

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

MARIA CLAUDIA CARDOSO PEREIRA

**EFEITOS DO USO DE MANGAS DE COMPRESSÃO GRADUAL NA
RECUPERAÇÃO DO DANO MUSCULAR EM JOVENS TREINADOS**

**Tese apresentada como requisito
parcial para obtenção do título de
Doutor em Ciências da Saúde pelo
Programa de Pós-Graduação em
Ciências da Saúde da Universidade de
Brasília.**

Orientador: Prof.º Dr. Martim Bottaro Marques

BRASÍLIA

2012

MARIA CLAUDIA CARDOSO PEREIRA

**EFEITOS DO USO DE MANGAS DE COMPRESSÃO GRADUAL NA
RECUPERAÇÃO DO DANO MUSCULAR EM JOVENS TREINADOS**

**Tese apresentada como requisito
parcial para obtenção do título de
Doutor em Ciências da Saúde pelo
Programa de Pós-Graduação em
Ciências da Saúde da Universidade de
Brasília.**

Aprovado em 15 de junho de 2012.

BANCA EXAMINADORA

Martim Bottaro
Universidade de Brasília

Ronei Pinto
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Jake Carvalho do Carmo
Universidade de Brasília

Ricardo Jacó
Universidade de Brasília

Paulo Viana Gentil
Universidade de Brasília

Dedico esse trabalho a Deus e à minha família.

AGRADECIMENTOS

Início agradecendo a Deus pela minha vida e por ter cuidado sempre de cada passo dado ao longo dessa trajetória. Dele e para Ele acredito serem todas as coisas. Obrigada, Senhor! Obrigada também à Maria, mãe de Deus, pela presença real na minha vida!

Agradeço aos meus amados pais, Ruimar e Maria Cecília, esse feito só foi possível por que sempre tive o apoio incondicional de vocês! Obrigada por terem se doado sempre por mim e meus irmãos, com o objetivo de nos tornarem pessoas de bem e melhores em tantos aspectos...vocês são sensacionais! Obrigada aos meus irmãos Emanuel e Cristiano e à minha cunhada Roberta pela força ao longo desses anos de pós-graduação. Vocês sempre souberam alegrar os meus dias! Amo todos vocês!

Academicamente falando, agradeço primeiramente ao meu orientador Martim Bottaro. Sua competência profissional me inspirou ao longo desse período em que trabalhamos juntos! Hoje digo com orgulho que aprendi muitas coisas enquanto sua aluna e espero poder continuar essa parceria por muitos anos! Essa tese é nossa!

Sigo agradecendo aos meus fantásticos colegas e amigos do Laboratório e Grupo de Estudos da Força e da pós-graduação. Ao Saulo Martorelli, ao André Martorelli, ao Valdinar Rocha Júnior, ao Rodrigo Celles, à Dalila Tusset, ao Paulo Gentil, ao Rogério Guedes, ao Saulo Soares, ao João Batista, ao Caio Vieira e ao Guilherme Sarmiento. Um agradecimento especial ao Murillo Neumann, aluno de iniciação científica que muito me ajudou durante as coletas de dados. Todos vocês foram importantes para que eu chegasse até aqui. Espero que continuemos juntos nessa caminhada acadêmica!

Agradeço a cada voluntário que doou seu tempo para cooperar com o desenvolvimento da ciência no campo do desporto! Sem vocês tudo isso não seria possível! Obrigada também às enfermeiras Sirlene, Carol Sampaio e Sharlene que tanto me ajudaram nas coletas de dados. Vocês foram fundamentais!

Devoto um especial agradecimento ao Laboratório Sabin que, por meio de seu Núcleo de Apoio à pesquisa, tornou possível as análises do material sanguíneo. O apoio da presente instituição foi de fundamental importância!

Agradeço a cada membro da banca pela disponibilidade em contribuir na construção do meu conhecimento. Meu especial agradecimento ao professor Jake do Carmo, por ter me orientado durante tantos anos. Essa conquista também é sua!

Quando o assunto é amizade não posso nomeá-los correndo o risco de esquecer alguém. São os amigos de longos anos, amigos do Colégio Militar, da Paróquia São Francisco, amigos da ginástica, amigos que fiz ao longo da minha caminhada profissional...são de tantos lugares! À vocês quero agradecer pelo incentivo, orações, risadas, conversas, desabafos...por terem sempre me apoiado na conclusão desse objetivo!

Por fim, meu muito obrigada a todos os professores e funcionários da FEF que sempre me apoiaram durante esses 10 anos de UnB...sei que continuarão torcendo por mim!

*“Um pouco de ciência nos afasta de Deus. Muito, nos aproxima.”
(Louis Pasteur)*

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AST	Aspartato transaminase
°C	Grau Celsius
cm ²	Centímetros quadrados
CK	Creatina cinase
cm	Centímetro
C-RP	Proteína C- reativa
CG	Compressão Gradual
CVIM	Contração voluntária isométrica máxima
dB	Decibel
g	Gramma
Hz	Hertz
km/h	Quilômetros por hora
kJ	Quilojoule
La ⁻	Lactato
LDH	Lactato desidrogenase
ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹	Mililitros por quilogramas por minuto
mmHg	Milímetros de mercúrio
MHz	Mega Hertz
mL	Mililitro
ms	Milissegundos
min	Minutos
mmol.L ⁻¹	Milimole por litro
μL	Microlitro
PT	Pico de torque
pH	Potencial hidrogeniônico
RMS	<i>Root mean square</i>
PAR-Q	<i>Physical Activity Readiness Questionnaire</i>

rpm	Rotações por minuto
SC	Sem compressão
TDF	Taxa de desenvolvimento de força
$\dot{V}O_2$	Consumo de oxigênio
$\dot{V}O_{2\max}$	Consumo máximo de oxigênio
W	Watts
$^{\circ}.s^{-1}$	Graus por segundo

RESUMO

Embora haja evidências sobre os benefícios do uso de roupas compressivas na recuperação neuromuscular, a literatura a respeito do tema ainda é bastante controversa. Vestuários de compressão para membros superiores têm adquirido bastante popularidade entre praticantes de diferentes modalidades desportivas, porém não foram encontrados estudos que avaliaram os efeitos do uso de mangas de compressão nas respostas neuromusculares e metabólicas após indução de dano muscular. O objetivo do presente estudo foi de avaliar os efeitos do uso de mangas de compressão gradual na recuperação de dano muscular induzido em jovens com experiência em treinamento resistido. Participaram do estudo 22 homens ($24,6 \pm 5,1$ anos) divididos em dois grupos: grupo que usou manga de compressão (CG, $n=11$) e grupo que usou manga sem compressão (SC, $n=11$). Os voluntários foram submetidos a protocolo de indução de dano composto por 4 séries de 10 repetições máximas de flexão de cotovelo em dinamômetro isocinético. Foi respeitado um intervalo de um minuto entre as séries e a velocidade do exercício foi de $120^\circ \cdot s^{-1}$ em ambas as fases, concêntrica e excêntrica. Foram mensurados o pico de torque em flexão isométrica de cotovelo, a taxa de desenvolvimento de força (TDF), o RMS do sinal eletromiográfico do músculo bíceps braquial, a dor muscular de início tardio e a medida de *echo intensity* dos músculos flexores de cotovelo antes e após o protocolo de indução de dano assim como nas 24, 48, 72 e 96 horas subsequentes. Foi também mensurada a concentração de creatina cinase antes do exercício de indução de dano bem como 48 e 96 horas após. Para comparação dos grupos foram utilizadas ANOVA fatoriais de modelos mistos 2 X 6 [mangas (com ou sem compressão) X mensurações (0h, após, 24h, 48h, 72h e 96h)]. Como processo *post hoc* foi utilizado o teste de Bonferroni. O nível de significância adotado foi 5% para todas as avaliações. Não foram encontradas diferenças significativas ao longo da recuperação entre o grupo CG e SC para nenhuma das variáveis estudadas. Concluiu-se que uso de mangas de compressão durante o exercício de indução de dano muscular não auxiliou o processo de recuperação neuromuscular de jovens com experiência em treinamento resistido.

Palavras-chave: manga de compressão; dano muscular; recuperação neuromuscular.

ABSTRACT

Although there is evidence of the benefits of the use of compression garments on neuromuscular recovery, the literature about the topic is still controversial. Compression garments for the upper limbs have become quite popular among practitioners of different sports, but studies that evaluated the effects of the use of compression sleeves in neuromuscular and metabolic responses after induction of muscle damage seem not to be available in the literature. The aim of this study was to evaluate the effects of the use of graduated compression sleeves in the recovery of muscle damage induced in young people with experience in resistance training. The study included 22 men (24.6 ± 5.1 years) divided into two groups: group with compression sleeves (CG, $n = 11$) and the group with no compression sleeves (SC, $n = 11$). The volunteers were submitted to damage induction protocol composed for 4 sets of 10 repetitions of maximum elbow flexion in isokinetic dynamometer. An interval of one minute was allowed between the sets and exercise speed was $120^\circ \cdot s^{-1}$ in both phases, concentric and eccentric. The peak torque isometric elbow flexion, the rate of force development, the RMS of the EMG signal of the biceps muscle were measured. The delayed onset muscle soreness and the echo intensity of the elbow flexor muscles were registered before and after the induction protocol, as well as the damage 24, 48, 72 and 96 hours thereafter. Creatine kinase concentration was also measured before exercise induction of damage as well as 48 and 96 hours after the test. To compare the groups a factorial mixed design ANOVA 2 X 6 [sleeves (with or without compression) X measurements (0h after, 24h, 48h, 72h and 96h)] was used. Bonferroni multiple comparisons was used as *post hoc* tests. The probability level of $p < 0.05$ was set for statistical significance. There were no significant differences in recovery between the GC and SC groups for the all variables studied. It was concluded that use of compression sleeves during exercise induced muscle damage did not help the recovery process of young people with neuromuscular resistance training experience.

Key words: compression sleeve; muscle damage; neuromuscular recovery.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	2
2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3	REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1	VESTUÁRIOS DE COMPRESSÃO.....	5
3.1.1.	Uso terapêutico de vestuários de compressão	5
3.1.2.	Uso dos vestuários de compressão e o desempenho desportivo.....	7
3.1.3.	Uso dos vestuários de compressão e a recuperação pós-exercício.....	12
3.2	DANO MUSCULAR	16
4	MATERIAIS E MÉTODOS	20
4.1	AMOSTRA	20
4.2	PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS.....	21
4.3	AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA	22
4.4	AVALIAÇÃO DA CREATINA CINASE (CK)	22
4.5	AVALIAÇÃO DA DOR MUSCULAR TARDIA.....	24
4.6	AVALIAÇÃO DA MEDIDA DE ECHO INTENSITY	25
4.7	AVALIAÇÃO DO PICO DE TORQUE ISOMÉTRICO.....	27
4.7.1.	Taxa de Desenvolvimento de Força (TDF)	28
4.8	AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DOS SINAIS ELETROMIOGRÁFICOS	29
4.9	ANÁLISE ESTATÍSTICA	30
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
	ANEXO A – RECORDATÓRIO ALIMENTAR DE 24 HORAS	52
	ANEXO B – PAR-Q & VOCÊ	53
	ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	55
	ANEXO D – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP/FS.....	59

1 INTRODUÇÃO

No meio esportivo é comum atletas buscarem recursos ergogênicos que possam melhorar o desempenho durante treinos e competições (1). Suplementos alimentares, substâncias farmacológicas, massagens, entre outros, podem ser considerados como alguns desses recursos (2). Mais recentemente indivíduos têm adotado o uso de vestimentas de compressão com o objetivo de potencializar o rendimento e a recuperação pós-exercício (3-5).

A utilização de roupas compressivas teve início com o uso terapêutico de meias de compressão. A finalidade dessas meias era de ajudar a circulação periférica e o retorno venoso em pacientes vasculares (6, 7). Nas últimas décadas vários estudos também passaram a investigar os possíveis benefícios do uso de meias compressivas na melhoria da *performance* desportiva (4, 8-12). Diferentes pesquisadores demonstraram que roupas de compressão foram capazes de ajudar na manutenção da potência de repetidos saltos verticais (3, 8, 9) assim como diminuir a oscilação e a vibração muscular (3, 13). No âmbito do desempenho aeróbio, Bringard *et al.* (13) verificaram que o uso de calça compressiva proporcionou um menor custo de energia durante teste submáximo de corrida, além de um decréscimo no componente lento do consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$). Kemmler *et al.* (10) também apontaram uma melhora do desempenho durante corrida usando meias de compressão. Porém, alguns outros estudos não encontraram diferenças, por exemplo, no consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2\max}$), na concentração de lactato sanguíneo e na frequência cardíaca de indivíduos que usaram roupas de compressão durante a corrida (12, 14).

Ainda no âmbito da ciência do esporte, têm sido objeto de estudo os efeitos de vestuários de compressão não somente no desempenho desportivo, mas também na recuperação neuromuscular pós-exercício (15, 16). A recuperação mais rápida dos protocolos de condicionamento e de competições desportivas tem sido vista como um fator importante no sucesso do treinamento bem como do desempenho esportivo (2, 16-18).

Diversos estudos demonstraram que roupas de compressão foram capazes de reduzir a dor muscular de início tardia (12, 14, 19, 20). Outras investigações

verificaram um menor acúmulo de lactato no sangue bem como de outros marcadores de dano muscular como creatina cinase após exercício (15, 18, 21). Recentemente, Jakeman *et al.* (20) evidenciaram que o uso de compressão de membros inferiores pode moderar a perda de força e a percepção de dor muscular tardia após exercício. Kraemer *et al.* (16) também avaliaram os efeitos do uso de roupa de compressão de corpo inteiro durante a recuperação de uma sessão de treinamento resistido e encontraram uma menor fadiga, dor muscular, concentração de creatina cinase e inchaço muscular além de um melhor desempenho no teste de potência no arremesso do supino.

Embora haja evidências sobre os benefícios do uso de roupas compressivas na recuperação neuromuscular, a literatura a respeito do tema ainda é bastante controversa. Estudos como os de Duffield *et al.* (14, 22) não encontraram diferenças em marcadores de dano muscular durante a recuperação de exercícios realizados com roupas de compressão. Para esses pesquisadores é escasso o entendimento dos mecanismos pelos quais os vestuários de compressão podem melhorar o desempenho e/ou a recuperação após exercício de alta intensidade. Acredita-se que a diferença na intensidade e nos exercícios realizados bem como o tipo e o momento em que são utilizados os vestuários de compressão possam influenciar seus efeitos no desempenho e na recuperação do indivíduo.

Uma lacuna observada na literatura sobre os vestuários de compressão é que a maioria dos estudos existentes limitou-se a avaliar os efeitos desses trajes para membros inferiores (i.e calças e meias) apesar da grande popularidade que o uso de vestuários de compressão para membros superiores (i.e mangas e camisas) tem adquirido entre praticantes de diferentes modalidades como basquetebol, golfe, tênis, *stundup padle*, entre outros. Até o momento, não é do nosso conhecimento a existência de estudos que avaliaram os efeitos das mangas de compressão nas respostas neuromusculares e metabólicas após indução de dano muscular. Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos do uso de mangas de compressão gradual na recuperação de dano muscular induzido em jovens com experiência em treinamento resistido.

