸⁾, Vissing *et al.* ⁽⁹⁾ e Stupka *et al.* ⁽¹⁰⁾ mostraram que após uma sessão de exercício excêntrico, a concentração de creatina cinase aumenta

consideravelmente e após sessões subseqüentes, há adaptação que resulta em diminuição dos níveis séricos da enzima. Os autores afirmam que a quantidade de dano muscular é reduzida em função, possivelmente, da substituição de fibras menos resistentes.

No presente estudo, o grupo estresse concêntrico apresentou aumento dos níveis de CK e sensibilidade 48 horas após a sessão, sem, entretanto, presença de processo inflamatório, uma vez que não houve alteração dos níveis de TNF- α . Excluída a possibilidade de ocorrência de inflamação nas fibras musculares, a liberação de CK pode indicar aumento de permeabilidade de membrana, fato que pode estar relacionado com a ativação das vias de degradação do Cálcio, de acordo com Peake *et al.* ⁽¹⁶⁾.

Peake *et al.* ⁽¹⁸⁾ também obtiveram aumento de liberação de CK, dor e sensibilidade após realização de exercícios resistidos, a despeito de não terem observado alteração de marcadores inflamatórios, o que corrobora os achados desta pesquisa.

Em relação aos resultados de TNF- α e cortisol, não foi observada diferença significativa entre os grupos ou momentos avaliados após as sessões de estresse e treinamento. A literatura aponta resultados divergentes em relação à concentração destas substâncias após realização de exercícios resistidos.

Assim como observado no presente estudo, Hirose *et al.* ⁽³²⁾ não obtiveram aumento da concentração de TNF- α após realização de exercícios excêntricos máximos dos músculos flexores do cotovelo. Os autores afirmaram que os exercícios localizados apresentam pouca ou nenhuma variação dos níveis séricos de citocinas pró-inflamatórias, ao contrário dos exercícios de endurance, que possuem grande demanda metabólica e conseqüentemente maior estímulo à secreção de hormônios

do estresse, fatores que contribuem de maneira significativa com a produção de citocinas pró-inflamatórias.

Em contrapartida, Silva *et al.* ⁽¹¹⁾ apresentaram aumento significativo da concentração sérica de TNF- α , 48 horas após realização de sessões máximas de exercício excêntrico. Os autores afirmaram que exercícios excêntricos podem estimular a produção de citocinas pró-inflamatórias, em função de dano muscular.

Em relação ao cortisol, uma vez que não foi observada quantidade significativa de dano muscular após as sessões de estresse e treinamento no presente estudo, possivelmente não tenha resultado em estímulo suficiente para síntese e liberação desse hormônio. Peake e Coombes ⁽³⁴⁾ afirmaram que células do sistema imune são mobilizadas e ativadas durante exercício físico em resposta ao dano muscular e à ação de hormônios do estresse.

Willoughby *et al.* ⁽¹⁹⁾ não observaram alteração dos níveis séricos de cortisol após sessões máximas de exercícios concêntricos e excêntricos do músculo quadríceps, ao contrário de Goto *et al.* ⁽³³⁾, que indicaram aumento da concentração desse hormônio após realização de exercícios predominantemente excêntricos do mesmo grupo muscular.

A grande discrepância entre protocolos e aspectos metodológicos dos estudos investigados dificulta a comparação entre resultados. No entanto, pode-se afirmar que a intensidade de esforço e volume propostos no presente estudo para as sessões de treinamento encontram-se dentro de uma margem segura, de modo a promover incremento de força isotônica em G4, sem produzir danos importantes à musculatura esquelética que pudessem ser traduzidos por déficit de força, edema, dor ou incremento dos níveis séricos de CK, TNF- α ou cortisol.

Além disso, observou-se que o treinamento exerceu efeito protetor à musculatura, haja vista a ausência de dano muscular, explicitada pela análise das variáveis estudadas após realização das sessões de treinamento em relação às sessões de estresse. Esse fato é explicado pelo fenômeno adaptativo, em que alterações geradas após o primeiro estímulo resultam em atenuação ou ausência de dano muscular após realização de sessões subseqüentes ^(8,10).

Como limitação do estudo, aponta-se a ausência de investigação da sensibilidade além da região do músculo reto femoral, e da sensação subjetiva de dor além da região da coxa, uma vez que grande parte dos voluntários dos grupos estresse e alguns sujeitos dos grupos treinamento relataram desconforto na região do joelho, sobretudo no tendão patelar.