2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Avaliar os efeitos da utilização de mangas compressivas na concentração do marcador creatina cinase (CK).
- 2) Avaliar os efeitos da utilização de mangas compressivas na recuperação da dor muscular tardia.
- 3) Avaliar os efeitos da utilização de mangas compressivas na medida de *echo intensity* dos flexores de cotovelo.
- 4) Avaliar os efeitos da utilização de mangas de compressão na recuperação do pico de torque isométrico.
- 5) Avaliar os efeitos da utilização de mangas compressivas na taxa de desenvolvimento de força (TDF).
- 6) Avaliar os efeitos da utilização de mangas compressivas na ativação muscular do músculo bíceps braquial.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 VESTUÁRIOS DE COMPRESSÃO

3.1.1. Uso terapêutico de vestuários de compressão

Estudos iniciais com uso de vestuários de compressão basearam-se, em parte, nos efeitos profiláticos da compressão elástica na formação de trombose venosa de pacientes pós-operatórios (8). Em um estudo de revisão, Agu *et al.* (6) buscaram evidenciar a relação entre a utilização de meias de compressão e a prevenção de tromboembolia venosa. Os autores reportaram que o risco de trombose venosa com o uso de meias de compressão reduz cerca de 55 a 70% devido ao aumento do fluxo sanguíneo de membros inferiores.

Posteriormente, Ibegbuna *et al.* (7) verificaram os efeitos de meias de compressão nas respostas hemodinâmicas globais durante a caminhada em nove mulheres com insuficiência venosa crônica. As voluntárias foram submetidas a um protocolo em esteira com tempo total de cinco minutos e velocidades variando de 1,0 km/h a 2,5 km/h. A compressão elástica das meias gerou uma diminuição na fração média de volume residual de sangue de 19,8% para a velocidade de 1,0 km/h, de 19,4% para a velocidade de 1,5 km/h, de 18,8% para a velocidade de 2,0 km/h e de 14,2% para a velocidade de 2,5 km/h.

Liu *et al.* (23) determinaram os efeitos fisiológicos de meias de compressão gradual com diferentes níveis de compressão na função venosa de extremidades inferiores. Participaram do estudo 12 mulheres saudáveis ($21,2 \pm 1,3$ anos) submetidas a uma condição controle (sem vestuário de compressão) e a quatro outras condições com meias de diferentes compressões. A função venosa foi avaliada por meio de um ultrassom Doppler e mostrou-se melhorada com o uso de meias de compressão gradual. Houve melhora no retorno venoso com compressões leves e suaves, podendo ser mais adequadas para atividades do cotidiano de trabalhadores que ficam longos períodos inativos na posição em pé ou sentada.

Rimaud *et al.* (24) investigaram se o exercício e o pós-exercício de lesionados medulares seria influenciado pelo uso de meias de compressão gradual. Quatorze homens agrupados de acordo com o nível de lesão realizaram um protocolo de exercício em cadeira de rodas em ordem contrabalanceada com e sem compressão nos membros inferiores. O exercício realizado consistiu em protocolo incremental em ergômetro de cadeira de rodas. A concentração de lactato após o exercício máximo diminuiu com o uso de meias de compressão nos paraplégicos leves considerados bem-treinados. No entanto, a compressão gradual não foi suficiente para um melhor desempenho e melhorias nas respostas cardiovasculares da amostra estudada. Ainda Rimaud *et al.* (25) submeteram nove homens com lesão medular à pletismografia com e sem meias de compressão gradual até a altura do joelho. A pletismografia é considerada uma técnica não-invasiva para mensuração do fluxo sanguíneo de membros e detecção de trombose venosa. Não foram observadas diferenças na frequência cardíaca, na pressão arterial e no fluxo venoso. Contudo, o uso das meias de compressão permitiu um menor volume venoso máximo (menor distensão das veias) nos membros inferiores mesmo naqueles com paraplegia de longa data.

Morris e Woodcock (26), em um estudo de revisão, chegaram a afirmar que uso de meias de compressão, para ser eficaz na profilaxia de trombose venosa profunda, deveria contar com outras técnicas de tratamento como anticoagulantes ou compressão intermitente, entre outros. Tais autores apresentaram ainda estudos com resultados conflitantes e afirmaram que, embora as meias de compressão e a técnica de compressão intermitente terem surgido em épocas próximas, as meias ganharam aceitação mais rápida apesar de níveis ligeiramente inferiores de evidências científicas.

Pelo fato do uso de roupas de compressão ter sido iniciado basicamente com meias e vestuários para membros inferiores, pode ser considerado relativamente recente o primeiro estudo com objetivo de verificar os efeitos do uso de mangas compressivas. No estudo de Bochmann *et al.* (27) nove jovens do sexo masculino fizeram uso de mangas com seis diferentes níveis de compressões (variando de 13 mmHg a 23 mmHg) a fim de verificar suas possíveis influências no fluxo sanguíneo do antebraço. Foi medido em condições basais o fluxo sanguíneo de ambos os braços e então colocada uma manga de compressão no braço direito por 10 minutos. Ao final desse tempo, o fluxo sanguíneo de ambos os braços foi outra vez

mensurado e assim sucessivamente para as demais mangas. Imediatamente após a retirada da última manga de compressão, bem como 10 minutos após, a mesma medida foi novamente realizada. A aplicação da pressão externa aumentou significativamente o fluxo sanguíneo do antebraço sendo verificado o efeito máximo para a pressão de 20 mmHg. Os autores sugerem, ao ampliar os achados de estudos anteriores, que a compressão seja capaz de não somente aumentar o retorno venoso como afetar a regulação do fluxo arterial separadamente.

3.1.2. Uso dos vestuários de compressão e o desempenho desportivo

Após estudos terem demonstrado possíveis benefícios dos vestuários de compressão na profilaxia de doenças como a trombose venosa, novos estudos têm sido realizados para dar suporte ao uso dessas roupas em praticantes de diferentes modalidades desportivas. Segundo Kraemer *et al.* (8) fatores como estilo, menor atrito entre as pernas durante o exercício e relatos de efeitos positivos na *performance* contribuíram inicialmente para a popularidade de bermudas e calças de compressão, principalmente entre atletas e entusiastas do *fitness*. Foi então que Kraemer *et al.* (8) decidiram verificar como bermudas de compressão poderiam afetar a *performance* de saltos verticais em jogadores universitários de voleibol. Foram avaliados 18 homens ($21,0 \pm 3,1$ anos) e 18 mulheres ($20,4 \pm 3,1$ anos) durante teste de potência de 10 saltos consecutivos, com intervalo de três segundos entre os saltos. Cada voluntário realizou o protocolo com uso de bermudas de compressão, com bermudas sem compressão (placebo) e com bermudas folgadas consideradas normais (controle). A potência máxima durante os saltos de maior altura não foi afetada pelo vestuário de compressão. Entretanto, a potência média produzida durante os 10 saltos foi significativamente maior com uso de bermudas de compressão, tanto em homens quanto em mulheres.

Posteriormente, Kraemer *et al.* (9) indicaram novamente melhoria nos mecanismos de propriocepção relacionados a tarefas de saltos e o estudo de Doan *et al.* (3) indicou melhorias na redução da oscilação muscular que pode levar à exaustão do músculo ou dano muscular.

No estudo de Kraemer *et al.* (9), buscou-se determinar como bermudas de compressão afetam a *performance* de saltos verticais após diferentes tarefas de fadiga (resistência aeróbia, força e potência). Fizeram parte da amostra 40 estudantes universitários divididos em quatro grupos com 10 indivíduos: grupo de homens atletas, grupo de mulheres atletas, grupo de homens não-atletas e grupo de mulheres não-atletas. Antes e após terem realizado protocolos fatigantes de diferentes tipos, foram mensuradas a potência durante 10 saltos verticais com e sem uso de bermudas de compressão. Os resultados indicaram que a produção de potência durante a curva de fadiga dos saltos apresentou menor queda, tanto para homens quanto para mulheres, com uso de bermudas de compressão. Ainda nesse estudo, 10 homens e mulheres ativos foram submetidos a um teste de oscilação muscular, com e sem uso de bermudas de compressão, e 12 homens e mulheres ativos a um teste de propriocepção. A oscilação muscular foi mensurada por meio de filmagem e utilização de marcadores em pontos anatômicos específicos. Houve uma diminuição na velocidade do movimento muscular no sentido vertical (oscilação muscular) com o uso de compressão, comparada ao controle. A bermuda de compressão também foi capaz de ajudar no senso de posição de membros envolvidos na angulação do quadril. Portanto, os autores concluíram que a melhora na *performance* de saltos verticais deve estar associada à redução na oscilação muscular durante o impacto, a fatores psicológicos e/ou melhoria no senso de posição articular.

Em 2003, Doan *et al.* (3) realizaram um estudo com o objetivo de determinar como bermudas de compressão personalizadas afetam o desempenho atlético. Dez homens ($20,0 \pm 0,9$ anos) e 10 mulheres ($19,2 \pm 1,3$ anos) atletas universitários realizaram testes (corrida de 60 m, potência de saltos verticais e oscilação muscular) com uso de bermuda de compressão e sem bermuda de compressão (controle). Não foram encontradas diferenças no tempo de corrida entre as condições experimentais. Porém, a altura dos saltos aumentou significativamente com as bermudas de compressão quando combinados homens e mulheres. A oscilação muscular também apresentou uma redução significativa durante a aterrissagem dos saltos verticais com o vestuário de compressão tanto em homens quanto em mulheres. Para os autores, essa diminuição na oscilação muscular pode beneficiar a questão de redução do dano de tecido e melhora no desempenho de repetidos saltos.

No estudo de Duffield e Portus (19) foram avaliados 10 jogadores de *cricket* durante quatro sessões de exercício randomizadas e 24h após o fim. Os voluntários fizeram uso de três diferentes marcas de vestuários de compressão de corpo inteiro além de uma roupa sem compressão (controle). Antes e após 30 minutos de vários *sprints* de 20 metros, separados por exercícios submáximos, os voluntários realizaram teste para verificar a distância e a precisão de arremessos. Durante cada sessão foram mensuradas a frequência cardíaca, alteração na massa muscular, temperatura da pele, percepção de esforço e dor muscular. Antes e após o exercício foram medidas variáveis como pH sanguíneo, lactato entre outros. Após 24h mensurou-se a creatina cinase e percepção de dor muscular. Não foram encontradas diferenças significantes no tempo e distância dos *sprints* assim como no desempenho (distância e precisão) dos arremessos entre as condições experimentais. A creatina cinase após 24h assim como a percepção de dor muscular e a da temperatura média da pele durante o exercício foram significantemente diferentes com o uso do vestuário de compressão. Entre as diferentes marcas de vestuário de compressão estudadas os dados estatísticos mostraram-se semelhantes ($p < 0,05$).

Scanlan e seus colaboradores (28) verificaram os efeitos fisiológicos e de desempenho com uso de calças de compressão gradual em ciclistas durante teste incremental e de uma tomada de tempo de uma hora em cicloergômetro. Doze homens ciclistas treinados ($20,5 \pm 3,6$ anos) foram voluntários do estudo. Foram mensuradas variáveis de desempenho em *endurance* como limiar anaeróbio e consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2 \max}$) em teste incremental e potência média em teste de uma hora bem como lactato sanguíneo, frequência cardíaca e oxigenação muscular ao longo de cada teste. Não foram encontradas alterações significativas da potência desenvolvida no limiar anaeróbio com vestuário de compressão comparado ao controle e também na economia de oxigenação muscular durante o teste de uma hora. Portanto, os resultados encontrados não apontaram melhora no desempenho de ciclistas assim como benefícios fisiológicos limitados para o uso de calças de compressão gradual.

Ainda, alguns pesquisadores concentraram seus esforços em verificar os efeitos de vestuários de compressão durante a prática desportiva sobre variáveis cardiovasculares e metabólicas. O estudo de Bringard *et al.* (13) foi separado em

duas partes. O objetivo da primeira parte foi determinar o custo energético de locomoção e a sensação subjetiva durante teste incremental de corrida em diferentes intensidades submáximas de exercício (10, 12, 14 e 16 km/h) com três diferentes roupas (calças de compressão, calças elásticas clássicas e bermudas sem compressão). Seis corredores homens fizeram parte do estudo ($31,2 \pm 5,4$ anos). Os resultados mostraram pela primeira vez nas mesmas condições ambientais um menor custo de energia durante teste submáximo de corrida a uma velocidade aproximada de 12 km/h, sem diferenças para a frequência cardíaca e para o $\dot{V}O_{2\max}$, ao usar calça de compressão e calça elástica clássica comparado ao controle. A segunda parte do estudo avaliou a influência do uso de calças de compressão sobre o componente lento de $\dot{V}O_2$ (calculado pela diferença entre o $\dot{V}O_2$ ao final do exercício e o segundo minuto de exercício) e sensação subjetiva durante teste de corrida submáximo prolongado. Seis homens ($26,7 \pm 2,9$ anos) realizaram uma corrida de 15 minutos a 80% do $\dot{V}O_{2\max}$. Houve um decréscimo de 26% e 36% do componente lento de $\dot{V}O_2$ com o uso de calça de compressão comparado, respectivamente, ao uso de calças elásticas convencionais e ao controle. Não foram encontradas diferenças significantes entre as condições experimentais para a frequência cardíaca e ventilação. Para os autores, vestir calças de compressão pode melhorar a circulação geral e diminuir a oscilação muscular promovendo um menor gasto energético durante velocidades de corrida submáximas.

Em 2009, Kemmler e colaboradores (10) realizaram um estudo com intuito de determinar os efeitos do uso de meias de compressão no desempenho da corrida. A amostra foi composta por 21 corredores moderadamente treinados ($39,3 \pm 10,9$ anos). Os voluntários foram randomicamente distribuídos para realizar um teste incremental em esteira com e sem meias de compressão. A *performance* máxima da corrida foi determinada em tempo sob a carga (minutos), em trabalho (kJ) e em capacidade aeróbia ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). Os momentos de limiares do exercício obtidos pelo lactato foram designados em velocidade (km/h) e tempo. A *performance* na corrida foi significantemente melhor em ambos os limiares do exercício usando meias de compressão. O trabalho total e o tempo sob a carga também foram significantemente maiores com uso de meias de compressão comparado a meias de corrida normais (sem compressão).

Recentemente Ali *et al.* (12) investigaram os efeitos do uso de meias com três diferentes graus de compressão sobre o desempenho de 10 km de corrida. Doze corredores treinados (nove homens e três mulheres) foram submetidos a quatro testes de corrida de forma contrabalanceada e separados por sete dias de intervalo em diferentes condições (meias de nenhuma, baixa, média e alta compressão). Antes e após a corrida de 10 km os voluntários realizaram um teste de potência de membros inferiores composto por três saltos verticais máximos com intervalo de 10 segundos entre eles. Imediatamente após a corrida também foram mensurados o lactato sanguíneo (La^-) e as taxas de percepção de esforço e conforto. Não foram encontradas diferenças significantes ao comparar o desempenho da corrida em tempo assim como a frequência cardíaca manteve-se sem diferença para as condições estudadas. O La^- também não sofreu alteração com o uso das diferentes meias de compressão. Entretanto, a altura dos saltos verticais antes e após a corrida aumentou com uso de baixa (+3,6%) e média (+4,9%) compressão comparada ao controle.

Dascombe *et al.* (29) examinaram os efeitos do uso de vestuário de compressão para a parte superior do corpo no desempenho e nas respostas fisiológicas durante tarefas simuladas de caiaque. Fizeram parte do estudo atletas de elite com experiência em caiaque competitivo (7 homens: $21,1 \pm 2,8$ anos; 2 mulheres: $25,0 \pm 4,2$ anos) há pelo menos 18 meses. Os voluntários realizaram teste incremental e de desempenho de quatro minutos com e sem o uso de vestuário de compressão em ergômetro de caiaque. As condições seguiram ordem contrabalanceada sendo respeitado um intervalo de pelo menos 72 horas. Em ambas as condições experimentais, os voluntários realizaram um teste incremental e 20 minutos após o teste de desempenho. O teste incremental teve início com 100 W e acréscimos de 50 W a cada seis minutos para os homens e início de 50 W e acréscimos de 25 W a cada seis minutos para as mulheres. Foi dado intervalo de um minuto entre os incrementos de potência para amostragem do lactato sanguíneo. O teste incremental foi interrompido quando o voluntário alcançou valores de lactato acima de $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ após o sexto incremento de potência. Para as variáveis fisiológicas estudadas foram feitas as médias dos dois minutos finais de cada incremento na carga e durante todo o teste de desempenho. No teste de desempenho os voluntários foram encorajados a completarem a maior distância possível em quatro minutos. Não foram observados efeitos significativos sobre as

medidas de *performance* (distância percorrida, potência média e trabalho total) e fisiológicas (parâmetros respiratórios e de fluxo e oxigenação sanguínea) mensuradas durante teste incremental e o teste de quatro minutos de desempenho em exercício simulado de caiaque.

3.1.3. Uso dos vestuários de compressão e a recuperação pós-exercício

Estudos têm buscado verificar não somente os efeitos do vestuário de compressão no desempenho desportivo, mas também no processo recuperativo pós-exercício. Ali *et al.* (30) realizaram um estudo para avaliar os efeitos do uso de meias de compressão em variáveis fisiológicas e de percepção. O estudo foi dividido em duas partes com intervalo de duas semanas entre elas. Todos os voluntários deveriam ter treinamento regular e participar de competições em esportes baseados na corrida como futebol, tênis e *rugby* além de realizar corrida recreacionalmente. A primeira parte do estudo contou com 14 homens ($22,0 \pm 0,4$ anos) que foram submetidos a um teste de corrida intermitente de 20 m com velocidade progressiva. Na segunda parte participaram 14 homens ($23,0 \pm 0,5$) de um teste contínuo de 10 km de corrida. Os voluntários fizeram uso apenas durante os testes, seguindo ordem contrabalanceada, de meias de compressão até o joelho ou usaram meias de corrida tradicionais (controle). Foi respeitado um intervalo de uma hora entre as condições estudadas para a primeira parte do estudo e de três dias para a segunda parte do estudo. Para o protocolo de corrida intermitente não foram encontradas diferenças significantes entre ambas as condições, tanto na frequência cardíaca durante o exercício, quanto na percepção de subjetiva de esforço e de dor imediatamente após cada teste. O tempo de duração do teste de 10 km, a frequência cardíaca e a percepção subjetiva de esforço foram semelhantes para ambas as condições. Entretanto, a dor muscular de início tardio se mostrou menor 24 horas após a corrida de 10 km com o uso de meias de compressão.

Em seguida, Duffield *et al.* (14) buscaram avaliar os efeitos do vestuário de compressão no desempenho de corridas intermitentes e na recuperação a partir de esforços em dias consecutivos. Atletas jovens de *rugby* ($n=14$) fizeram uso de calças de compressão durante os testes e 15 horas após os mesmos ou usaram apenas

roupas comuns de treinamento, em ordem contrabalanceada. Os voluntários realizaram um protocolo de exercício simulando jogos coletivos, duas vezes para cada condição (bermuda de compressão e controle), com 24 horas de recuperação entre elas e duas semanas de intervalo entre as condições. Após as sessões de exercício simulado, foram avaliados o tempo e a potência máxima em corrida, a dor muscular tardia e marcadores sanguíneos, entre outras variáveis. Não foram encontradas diferenças no tempo das corridas de 20 metros, na potência muscular máxima e nas concentrações sanguíneas de CK e La^- . Apesar dos marcadores fisiológicos e de *performance* não terem sido melhorados com o uso da compressão, os atletas reportaram uma menor percepção de dor muscular além de sentirem-se melhor recuperados entre 24 e 48 horas após o exercício.

Pearce *et al.* (31) induziram dor muscular de início tardio em oito homens saudáveis por meio de um protocolo excêntrico. O objetivo do estudo foi investigar as alterações na força e em tarefas viso-motoras com e sem uso de vestuário de compressão após exercício de indução de dor muscular de início tardio. Os voluntários realizaram 35 contrações excêntricas máximas de flexores de cotovelo em dinamômetro isocinético a uma velocidade de $90^\circ \cdot \text{s}^{-1}$. Antes do protocolo excêntrico assim como um, três, cinco, sete e 14 dias depois foram realizados testes de contração voluntária máxima isométrica e um teste para avaliar o acompanhamento viso-motor. A tarefa de acompanhamento viso-motor seguiu método descrito anteriormente na literatura, no qual o voluntário realizou o rastreamento de uma animação bidimensional em computador durante a execução de flexão/extensão de cotovelo. Após divisão randômica dos voluntários em dois grupos, um grupo usou uma blusa de compressão com mangas apenas durante a tarefa viso-motora e outro não fez uso de vestuário de compressão. Verificou-se que o desempenho da força e da tarefa viso-motora, assim como em estudos anteriores, decresceu quando seguidos de um protocolo de exercício excêntrico. No entanto, o grupo que fez uso da blusa de compressão apresentou melhor desempenho na tarefa viso-motora depois do protocolo excêntrico assim como no primeiro, segundo e terceiro dias após o exercício.

Davies *et al.* (18) se propuseram a investigar se o uso de vestuário de compressão levaria a uma atenuação dos índices de lesão muscular e dos decréscimos de desempenho após o exercício pliométrico. Onze mulheres e quatro homens treinados realizaram cinco séries de 20 saltos saindo de uma plataforma de

60 cm seguidos de um salto vertical máximo, com dois minutos de intervalo entre as séries. Feito isso, os indivíduos vestiram calças de compressão por 48h em uma condição, ao longo da recuperação, e em outra condição permaneceram sem vestuário de compressão. A ordem das condições experimentais (calça de compressão e controle) foram contrabalanceadas e separadas por uma semana de intervalo. Os voluntários realizaram testes de desempenho (*sprints*, agilidade e saltos verticais) antes e 48h após o treino pliométrico. Foram também mensuradas a creatina cinase e o lactato desidrogenase (LDH). Os resultados mostraram uma atenuação da creatina cinase nas mulheres e da percepção de dor muscular tardia para ambos os sexos quando foi usada calças de compressão após o treinamento pliométrico, embora não tenham sido encontrados efeitos no desempenho. Ainda assim, os voluntários assinalaram que o vestuário de compressão usado durante a recuperação perturbou o padrão de sono devido ao aumento da temperatura.

Em 2010, Duffield (22) e seus colaboradores encontraram efeitos mínimos com o uso de calças de compressão no desempenho e recuperação seguidos de exercícios de corrida e pliométricos. Onze atletas de *rugby* ($20,9 \pm 2,7$ anos) moderadamente treinados realizaram *sprints* de 20 m e saltos horizontais durante dez minutos, com e sem o uso de calças de compressão gradual durante e 24 horas após os testes. Antes, imediatamente após, duas e 24h ao final do exercício foram mensurados a força máxima isométrica desencadeada por uma contração evocada dos extensores de joelho, força máxima de flexão e extensão de joelhos além de marcadores sanguíneos como La^- , CK, aspartato transaminase (AST), proteína C-reativa (C-RP) e pH. A força máxima isométrica foi mensurada em dinamômetro isocinético mediante a ativação muscular dos extensores de joelho por meio de estimulação elétrica percutânea. Foram mensurados antes e depois do exercício a frequência cardíaca, a percepção subjetiva de esforço e a dor muscular. As alterações na contração muscular evocada, na força muscular isocinética e nos marcadores de lesão muscular foram semelhantes com o uso de calças de compressão. Dentre as variáveis mensuradas, apenas a dor muscular tardia se mostrou menor com o uso do vestuário de compressão.

No mesmo ano, Ali *et al.* (32) investigaram os efeitos do uso de meias com diferentes graus de compressão em medidas fisiológicas e de percepção durante e após corrida de alta intensidade em esteira. Nove homens e uma mulher ($36,0 \pm 10,0$ anos), corredores treinados, realizaram uma corrida de 40 minutos em esteira

em três condições seguindo ordem contrabalanceada e de forma duplo-cega: sem meias de compressão (controle), meias com baixa compressão e meias com alta compressão. As alterações das funções musculares, de dor e de dano foram determinadas antes, imediatamente após assim como 24h e 48h depois da corrida. Não foram encontradas diferenças significantes no $\dot{V}O_2$, na frequência cardíaca e no La^- durante a corrida, para as três condições estudadas. A altura e potência dos saltos antes e após o exercício, a percepção de dor muscular e a concentração de marcadores sanguíneos (CK e mioglobina) também não foram diferentes mediante o uso de meias de compressão. Os autores apontam uma limitação do estudo o fato de terem avaliado indivíduos treinados com um protocolo considerado pouco extenuante.

No estudo de Jakeman *et al.* (20) o objetivo foi verificar a eficácia do uso de vestuário de compressão de membros inferiores na recuperação dos sintomas causados pelo dano muscular induzido. Participaram do estudo 17 mulheres fisicamente ativas divididas em dois grupos: grupo que utilizou calças de compressão 12 horas após a indução de dano (n=8) e grupo que teve uma recuperação passiva (n=9). As voluntárias tiveram indução de dano por meio de treino pliométrico caracterizado por 10 séries de 10 repetições com intervalo de 10 segundos entre as repetições e de um minuto entre as séries. Os indicadores de dano utilizados foram: percepção subjetiva de dor, concentração plasmática de creatina cinase (CK), altura do movimento de agachamento (em relação ao solo), altura do salto vertical máximo e força muscular isocinética antes e também 1, 24, 72 e 96 horas após o exercício de dano. Com exceção da CK plasmática, foram encontradas diferenças significantes entre os grupos para todas as variáveis de dano muscular mensuradas. Esses dados indicam, portanto, que o uso de compressão de membros inferiores pode moderar a perda de força e a percepção de dor muscular tardia após exercício de indução de dano muscular.

Kraemer e seus colaboradores (16) objetivaram avaliar os efeitos do uso de roupa de compressão de corpo inteiro durante a recuperação de uma sessão de treinamento resistido em homens e mulheres treinados. Onze homens ($23,0 \pm 2,9$ anos) e nove mulheres ($23,1 \pm 2,2$ anos) com experiência de pelo menos dois anos em treinamento resistido fizeram parte da amostra. Os voluntários realizaram um protocolo de treinamento resistido para o corpo todo composto por oito exercícios

comumente utilizados, os quais deveriam ser executados em três séries de 8-10 repetições máximas com carga previamente estabelecida. Foi respeitado um intervalo de dois minutos e meio entre as séries e os exercícios foram realizados apenas com anilhas e barras. Terminado o protocolo de treino, os indivíduos vestiram roupas de compressão para o corpo inteiro, específicas para cada gênero, ou mantiveram o uso de roupas sem compressão em ordem contrabalanceada e com intervalo de pelo menos 72 horas entre as condições. Os voluntários fizeram uso ou não das roupas de compressão nas 24 horas decorrentes ao protocolo de treino. A utilização de roupas de compressão de corpo inteiro resultou em menor fadiga, dor muscular, concentração de CK e inchaço muscular e um melhor desempenho no teste de potência no supino (arremesso). Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes para as outras variáveis avaliadas (qualidade do sono, tempo de reação e concentração de La^-). Os resultados apontam, portanto, que em homens e mulheres treinados o vestuário de compressão teve efeitos positivos na recuperação tanto de variáveis fisiológicas quanto de perfis de desempenho após uma sessão de treinamento resistido.

3.2 DANO MUSCULAR

Exercícios realizados com ações musculares durante alongamento do músculo, também chamados de exercícios excêntricos, podem gerar um dano muscular significativo. Estudos demonstraram que exercícios excêntricos favorecem o aumento do tamanho do músculo bem como a força produzida por ele (33, 34).

Segundo Clarkson e Hubal (35), a maioria dos estudos de dano muscular usou ações excêntricas de músculos isolados como os flexores de cotovelo ou exercícios em declive como o descer escadas. A literatura tem evidenciado que as contrações excêntricas apresentam uma maior suscetibilidade ao dano muscular, especialmente às fibras musculares do tipo II. Ao contrair-se excentricamente o músculo ativa menos unidades motoras e as proteínas estruturais dos sarcômeros necessitam suportar uma maior tensão, ficando mais expostas às lesões (35). Ainda segundo Chapman e seus colaboradores (36), para um mesmo tempo sob tensão

parecem que as contrações excêntricas rápidas induzem mais dano muscular do que as lentas.

Alguns marcadores têm sido utilizados para indicar o nível de dano muscular, tanto de maneira direta quanto indireta. São consideradas mensurações diretas de dano a biópsia muscular e a imagem de ressonância magnética, porém a biópsia por ser invasiva e a imagem de ressonância por não indicar claramente as alterações relacionadas, acabam sendo substituídas por medidas indiretas. Segundo Warren *et al.* (37) as medidas indiretas de dano muscular mais comumente utilizadas são a máxima produção de força voluntária, a percepção subjetiva de dor e a mensuração de proteínas no sangue. Existe uma grande variabilidade entre sujeitos na resposta desses indicadores, tanto na duração quanto na magnitude, porém acredita-se haver razões plausíveis para essas diferenças (38). O uso de variados protocolos de exercício e as possíveis diferenças entre populações nos estudos pode ter influenciado os resultados encontrados na literatura (39).