A partir do exposto, infere-se que o programa de treinamento realizado com cargas crescentes e baseado em fase concêntrica rápida e excêntrica lenta é plenamente seguro para sujeitos saudáveis e deve-se incentivar seu uso na prática clínica, visando ao ganho de força em curto período de tempo, uma vez que promove incremento de força muscular isotônica após 3 semanas de exercícios sem induzir danos musculares.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados, conclui-se que o treinamento, independentemente do tipo de contração enfatizada, proporciona efeito protetor à musculatura em relação às sessões máximas de exercício localizado. Além disso, especificamente o treinamento baseado em contração concêntrica rápida e excêntrica lenta promove adaptação funcional, traduzida por incremento de força isotônica.

Quando não há treinamento sistematizado, a única sessão de exercício localizado a 100% da carga máxima, com base em contração concêntrica lenta pode induzir maior quantidade de dano muscular quando comparada a exercício baseado em contração excêntrica lenta, de mesma intensidade, sem a instalação de processo inflamatório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gillies EM, Putman CT, Bell GJ. The effect of varying the time of concentric and eccentric muscle actions during resistance training on skeletal muscle adaptations in women. *Eur J Appl Physiol* 2006;97:443–53.
2. 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;44:462-8.
3. Moore DR, Phillips SM, Babraj JA, Smith K, Rennie MJ. Myofibrillar and collagen protein synthesis in human skeletal muscle in young men after maximal shortening and lengthening contractions. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2005;288:1153–9.
4. Muthalib M, Lee H, Millet GY, Ferrari M, Nosaka K. Comparison between maximal lengthening and shortening contractions for biceps brachii muscle oxygenation and hemodynamics. *J Appl Physiol* 2010;109:710–20.
5. Vikne H, Refsnes PE, Ekmark M, Medb JI, Gundersen V, Gundersen K. Muscular Performance after concentric and eccentric exercise in trained men. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38:1770-81.
6. Eliasson J, Elfegoun T, Nilsson J, Kohnke R, Ekblom B, Blomstrand E. Maximal lengthening contractions increase p70 S6 kinase phosphorylation in human skeletal muscle in the absence of nutritional supply. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2006;291:E1197–205.
7. 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;2:6-13.

8. Chen TC, Chen HL, Lin MJ, Wu CJ, Nosaka K. Muscle damage responses of the elbow flexors to four maximal eccentric exercise bouts performed every 4 weeks. *Eur J Appl Physiol* 2009;106:267–75.
9. Vissing K, Overgaard K, Nedergaard A, Fredsted A, Schjerling P. Effects of concentric and repeated eccentric exercise on muscle damage and calpain–calpastatin gene expression in human skeletal muscle. *Eur J Appl Physiol* 2008; 103:323–32.
10. Stupka N, Tarnopolsky MA, Yardley NJ, Phillips SM. Cellular adaptation to repeated eccentric exercise-induced muscle damage. *J Appl Physiol* 2001;91:1669–78.
11. Silva LA, Pinho CA, Silveira PCL, Tuon T, Souza CT, Pizzol FD *et al.* Vitamin E supplementation decreases muscular and oxidative damage but not inflammatory response induced by eccentric contraction. *J Physiol Sci* 2010;60:51–7.
12. Roig M, O'Brien K, Kirk G, Murray R, 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;43:556–68.
13. Visnes H, Bahr R. The evolution of eccentric training as treatment for patellar tendinopathy (jumper's knee): a critical review of exercise programmes. *Br J Sports Med* 2007;41:217–23.
14. Wasielewski NJ, 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;42:409–21.