Sabe-se que os estímulos decorrentes do treinamento resistido dependem do volume total de treinamento (séries x repetições x carga). A intensidade do exercício, dada pela carga é um fator chave para o direcionamento do treino (40). Alguns estudos avaliaram, portanto, a influência da intensidade do exercício nos marcadores de dano muscular. No estudo de Nosaka e Newton (41) oito jovens destreinados realizaram uma sessão de ações excêntricas máximas com um braço e submáxima com o outro braço respeitando um intervalo de quatro semanas entre elas. No protocolo máximo os indivíduos realizaram três séries de 10 ações excêntricas máximas de flexão de cotovelo e no protocolo submáximo realizaram três séries de 10 repetições com carga de 50% da força isométrica máxima. Em ambos os protocolos foi utilizado um intervalo de 15 segundos entre as repetições e três minutos entre as séries. As mensurações de dano utilizadas foram a força máxima isométrica, a amplitude articular, a espessura muscular, a dor muscular tardia e a concentração plasmática da CK antes, imediatamente após e cinco dias depois da indução do dano. Verificou-se que o exercício excêntrico para os flexores de cotovelo em indivíduos destreinados utilizando 50% da carga induziu dano muscular, porém a magnitude do dano foi significativamente menor e a recuperação do dano foi significativamente mais rápida do que o exercício realizado com carga máxima. Dessa forma, conclui-se que a magnitude do dano muscular induzido pelo

exercício excêntrico e o seu tempo de recuperação são dependentes da magnitude da carga excêntrica.

Paschalis e colaboradores (42) examinaram as diferenças no dano e no desempenho muscular em resposta ao exercício excêntrico de alta e baixa intensidade, com o mesmo volume. Participaram do estudo doze homens jovens e destreinados. Os voluntários realizaram duas sessões de exercício excêntrico isocinético para o quadríceps, randomicamente distribuídas para cada uma das pernas, e separadas por duas semanas de intervalo. Na primeira sessão, os sujeitos realizaram o protocolo de alta intensidade com 12 séries de 10 repetições máximas (RM). Já na segunda sessão eles realizaram o protocolo de baixa intensidade, com 50% do pico de torque, até que o trabalho total se aproximasse do atingido na primeira sessão. O dano muscular foi analisado por concentração da CK, dor muscular tardia e amplitude de movimento. O desempenho muscular foi avaliado por pico de torque excêntrico e isométrico antes do exercício, 24, 48, 72 e 96 horas após o exercício. Com exceção da elevação da concentração plasmática de CK nas 24 horas após o exercício para o protocolo de alta intensidade, nenhuma outra diferença foi observada entre as duas condições. Em relação ao desempenho muscular, houve um declínio significativamente maior após o exercício de alta intensidade em comparação com o de baixa intensidade. Esses resultados indicam que volumes semelhantes de exercício com alta e baixa intensidade produzem efeitos similares no dano muscular, porém o exercício de alta intensidade tem mais influência sobre a *performance* muscular.

A maioria dos estudos de dano muscular tem usado como amostra, indivíduos não-treinados ou sem experiência em treinamento resistido crônico (43). Além das contrações excêntricas, qualquer estímulo novo para o organismo possui um maior potencial de dano muscular. Porém, a aplicabilidade desses estudos pode ser ainda maior quando se entender de que forma ocorre o dano e a recuperação do mesmo em indivíduos treinados, os quais enfrentam de fato situações semelhantes em suas realidades de treino.

O efeito no gasto energético de repouso e no dano muscular foi estudado por Hackney *et al.* (44) após uma sessão de treinamento resistido aguda e de alto volume para o corpo todo em uma amostra composta por oito homens jovens treinados e oito destreinados. O protocolo utilizado foi de oito séries de seis repetições com duração de um segundo para a fase concêntrica e três segundos

para a fase excêntrica. O gasto energético, a concentração de CK e a dor muscular tardia foram mensurados nos quatro dias após a sessão de treinamento. Os resultados evidenciaram que o gasto energético de repouso e os indicadores de dano muscular foram maiores, para todas as medidas, nos indivíduos destreinados do que nos treinados, porém, essa diferença não foi significativa. A principal conclusão do estudo foi que um treinamento resistido de corpo inteiro com uma contração excêntrica aumentou significativamente o gasto energético de repouso para os dois grupos até 72 horas pós-treino.

Newton e colaboradores (45) realizaram um estudo com o objetivo de comparar as alterações de homens treinados (n=15) e não-treinados (n=15) em marcadores indiretos de dano muscular após exercício excêntrico máximo de flexores de cotovelo. Os voluntários realizaram 10 séries de seis contrações excêntricas máximas com um dos braços em dinamômetro isocinético a uma velocidade de $90^{\circ} \cdot s^{-1}$. Os marcadores de dano foram mensurados antes, após e nos cinco dias subsequentes à indução do dano muscular. Foram comparadas: a força isométrica máxima, torque isocinético, amplitude de movimento, circunferência do braço, atividade plasmática de CK e dor muscular tardia. O grupo treinado apresentou mudanças significativamente menores em todos os indicadores, exceto para a dor muscular tardia, e recuperaram a função muscular mais rapidamente do que o grupo destreinado. O torque isométrico do grupo treinado retornou aos valores iniciais no terceiro dia após o exercício, enquanto o grupo destreinado ainda permanecia com débito de 30% no quinto dia após o exercício. Esses resultados sugerem que indivíduos treinados são menos suscetíveis ao dano muscular induzido pelo exercício excêntrico máximo do que indivíduos destreinados e que a percepção de dor não foi capaz de indicar a magnitude do dano bem como da perda da função muscular.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 AMOSTRA

Participaram do estudo 22 homens ($24,6 \pm 5,1$ anos) praticantes de treinamento com pesos há pelo menos seis meses. Os voluntários foram divididos aleatoriamente em dois grupos. Grupo que utilizou mangas de compressão gradual (CG, n=11) e grupo que utilizou mangas sem efeito compressivo (SC, n=11) (Figura 1). O tamanho correto das mangas seguiu as recomendações do fabricante (Skins, Austrália) baseado na circunferência do braço relaxado.



Figura 1 - Manga de efeito compressor (Skins, Austrália) à esquerda e manga “placebo”, sem efeito compressor à direita.

Foi utilizado como critério de exclusão a presença de qualquer comprometimento osteomioarticular de membros superiores ou patologias crônicas como diabetes, hipertensão e doenças do coração. Os participantes do estudo não estiveram sob efeitos medicamentosos e receberam orientação para manterem uma dieta monótona, com ingestão de carboidratos moderada bem como a abstinência de bebida alcoólica e de cafeína. Foi utilizado um recordatório alimentar de 24 horas (Anexo A) para controle das questões dietéticas durante todos os dias do estudo.

As coletas de dados foram realizadas no Laboratório de Treinamento de Força da Faculdade de Educação Física da Universidade da Brasília. Para a realização dos testes os sujeitos preencheram o Questionário de Prontidão para Atividade Física (*Physical Activity Readiness Questionnaire* – PAR-Q) da Sociedade Canadense de Fisiologia do Exercício (Anexo B). Caso houvesse uma ou mais respostas afirmativas, o indivíduo não participaria da pesquisa. Os indivíduos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo C) aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília – FS/UnB (Projeto nº 139/11 – ANEXO D).

4.2 PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS

Os voluntários fizeram cinco visitas ao laboratório, com intervalo de 24 horas entre elas, a fim de que fossem coletados os dados ao longo da recuperação pós-indução de dano muscular (Figura 2). As visitas foram caracterizadas pelas coletas de sangue e pelas mensurações da percepção de dor muscular, da *echo intensity*, do pico de torque em flexão isométrica de cotovelo e da ativação eletromiográfica.

Apenas na primeira visita os voluntários foram submetidos a uma sessão de indução de dano muscular em dinamômetro isocinético (Biodex System III, Biodex Medical, Inc., Shirley, NY) com uso de mangas de acordo com o grupo ao qual pertenciam (CG ou SC). A indução de dano foi direcionada para os músculos flexores do cotovelo do membro dominante. Foram realizadas quatro séries excêntricas de 10 repetições de flexão de cotovelo com velocidade de $120^{\circ} \cdot s^{-1}$ em um banco Scott (Gervasport, São Paulo, Brasil) adaptado ao dinamômetro isocinético. O intervalo de descanso entre as séries foi de um minuto e a amplitude do movimento foi padronizada em 130° (31).

As coletas de sangue foram realizadas no primeiro dia de visita, bem como 48 e 96 horas após o protocolo de indução de dano. As demais mensurações foram novamente realizadas após a indução do dano muscular assim como nas 24, 48, 72 e 96 horas subsequentes (Figura 2).

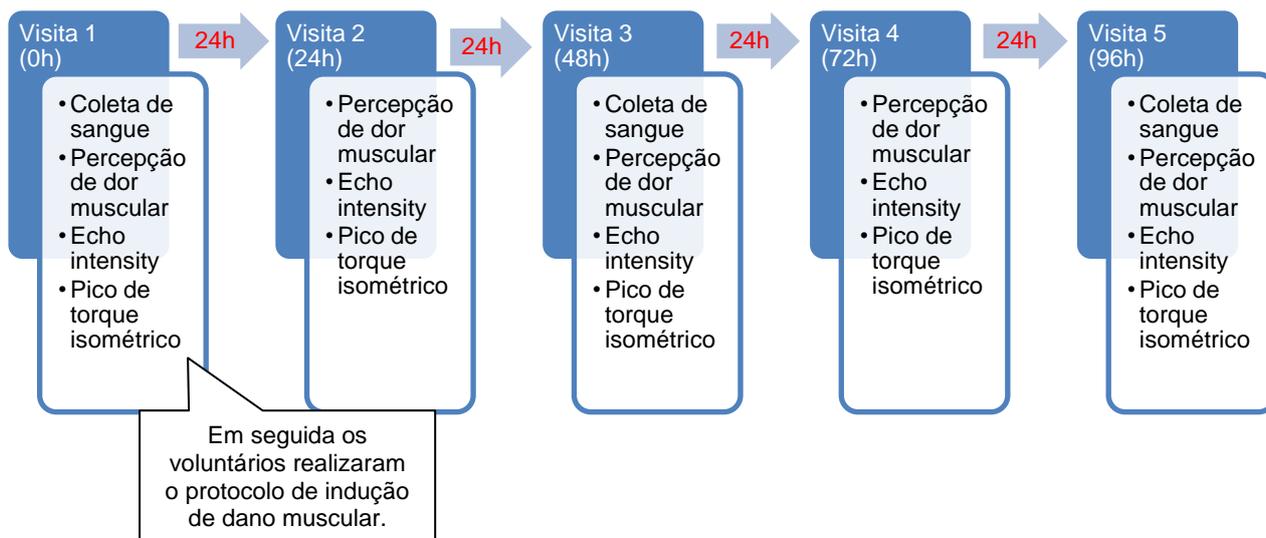


Figura 2 - Esquema de visitas ao Laboratório para as coletas de dados.

4.3 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

As medidas usadas para caracterização da amostra e determinação da composição corporal foram massa corporal e estatura. Para a mensuração da massa, foi utilizada uma balança digital (Líder, modelo P 180M, Araçatuba, SP) com resolução de 50 g. A estatura foi mensurada por um estadiômetro Soehnle (modelo 7755, Murrhardt, Germany) com resolução de 0,5 cm.

4.4 AVALIAÇÃO DA CREATINA CINASE (CK)

Para mensuração do marcador creatina cinase (CK) foram coletadas amostras sanguíneas de 8 mL em tubos heparinizados com gel separador antes do protocolo de indução de dano muscular bem como 48 e 96 horas após. As coletas de sangue foram realizadas por técnico habilitado, em consonância com todas as normas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, utilizando material descartável (agulhas e luva cirúrgica estéril), algodão com álcool etílico à 70% e dispensador

padronizado para material perfuro-cortante. Foi realizada punção venosa na veia braquial utilizando sistema a vácuo (Figura 3). Foram também utilizados acessórios específicos de laboratório, tais como:

- a) Micropipeta de alta precisão com capacidade de 100-1000 μL (Digipet);
- b) Ponteira universal em polipropileno de 100-200 μL (Axygen, EUA);
- c) Tubo de sistema de coleta de sangue a vácuo tampa vermelha e amarela com capacidade de 4 mL (Vacurette, Greiner Bi-one, Brasil);
- d) Agulha Múltipla VisioPlus de 25 x0,8 mm (Vacutte, Greiner Bi-one, Brasil).



Figura 3 - Punção venosa realizada com sistema à vácuo para coleta de sangue.

Imediatamente após a coleta os tubos com sangue foram colocados em repouso por quinze minutos na posição vertical e em temperatura ambiente. Em seguida os tubos foram centrifugados a 2000 rpm (Centurion, LaborLine, Brasil) durante quinze minutos para separação do plasma (Stupka *et al.*, 2001; Ferri *et al.*, 2006) (Figura 4). Após a centrifugação o soro obtido foi dividido em *Eppendorf*® contendo 500 μL cada e refrigerado a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (46, 47) para posterior análise. A concentração da enzima CK foi analisada no Laboratório Sabin de Análises Clínicas. Uma parceria com o Núcleo de Apoio à Pesquisa do renomado Laboratório Sabin tornou possível a análise das amostras coletadas no presente estudo sem que houvesse qualquer custo para os pesquisadores envolvidos.

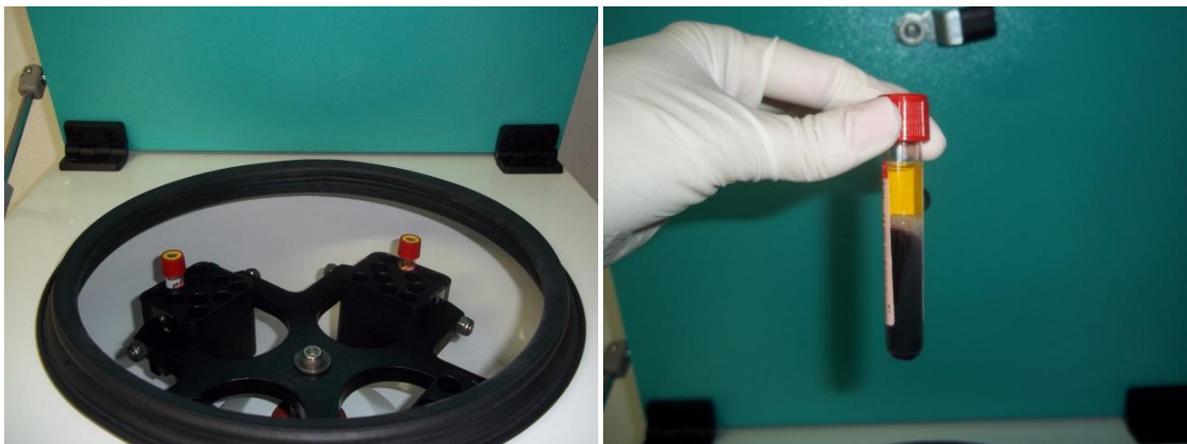


Figura 4 - Tubos com sangue colocados para centrifugação e tubo com o plasma separado.

4.5 AVALIAÇÃO DA DOR MUSCULAR TARDIA

A dor muscular tardia foi avaliada em três condições: por alongamento dos músculos flexores do cotovelo, por palpação do ventre muscular e por palpação do tendão. A classificação da dor foi dada por meio de uma escala visual análoga (Figura 5). Tal escala é caracterizada por uma linha de 100 milímetros na qual uma extremidade corresponde a um estado “sem dor” e a outra à “dor extrema” (48, 49). Quando interrogados os voluntários responderam à escala de acordo com a percepção subjetiva de dor própria.



Figura 5 - Escala Análoga Visual para avaliação da dor muscular tardia.

4.6 AVALIAÇÃO DA MEDIDA DE *ECHO INTENSITY*

As imagens de ultrassom foram obtidas pelo equipamento de ultrassonografia VMI (Philips Indústria e Comércio Ltda., Lagoa Santa, MG, Brasil). Inicialmente foi realizada a marcação sobre a pele do sujeito da região para colocação do transdutor a partir de pontos anatômicos, sendo a região correspondente a 60% da distância entre o epicôndilo do úmero e o processo acromial do rádio, a partir do epicôndilo do úmero (50). A região para posicionamento do transdutor foi marcada com caneta de alta fixação a fim de que as medidas de ultrassonografia ao longo de todos os dias de coleta fossem realizadas no mesmo local. Antes da obtenção da imagem de ultrassonografia o indivíduo permaneceu em repouso por cinco minutos sobre a maca com os braços relaxados. Um transdutor de 7,5 MHz foi colocado sobre a pele perpendicularmente ao tecido da interface (músculos estudados) estando com o braço avaliado relaxado e em posição supinada. Um nivelador acoplado ao transdutor foi usado para assegurar o posicionamento perpendicular do mesmo. A fim de fornecer um melhor contato acústico sem a compressão da superfície cutânea foi utilizado um gel de transmissão a base de água (51, 52) (Figura 6).



Figura 6 – Mensuração da imagem de ultrassonografia.

Nas imagens avaliadas foram identificados o tecido adiposo subcutâneo, as fâscias do músculo bíceps braquial e braquial e o tecido ósseo. A medida de *echo intensity* foi determinada usando uma região de 1 cm² para o músculo bíceps braquial e de 0,5 cm² para o músculo braquial baseada no histograma da escala de cinza (0: preto, 256: branco). Para a mensuração da *echo intensity* foram utilizadas as imagens em formato JPEG no software Image-J (version 1.45s, National Institute of Health, USA). Os valores da *echo intensity* para os músculos flexores do cotovelo foram determinados por um único avaliador experiente a partir de três diferentes mensurações sendo considerada a média das duas medidas mais próximas. A região para mensuração da imagem usada para cálculo da *echo intensity* do músculo bíceps braquial foi baseada na linha com a maior distância perpendicular entre o tecido adiposo subcutâneo e a fâscia muscular do músculo bíceps braquial, partindo da fâscia. Na mesma linha perpendicular, a *echo intensity* do músculo braquial foi mensurada na região entre a fâscia do músculo braquial e o tecido ósseo, partindo como referência a borda do úmero (Figura 7).

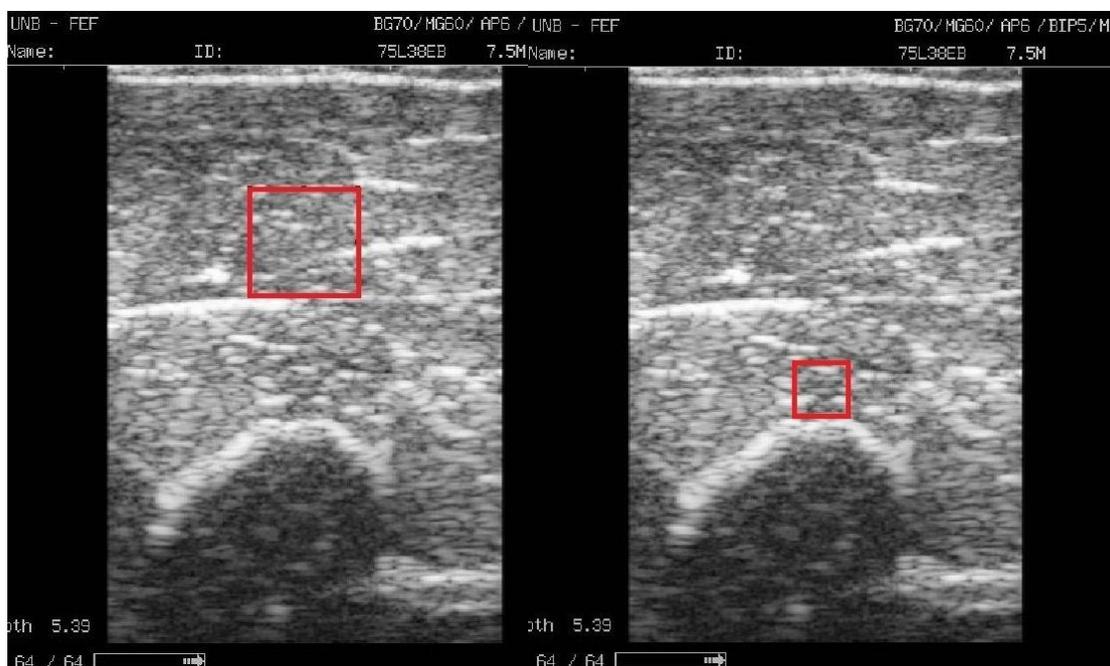


Figura 7 - Imagem dos flexores de cotovelo com o quadrado de 1 cm² para cálculo da *echo intensity* do músculo bíceps braquial à esquerda e imagem dos flexores de cotovelo com quadrado de 0,5 cm² para cálculo da *echo intensity* do músculo braquial à direita.

4.7 AVALIAÇÃO DO PICO DE TORQUE ISOMÉTRICO

O pico de torque (PT) foi avaliado por meio de duas contrações voluntárias isométricas máximas (CVIM) de três segundos em flexão de cotovelo a um ângulo de 90° (41). Os voluntários foram instruídos a fazerem o máximo de força, o mais rápido possível (Figura 8). O PT foi mensurado pelo dinamômetro isocinético Biodex System III (Biodex Medical, Inc., Shirley, NY). A calibração do dinamômetro Biodex foi realizada de acordo com as especificações contidas no manual do fabricante. Durante a realização das contrações voluntárias isométricas máximas (CVIM), os voluntários receberam incentivo verbal pelos pesquisadores de maneira padronizada. Na primeira visita ao Laboratório foram registradas as medidas de altura do banco Scott, altura e tamanho do braço de força do dinamômetro para cada sujeito, a fim de assegurar que as mesmas medidas fossem utilizadas ao longo dos dias de teste.

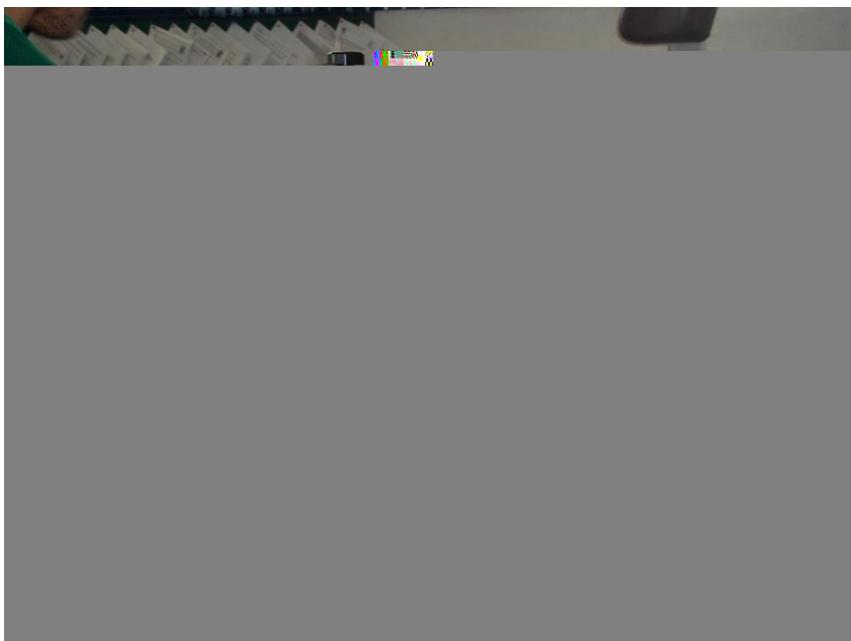


Figura 8 – CVIM dos flexores de cotovelo para mensuração do PT.

4.7.1. Taxa de Desenvolvimento de Força (TDF)

Os dados de força oriundos do dinamômetro isocinético Biodex System III (Biodex Medical, Inc., Shirley, NY) foram adquiridos de forma sincronizada no software Miograph 2.0.20 (Miotec, Brasil). Para tanto foi utilizada uma interface (Miotec, Brasil) com frequência de amostragem de 2000 Hz.

A taxa de desenvolvimento de força (TDF) diz respeito à taxa de aumento da força em um dado intervalo de tempo no início da contração muscular (Figura 9).

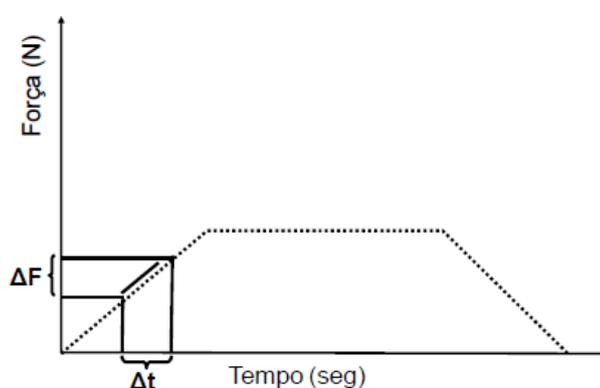


Figura 9 - Gráfico da força x tempo representando o cálculo da TDF.

Matematicamente a TDF é definida como a variação da força dividida pela variação do tempo:

$$TDF = \frac{\Delta F}{\Delta T}$$

O cálculo da TDF ($N \cdot s^{-1}$) em todas as contrações válidas (contrações isométricas que apresentarem maior produção de força) se deu por meio de rotina específica desenvolvida no software Matlab 6.5 (Mathworks, Natick, EUA). Para tanto, foram utilizados intervalos em milissegundos de 0-30, 0-50, 0-100 e 0-200. A partir do início de produção da força as janelas analisadas foram recortadas com base em um aumento de 7,5N (53). Antes do processamento dos sinais da força os dados brutos foram filtrados por um filtro Butterworth passa-baixa com frequência de corte de 4 Hz e ordem 4.

4.8 AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DOS SINAIS ELETROMIOGRÁFICOS

O sinal eletromiográfico foi adquirido por um eletromiógrafo Miotool 400 (Miotec, Brasil) com filtragem analógica passa-faixa de 10 a 500 Hz e modo de rejeição comum de 110 dB. A taxa de amostragem adotada foi de 2000 Hz e o ganho de 100 vezes.

Foram utilizados eletrodos de superfície com configuração bipolar (Tyco Healthcare, Mini Medi-Trace 100, raio de 15 mm), distância intereletródica de 3 mm e pré-amplificados. Um eletrodo de referência foi colocado sobre a vértebra C7. Os eletrodos foram posicionados sobre o músculo bíceps braquial do lado dominante do sujeito seguindo as recomendações do SENIAM - *Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles*. A posição de colocação dos eletrodos foi marcada com caneta de alta fixação a fim de certificar o mesmo posicionamento ao longo dos dias de coleta (Figura 10). Foram realizadas a tricotomia e abrasão da pele do sujeito com álcool previamente à colocação dos eletrodos. A aparelhagem utilizada para aquisição do sinal eletromiográfico foi isolada da rede elétrica por meio de baterias com o intuito de minimizar o ruído proveniente da corrente elétrica ambiente. Todo o processamento dos sinais adquiridos foi realizado em rotina específica desenvolvida no software Matlab 6.5 (Mathworks, Natick, EUA). Inicialmente foi calculado o espectro de frequência pelo algoritmo de Transformada Rápida de Fourier a fim de detectar a presença de ruídos de 60 Hz e outros de natureza não estocástica que pudessem prejudicar a qualidade do sinal adquirido. Feito isso, o valor *root mean square* (RMS) do sinal eletromiográfico foi calculado para a CVIM com maior PT. Foram descartadas 1500 amostras iniciais e finais, assegurando a utilização de 3000 amostras centrais da bulha do sinal eletromiográfico, baseando-se no início da produção da força. Os sinais foram normalizados em percentuais do pico máximo do próprio sinal.



Figura 10 – Procedimentos para colocação (à esquerda) e marcação (à direita) dos eletrodos para captação do sinal eletromiográfico.

4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A estatística descritiva foi dada pela média e desvio padrão. A normalidade dos dados foi previamente verificada por meio do teste Kolmogorov-Smirnov. Para avaliar os efeitos do uso de mangas de compressão durante o exercício nas variáveis dependentes de dor muscular tardia, da medida de *echo intensity*, do PT, do marcador CK e do valor RMS foram utilizadas análises de variância (ANOVA) fatoriais de modelos mistos 2 X 6 [mangas (com ou sem compressão) X mensurações (0h, após, 24h, 48h, 72h e 96h)]. Como processo *post hoc* foi utilizado o teste de Bonferroni. Os dados foram analisados com o programa estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* – SPSS (versão 17.0). Adotou-se um nível de significância de $\alpha = 0,05$ para todas as avaliações.

5 RESULTADOS

A concentração de creatina cinase não mostrou-se significativamente diferente entre os grupos estudados ($p=0,260$) (Figura 11). Apenas houve diferença estatística na medida de *baseline* para 48h ($p=0,022$) e 96h ($p=0,046$) no grupo CG (Figura 11).

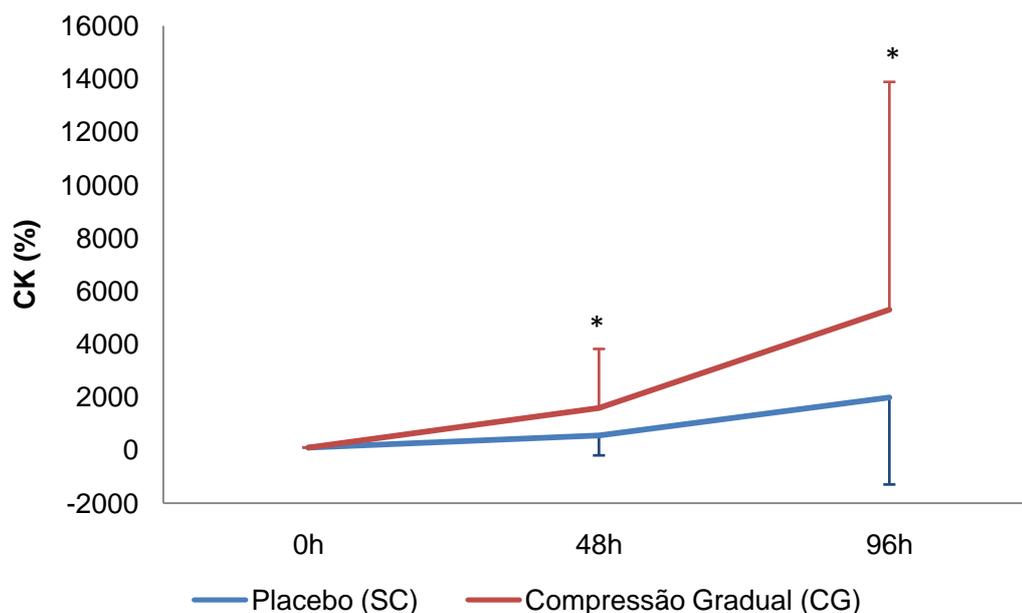


Figura 11 - Gráfico dos valores da concentração de CK (%) ao longo da recuperação.