15. Miles MP, Andring JM, Pearson SD, Gordon LK, Kasper C, Depner CM *et al.* Diurnal variation, response to eccentric exercise, and association of inflammatory mediators with muscle damage variables. *J Appl Physiol* 2008;104: 451–8.
16. Peake J, Nosaka K, Suzuki K. Characterization of inflammatory responses to eccentric exercise in human. *Exerc Immunol Rev* 2005;11:64-85.
17. Willoughby DS, Taylor M, Taylor L. Glucocorticoid receptor and ubiquitin expression after repeated eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35: 2023-31.
18. Peake JM, Nosaka K, Muthalib M, Suzuki K. Systemic inflammatory responses to maximal versus submaximal lengthening contractions of the elbow flexors. *Exerc Immunol Rev* 2006;12:72-85.
19. Willoughby DS, Vanenk C, Taylor L. Effects of concentric and eccentric contractions on exercise induced muscle injury, inflammation and serum IL-6. *Journal of Exercise Physiology* 2003;6:8-15.
20. 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;9:45-51.
21. 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;15:428-31.
22. Glesson N, Eston R, Marginson V, McHugh M. Effects of prior concentric training on eccentric exercise induced muscle damage. *Br J Sports Med* 2003;37:119-25.
23. Chiesa LC. *La Musculación Racional: Bases para um entrenamiento organizado.* Barcelona: Editora Pidotribo; 2007.

24. Teo W, McGuigan MR, Newton MJ. The effects of circadian rhythmicity of salivary cortisol and testosterone on maximal isometric force, maximal dynamic force, and power output. *J Strength Cond Res* 2011; 25:1538-45.
25. Brown LE, Weir JP. Asep procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. *J Exerc Physiol* 2001;4:1-21.
26. Cleary MA, Sitler MR, Kendrick ZV. Dehydration and symptoms of delayed onset muscle soreness in normothermic men. *J Ath Train* 2006;41:36-45.
27. Jönhagen S, Ackermann P, Eriksson T, Saartok T, Renström PAFH. Sports massage after eccentric exercise. *Am J Sports Med* 2004;32:1499-1503.
28. Black CD, Mccully KK. Muscle injury repeated bouts of voluntary and electrical stimulated exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40:1605-15.
29. Bloomer RJ, Falvo MJ, Schilling BK, Smith WA. Prior exercise and antioxidant supplementation: effect on oxidative stress and muscle injury. *J Inter Soci Sports Nutri* 2007;4:1-10.
30. Kinser AM, Sands WA, Stone MH. Reability and validity of a pressure algometer. *J Strength Cond Res* 2009;23:312-14.
31. Zar, JH. *Bioestatistical analyses*, 5a ed. Prentice Hall; 2009. p. 994.
32. Hirose L, Nosaka K, Newton M, Laveder A, Kano M, Peake J *et al.* Changes in inflammatory mediators following eccentric exercise of the elbow flexors. *Exerc Immunol Rev* 2004;10:75-90.
33. Goto K, Ishii N, Kizuka T, Kraemer RR, Honda Y, Takamatsu K. Hormonal and metabolic responses to slow movement resistance exercise with different durations of concentric and eccentric actions. *Eur J Appl Physiol* 2009;106:731-9.

34. Peake JM, Suzuki K, Coombes JS. The influence of antioxidant supplementation on markers of inflammation and the relationship to oxidative stress after exercise. *Journal of Nutritional Biochemistry* 2007;18: 357-71.

ANEXO 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. Obrigado pela sua participação.

Para responder as questões, lembre que:

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

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

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

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

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

horas: ____ Minutos: ____

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

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

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

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

horas: _____ Minutos: _____

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

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

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

horas: _____ Minutos: _____

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

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

_____ horas ____ minutos

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

_____ horas ____ minutos

ANEXO II

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO GRUPOS ESTRESSE

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

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 produzida por macrófagos e liberada no sangue durante a ocorrência de um processo inflamatório sistêmico) e cortisol (hormônio produzido durante a realização de exercícios).

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, episódio de lesão músculo-tendínea ou osteoarticular nos membros inferiores e/ou coluna ou ter participado de programa de musculação nos últimos 6 meses. Além disso, você deverá assinar um termo em que declara ter passado por uma consulta médica e que se encontra apto a 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 3 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); da única sessão de exercício e da coleta sanguínea, juntamente com os testes, 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.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
GRUPOS 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 produzida por macrófagos e liberada no sangue durante a ocorrência de um processo inflamatório sistêmico) e cortisol (hormônio produzido durante a realização de exercícios) 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, episódio de lesão músculo-tendínea ou osteoarticular nos membros inferiores e/ou coluna ou ter participado de programa de musculação nos últimos 6 meses. 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 observada também, a força máxima que você conseguirá realizar em uma contração isométrica, isto é, 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 a 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 e quatro 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 entre custo e benefício da realização destes tipos de treinamento, tanto no âmbito esportivo quanto na prática clínica, isto é, 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.