* representa diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao *baseline* para o grupo CG.

Não foram encontradas diferenças entre os grupos SC e CG em relação a percepção subjetiva de dor ao alongar ($p=0,633$) (Figura 12). Apenas foram evidenciadas diferenças significantes no tempo 24h, 48h e 72h em relação ao tempo 0h para ambos os grupos. Os valores de p encontrados nas 24, 48 e 72 horas em relação ao *baseline* no grupo placebo foram, respectivamente, $p=0,000$, $p=0,004$ e $p=0,001$ (Figura 12). No grupo CG os valores em relação ao tempo 0h foram de $p=0,000$ no tempo 24h, de $p=0,000$ no tempo 48h e de $p=0,005$ no tempo 72h (Figura 12).

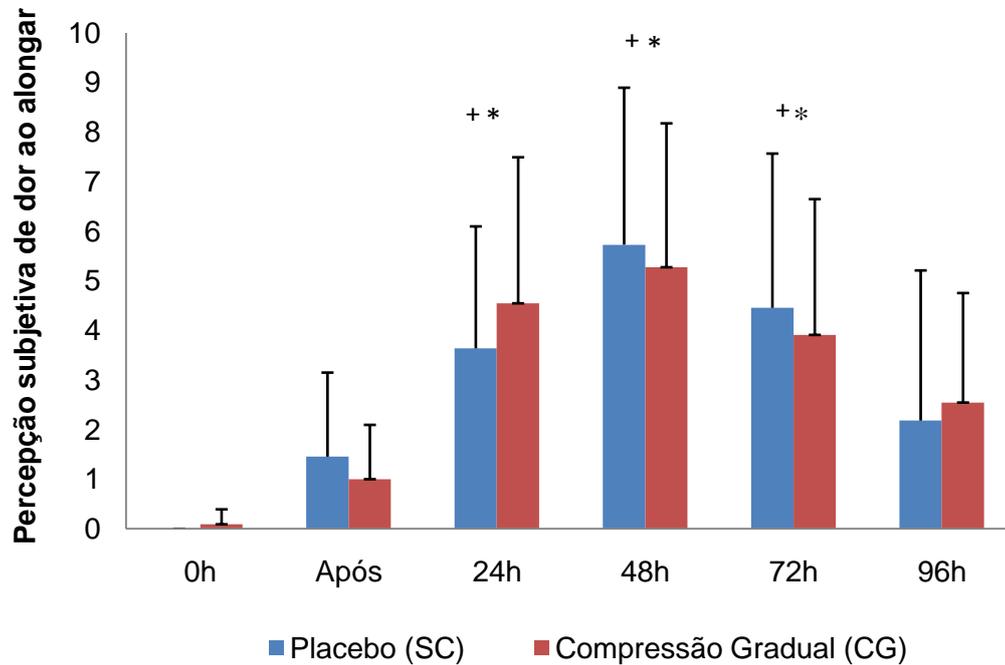


Figura 12 - Gráfico da percepção subjetiva de dor ao alongamento. * representa diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao *baseline* para o grupo CG; + representa diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao *baseline* para o grupo SC.

A percepção de dor por palpação do ventre muscular não se mostrou estatisticamente diferente para os grupos estudados ($p = 0,624$) (Figura 13). Houve diferença significativa na percepção de dor 48h ($p = 0,010$) e 72h ($p = 0,022$) em relação ao *baseline* para o grupo que não fez uso da compressão (Figura 13). O grupo CG apresentou diferença significativa 24h ($p = 0,003$), 48h ($p = 0,003$) e 72h ($p = 0,012$) em relação ao tempo 0h (Figura 13).

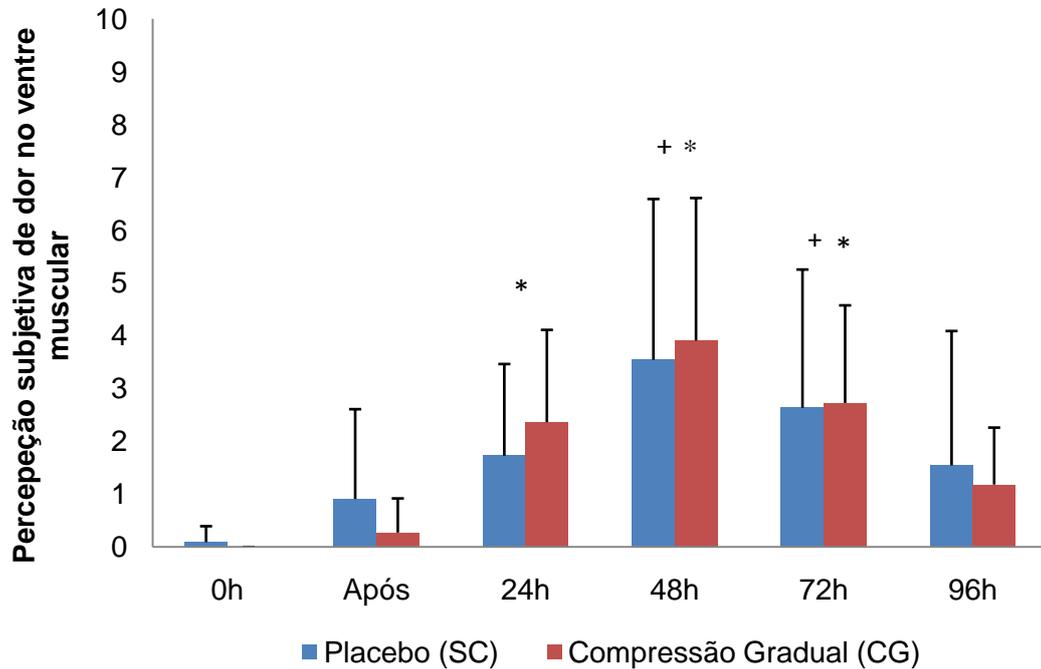


Figura 13 - Gráfico da percepção subjetiva de dor pela palpação do ventre muscular. * representa diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao *baseline* para o grupo CG; + representa diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao *baseline* para o grupo SC.

Os dados de percepção subjetiva de dor pela palpação do tendão também não foram diferentes entre as condições experimentais estudadas ($p = 0,596$) (Figura 14). Foram encontradas diferenças significantes para o grupo placebo em relação aos valores iniciais (Figura 14) e o tempo 24h ($p = 0,025$), 48h ($p = 0,000$), 72h ($p = 0,000$) e 96h ($p = 0,031$). Para o grupo CG houve diferença estatística em relação ao tempo 0h no tempo 24h ($p = 0,019$), 48h ($p = 0,001$) e 72h ($p = 0,021$) (Figura 14).

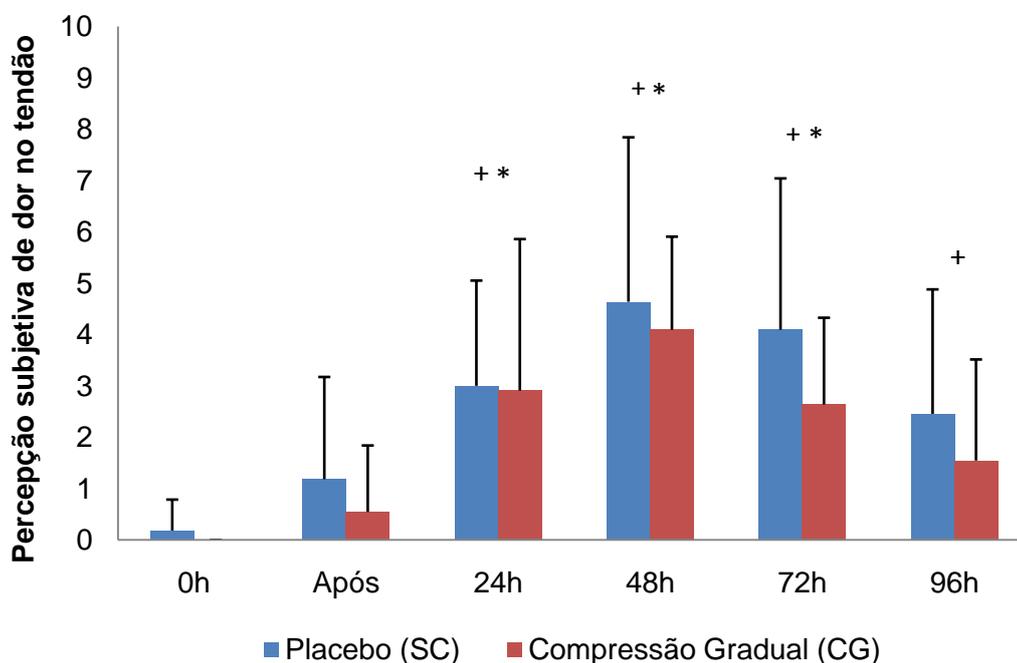


Figura 14 - Gráfico da percepção subjetiva de dor pela palpação do tendão. * representa diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao *baseline* para o grupo CG; + representa diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao *baseline* para o grupo SC.

Na medida de *echo intensity* do músculo bíceps braquial não foi evidenciada diferenças significantes entre o grupo que usou manga de compressão e o grupo placebo ($p = 0,163$) (Figura 15). Foram encontradas apenas diferenças na *echo intensity* do bíceps braquial do tempo 0h para o Pós tanto no grupo SC ($p = 0,011$) quanto no grupo CG ($p = 0,027$) (Figura 15). A *echo intensity* do músculo braquial também não foi estatisticamente diferente para os grupos estudados ($p = 0,066$) (Figura 16).

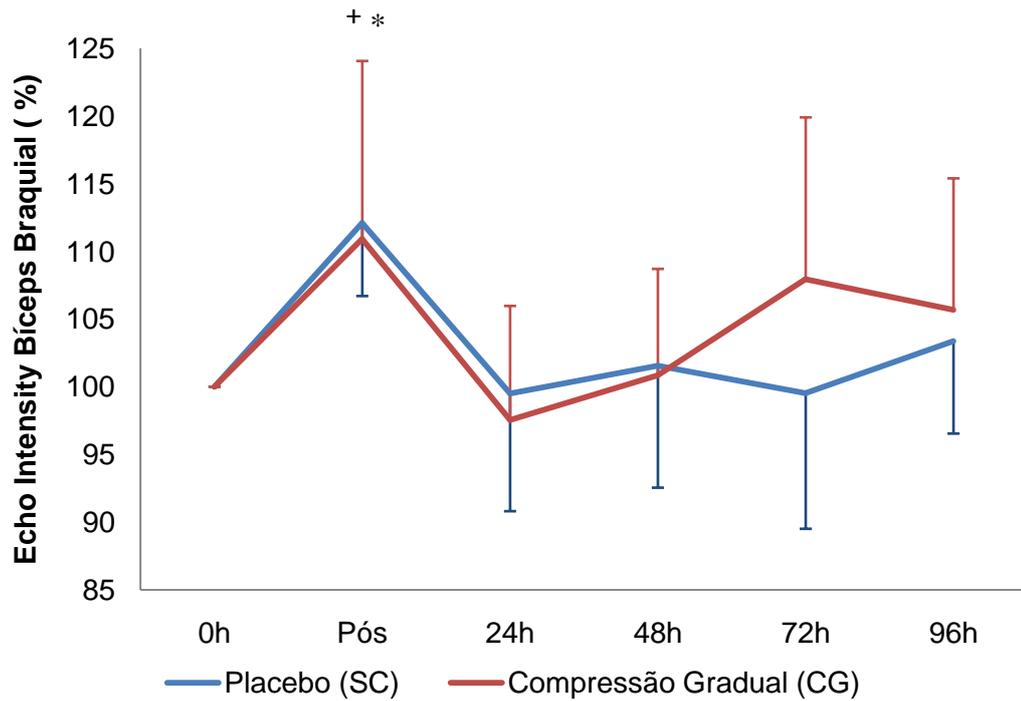


Figura 15 - Gráfico dos valores em (%) da *echo intensity* do músculo bíceps braquial ao longo da recuperação. * representa diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao *baseline* para o grupo CG; + representa diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao *baseline* para o grupo SC.

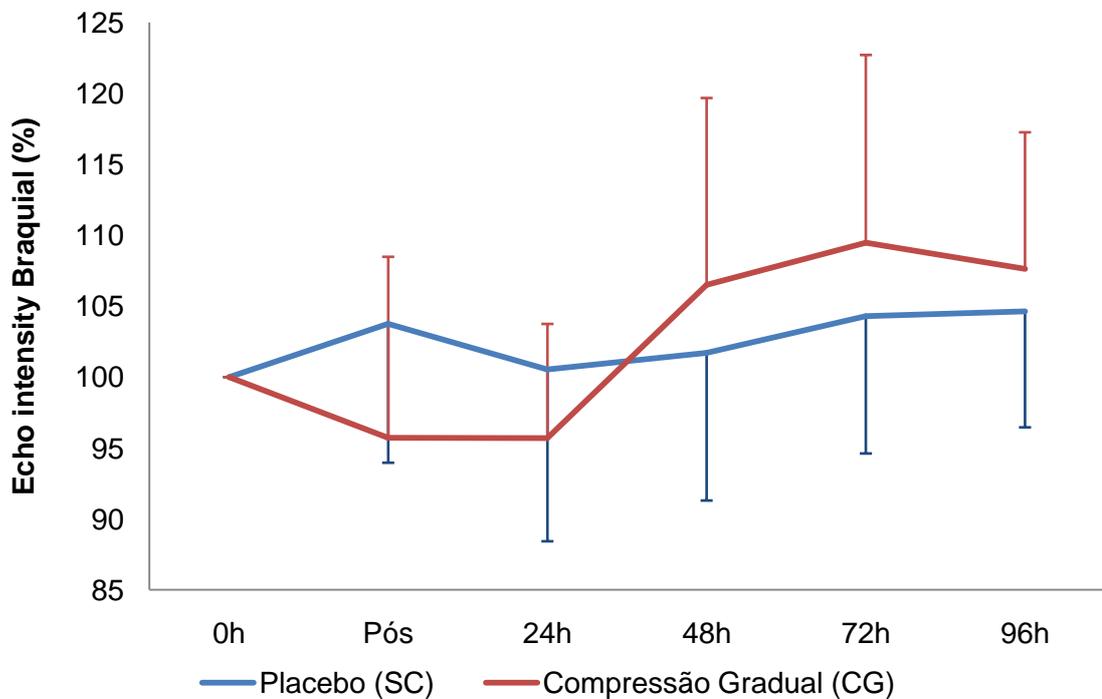


Figura 16 - Gráfico dos valores em (%) da *echo intensity* do músculo braquial ao longo da recuperação.

Os valores de pico de torque (PT) foram estatisticamente semelhantes (Figura 17) entre os grupos estudados ($p=0,496$). Foram encontradas diferenças no PT do para o grupo sem compressão no tempo 0h comparado aos outros dias de teste: Pós ($p=0,000$); 24h ($p=0,000$); 48h ($p=0,001$); 72h ($p=0,011$). O grupo CG apresentou diferença estatística em relação ao tempo 0h para os tempos: Pós ($p=0,000$); 24h ($p=0,000$); 48h ($p=0,001$); 72h ($p=0,027$); 96h ($p=0,019$) (Figura 17).

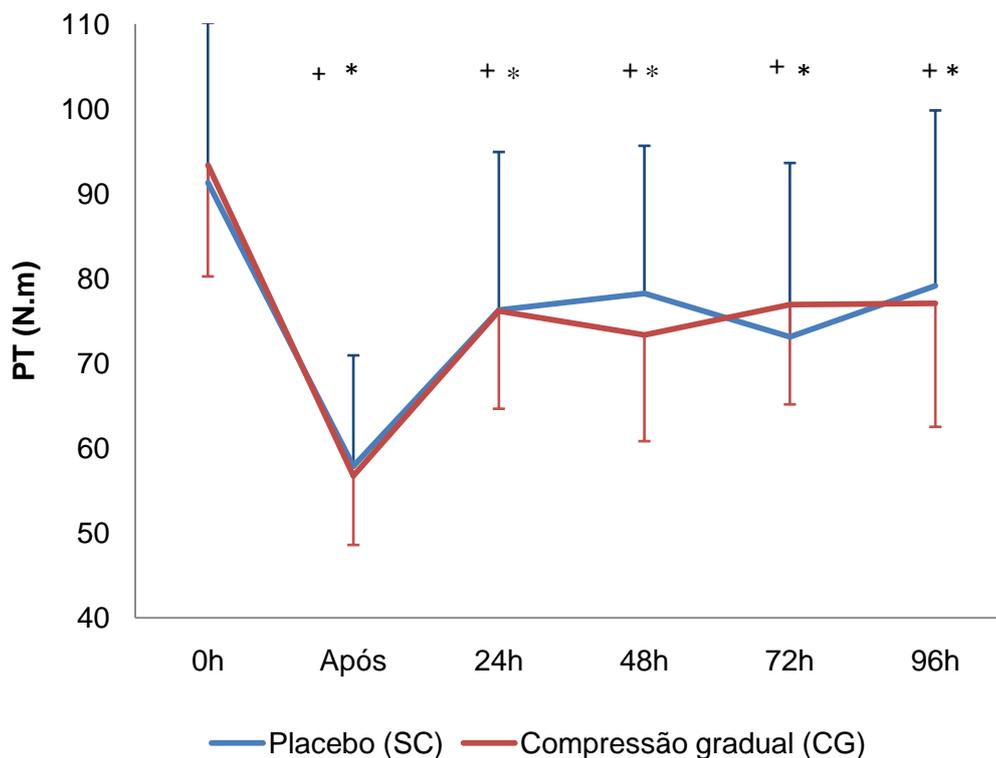


Figura 17 - Gráfico do Pico de Torque (PT) ao longo da recuperação. * representa diferença significativa ($p<0,05$) em relação ao *baseline* para o grupo CG; + representa diferença significativa ($p<0,05$) em relação ao *baseline* para o grupo SC.

As taxas de desenvolvimento de força (TDF) relativas às janelas de 0-30ms, 0-50ms, 0-100ms e 0-200ms não apresentaram diferença significantes entre os grupos estudados. Os valores encontrados foram de $p=0,430$ para a janela de 0-30ms (Figura 18), de $p=0,362$ para 0-50ms (Figura 19), de $p=0,253$ para 0-100ms (Figura 20) e de $p=0,176$ para 0-200ms (Figura 21).

Nos valores de TDF de 0-30ms (Figura 18) e de 0-50ms (Figura 19) para o grupo que fez uso da manga de compressão foi encontrada diferença significativa no tempo 0h para o Pós ($p=0,001$ e $p= 0,000$, respectivamente). A TDF de 0-100ms do grupo com compressão apresentou diferença não somente no tempo 0h para o Pós ($p= 0,000$) assim como 0h para o 24h ($p=0,010$) e para o 48h ($p=0,027$) (Figura 20). Ainda, na TDF de 0-200ms do grupo CG houve diferença estatística do tempo 0h para o Pós ($p=0,000$), para o 24h ($p=0,006$), para o 48h ($p=0,007$) e para o 96h ($p=0,030$) (Figura 21).

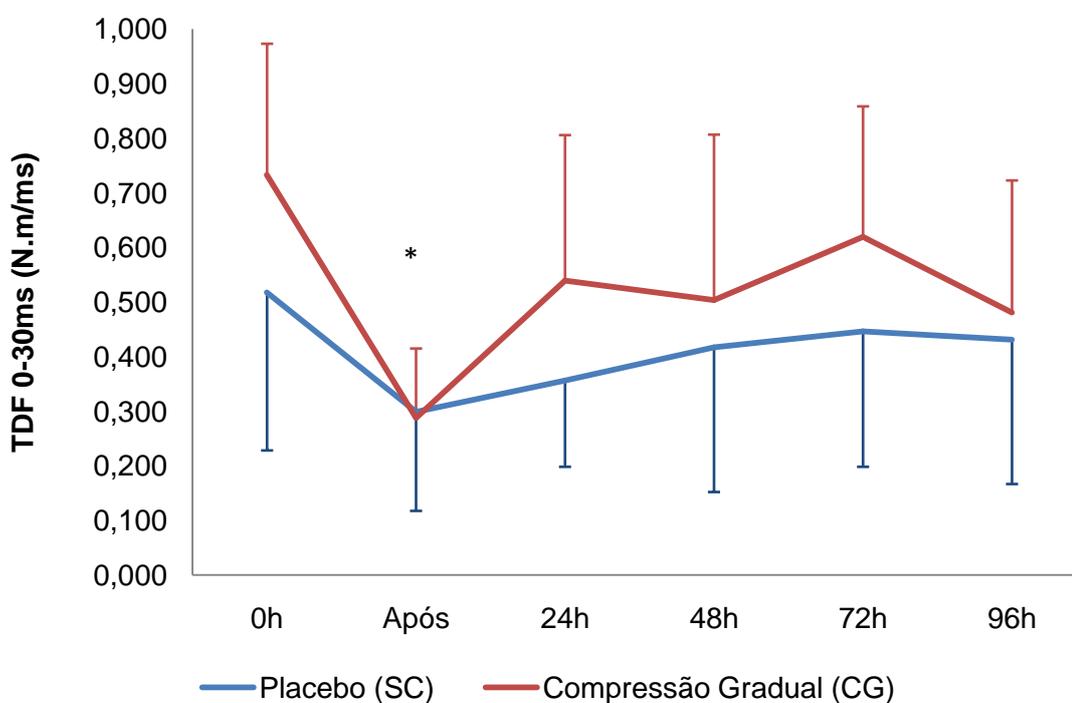


Figura 18 - Gráfico da TDF 0-30ms ao longo da recuperação. * representa diferença significativa ($p<0,05$) em relação ao *baseline* para o grupo CG.

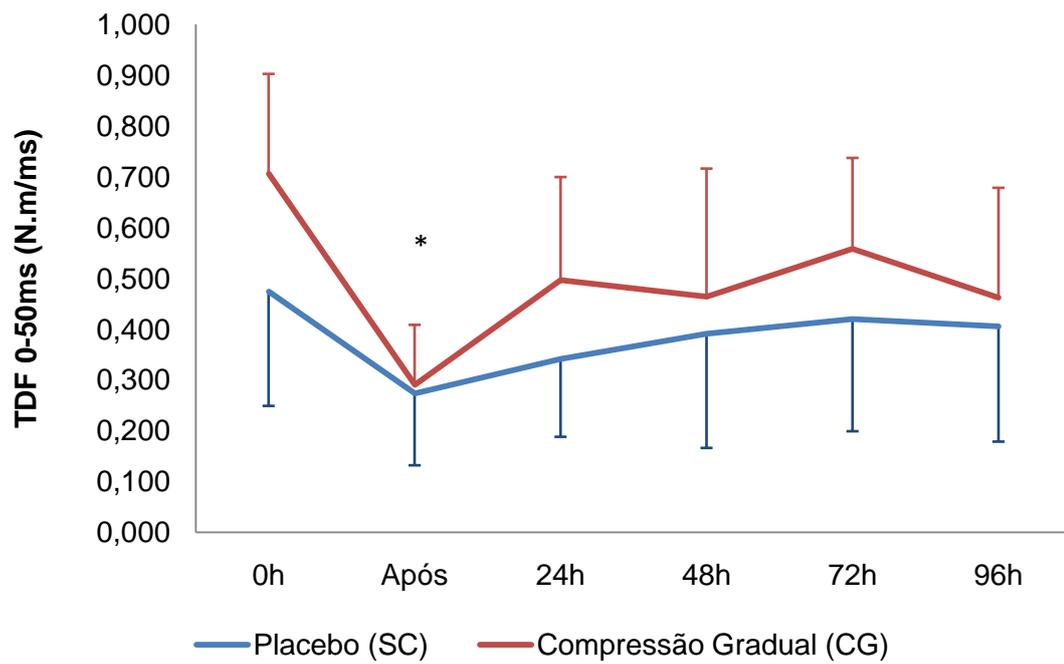


Figura 19 - Gráfico da TDF 0-50ms ao longo da recuperação. * representa diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao *baseline* para o grupo CG.

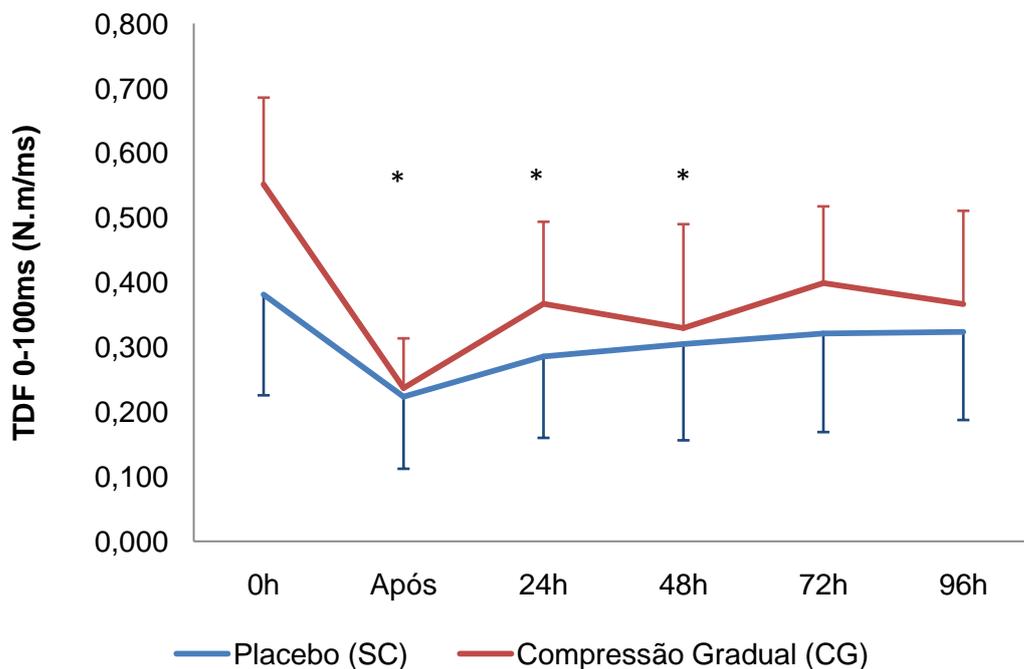


Figura 20 - Gráfico da TDF 0-100ms ao longo da recuperação. * representa diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao *baseline* para o grupo CG.

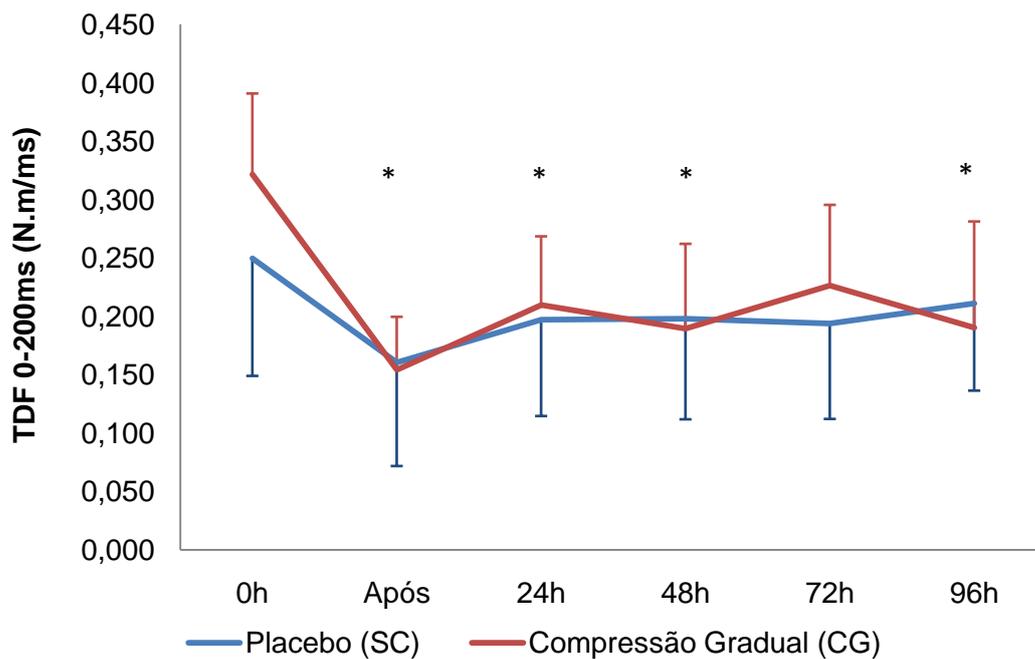


Figura 21 - Gráfico da TDF 0-200ms ao longo da recuperação. * representa diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao *baseline* para o grupo CG.

A ativação muscular, mensurada pelo RMS do sinal eletromiográfico, não apresentou valores estatisticamente diferentes comparando o grupo que usou manga com compressão ao grupo que usou manga sem compressão ($p = 0,624$) (Figura 22).

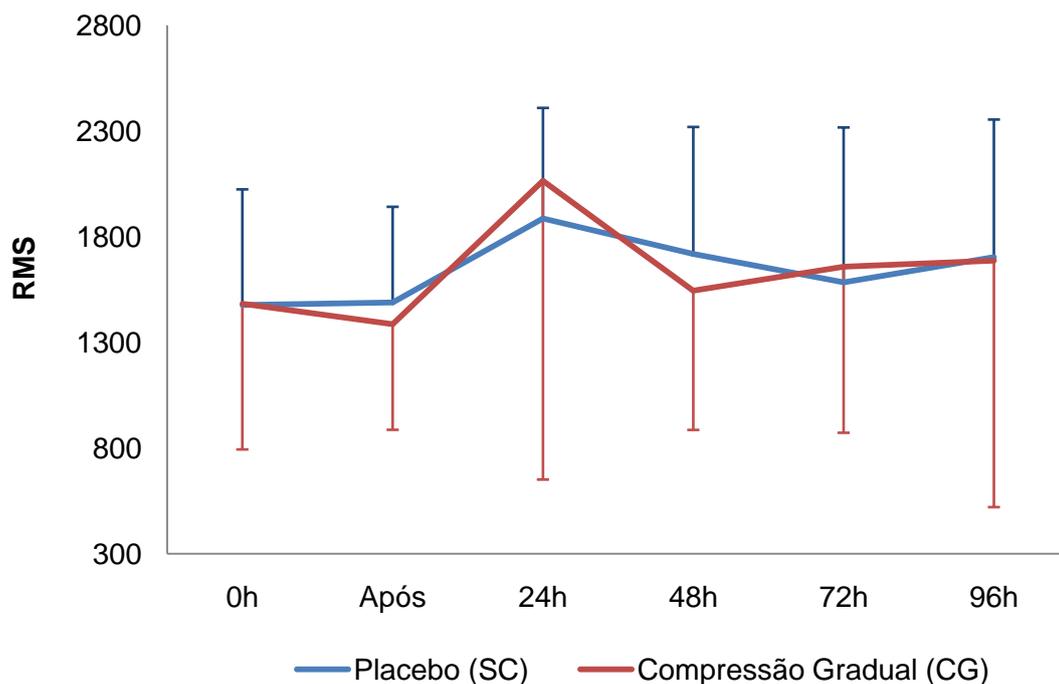


Figura 22 - Gráfico do RMS do sinal eletromiográfico ao longo da recuperação.

6 DISCUSSÃO

Os resultados encontrados não apontaram diferença para as variáveis estudadas entre o grupo que usou manga de compressão comparado ao grupo que usou manga placebo. Apenas foram encontradas diferenças estatisticamente significantes quando comparados os valores iniciais com os apresentados ao longo da recuperação para algumas variáveis. Cabe ressaltar que a escassez de estudos que avaliaram o uso de compressão para membros superiores, mais especificamente as mangas, dificulta a comparação dos resultados encontrados em nosso estudo.

Em nossos resultados, a CK apresentou um comportamento semelhante em ambas as condições experimentais, elevando-se progressivamente 48h e 96h após a indução do dano muscular. Porém, a elevação da CK só mostrou-se significativa em relação aos valores basais para o grupo que fez uso da manga de compressão. Segundo Warren *et al.* (54), indivíduos saudáveis que demonstram aumento na concentração de CK apresentam, portanto, indicativo de lesão no músculo esquelético. O aparecimento no sangue da enzima CK evidencia indiretamente a magnitude do dano muscular apesar da variabilidade nas respostas encontradas entre sujeitos (35).

O pico da CK ocorreu 96h após o exercício tanto no grupo que fez uso da manga de compressão quanto no grupo placebo. Esses resultados estão de acordo com o encontrado na literatura para exercícios excêntricos de alta intensidade, em que seu início é aumentado por volta de 48h e seu pico de atividade ocorre quatro a seis dias após o exercício (55). Apesar de encontrarmos na literatura estudo que verificaram menores valores na concentração de CK mediante o uso de vestuários de compressão (15, 18, 21), é possível encontrar estudos que não tiveram resultados semelhantes.

No estudo de Jakeman *et al.* (20) não houve diferença significativa na concentração de CK para os voluntários que fizeram uso de bermudas de compressão após indução de dano muscular comparado ao grupo que teve uma recuperação passiva. Duffield *et al.* (22) submeteram atletas de *rugby* com e sem bermudas de compressão durante e 24 horas após exercícios de corrida e

pliométricos. Nesse estudo também não foram encontradas diferenças nos valores de CK entre os grupos estudados.

A percepção subjetiva de dor em nenhuma das mensurações realizadas (mediante alongamento, por palpação do ventre muscular e do tendão) apresentou diferença entre o grupo CG e SC. No estudo de Kraemer *et al.* (16), as taxas de dor muscular para membros superiores também não foram reduzidas de forma significativa com o uso da compressão. Nesse estudo os mesmos voluntários foram submetidos a uma sessão típica de treinamento resistido com e sem compressão para o corpo inteiro por um período de 24 horas após o término do exercício. Kramer *et al.* (16) citam estudos para justificar tal resultado como não surpreendente visto que indivíduos treinados são comumente exposto a altas cargas de treino excêntrico (56-59). Por esse motivo, é razoável esperar que indivíduos treinados não sofressem efeito da compressão nessa variável específica.

Em nosso estudo, a percepção de dor nos diferentes modos de mensuração apresentou seu pico 48 horas após a indução de dano (55, 60, 61), como era esperado, em ambas as condições experimentais. Apesar de outros diversos estudos terem evidenciado benefícios na percepção de dor com o uso de vestuários de compressão (12, 14, 16, 18-20), nenhum desses estudos buscou avaliar os efeitos de vestuários de compressão para membros superiores.

Os resultados da nossa investigação não encontraram diferença significativa na medida de *echo intensity* do músculo bíceps braquial bem como do músculo braquial entre as condições estudadas (com e sem manga de compressão). Foi encontrada diferença significativa apenas entre a medida da *echo intensity* do músculo bíceps braquial em *baseline* e a medida após a indução de dano muscular para os grupos (CG e SC).

Os valores da *echo intensity* do músculo braquial não apresentaram variação significativa ao longo da recuperação para nenhum dos grupos estudados. Estudos têm demonstrado que o edema gerado pelo dano muscular não tem sido usualmente observado por meio da medida de *echo intensity* antes de 24 horas após a sessão de exercício (62-64). O aumento da *echo intensity* é associado ao aumento do espaço intersticial entre as fibras resultando em inchaço do músculo ou aumento dos níveis de enzimas no plasma (65).

O estudo de Radaelli *et al.* (52) avaliou as respostas de força, dor muscular tardia, espessura muscular, circunferência e *echo intensity* após típica sessão de

treinamento resistido para músculos flexores de cotovelo em mulheres jovens. Os resultados apontam uma não recuperação total das variáveis mensuradas até 72 horas após o protocolo de exercício resistido. Sendo a medida de *echo intensity* aumentada significativamente apenas 24 horas após o término do exercício.

Apesar de não haver estudos que encontraram aumento da *echo intensity* logo após o exercício, nossos resultados dessa medida no músculo bíceps braquial contribuem para a compressão do comportamento da mesma após exercício excêntrico máximo na população de jovens treinados. Ao contrário do que fora dito por diferentes autores, a *echo intensity* elevou-se significativamente após exercício excêntrico, mostrando-se sensível principalmente após o protocolo de exercício.

A *echo intensity* do músculo braquial também não mostrou-se diferente para o grupo que usou manga de compressão comparado ao grupo placebo. No que diz respeito ao aumento da *echo intensity* imediatamente após o exercício, não foi encontrado comportamento semelhante à mesma medida no músculo bíceps braquial. Esse comportamento assemelha-se ao encontrado no estudo de Radaelli *et al.* (52), em que a *echo intensity* do músculo braquial apresentou, de fato, menor alteração comparado ao bíceps braquial. Acredita-se que essa diferença tenha se dado pela maior ativação e conseqüente dano muscular do bíceps braquial durante a execução do exercício de flexão de cotovelo como fora evidenciado em estudo anterior (66).

No que diz respeito ao comportamento da produção de força, para Nosaka e Clarkson (56), a perda da força muscular talvez seja a mais válida e confiável medida indireta de dano muscular e tem sido utilizada em inúmeros estudos sobre o tema. Foram encontradas diferenças estatísticas no pico de torque (PT) apenas entre as medidas basais comparadas aos seus valores nos dias subsequentes à indução de dano muscular para ambas as condições experimentais. Não foi encontrada, portanto, diferença entre o comportamento do PT entre os grupos estudados.

Nossos resultados do PT se assemelham aos encontrados no estudo de Flores *et al.* (51), o qual comparou a recuperação entre gêneros após uma sessão de treinamento resistido máxima para membros superiores. O PT realizado pelos voluntários do nosso estudo também não se mostrou recuperado 96 horas após o dano muscular ter sido induzido em ambas as condições experimentais.

Nosso estudo apresentou ainda, queda na taxa de desenvolvimento de força (TDF) em ambos os grupos (CG e SC) após o protocolo de indução de dano, sendo significativa apenas para o grupo CG. Porém, não houve diferença estatística entre o grupo que usou manga de compressão e o grupo que usou manga placebo para todas as variáveis de TDF estudadas (0-30ms, 0-50ms, 0-100ms e 0-200ms).

Quanto a ativação muscular, mensurada pelo RMS, não houve diferença estatística entre o grupo que fez uso da manga de compressão e o grupo que usou a manga sem efeito compressivo. Ainda, o valor RMS mostrou-se máximo para ambos os grupos 24 horas após a indução de dano muscular.

Portanto, a recuperação de dano muscular induzido com mangas de compressão apresentou comportamento semelhante ao do grupo que fez uso de mangas sem compressão. Ainda, ao tentar relacionar as variáveis estudadas, é possível perceber uma certa sequência no comportamento das mesmas ao longo da recuperação de dano muscular para ambas as condições experimentais.

Inicialmente, o pico de torque assim como a taxa de desenvolvimento de força sofreram queda imediatamente após o dano muscular ter sido induzido e ainda não se recuperaram completamente 96 horas depois. Também imediatamente após o protocolo de exercício, a *echo intensity* do músculo bíceps braquial apresentou valores máximos para o grupo CG e SC. A queda nas variáveis de força (PT e TDF) bem como o aumento da *echo intensity* imediatamente após o protocolo de exercício evidenciaram o caráter fatigante do mesmo, ainda que não tenham sido encontradas diferenças entre os grupos estudados.

Em sequência, 24 horas após o exercício, percebemos valores máximos na ativação muscular do bíceps braquial para ambas as condições experimentais (CG e SC). É provável que tenha sido necessário um maior número de unidades motoras, assim como fibras musculares ativas, para se fazer determinada força, à medida que essas fibras já se encontravam com redução em sua capacidade contrátil. Nas medidas realizadas 48 horas após a indução de dano muscular, encontramos valores máximos para a percepção de dor no músculo, no tendão e ao alongar. Esse marcador de dano muscular, que é a percepção subjetiva de dor, tem seu início tardio comparado às demais variáveis utilizadas com a mesma finalidade. Por fim, a concentração de CK apresenta seu valor pico 96 horas após o dano ter sido induzido como previsto na literatura (55).

Talvez o fato de não termos evidenciado diferenças significantes com o uso da manga de compressão possa estar ligado à natureza do exercício do presente estudo ter sido diferente da maioria dos estudos encontrados na literatura (3, 8, 9). Exercícios que envolvam impacto como saltos verticais, dependem diretamente de mecanismos mecânicos e proprioceptivos para seu melhor desempenho, devido à aterrissagem no solo.

No caso do protocolo realizado pelos voluntários do nosso estudo pode-se considerar a ausência de impacto durante a execução do exercício. O exercício de flexão de cotovelo realizado em dinamômetro isocinético e com apoio sobre o banco Scott também acaba sendo um exercício com grande estabilidade articular. A provável diminuição do impacto descrita nos estudos que utilizaram roupas de compressão durante saltos verticais não pôde ser verificada no tipo exercício realizado pelos voluntários do presente estudo, não gerando, conseqüentemente, alterações significantes nas variáveis neuromusculares estudadas. É possível que o uso de mangas de compressão durante exercícios com outro tipo de característica, como arremessos de diferentes modalidades, possam manifestar algum tipo de benefício na recuperação pós-exercício, o que não pôde ser evidenciada em exercícios resistidos de alta-intensidade realizados por indivíduos treinados.

7 CONCLUSÃO

O uso de mangas de compressão durante o exercício de indução de dano muscular não auxiliou o processo de recuperação neuromuscular de jovens treinados. Nenhuma das variáveis estudadas sofreu influência da compressão para membros superiores. Contudo, mais estudos são necessários para verificar se as variáveis aqui mensuradas apresentam padrão semelhante de comportamento após exercícios de outras características, também realizados com mangas de compressão, ou com indivíduos que não possuam experiência em treinamento resistido.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Applegate EA, Grivetti LE. Search for the competitive edge: a history of dietary fads and supplements. *J Nutr.* 1997 May;127(5 Suppl):869S-73S.
2. Bishop PA, Jones E, Woods AK. Recovery from training: a brief review: brief review. *J Strength Cond Res.* 2008 May;22(3):1015-24.
3. Doan BK, Kwon YH, Newton RU, Shim J, Popper EM, Rogers RA, et al. Evaluation of a lower-body compression garment. *J Sports Sci.* 2003 Aug;21(8):601-10.
4. Chatard JC, Atlaoui D, Farjanel J, Louisy F, Rastel D, Guezennec CY. Elastic stockings, performance and leg pain recovery in 63-year-old sportsmen. *Eur J Appl Physiol.* 2004 Dec;93(3):347-52.
5. Barnett A. Using recovery modalities between training sessions in elite athletes: does it help? *Sports Med.* 2006;36(9):781-96.
6. Agu O, Hamilton G, Baker D. Graduated compression stockings in the prevention of venous thromboembolism. *Br J Surg.* 1999 Aug;86(8):992-1004.
7. Ibegbuna V, Delis KT, Nicolaidis AN, Aina O. Effect of elastic compression stockings on venous hemodynamics during walking. *J Vasc Surg.* 2003 Feb;37(2):420-5.
8. Kraemer WJ, Bush JA, Bauer JA, Triplett-McBride NT, Paxton NJ, Clemson A, et al. Influence of Compression Garments on Vertical Jump Performance in NCAA Division I Volleyball Players. *J Strength Cond Res.* 1996;10(3):180-3.
9. Kraemer WJ, Bush JA, Triplett-McBride NT, Koziris LP, Mangino LC, Fry AC, et al. Compression Garments: Influence on Muscle Fatigue. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 1998;12(4):211-5.
10. Kemmler W, von Stengel S, Kockritz C, Mayhew J, Wassermann A, Zapf J. Effect of compression stockings on running performance in men runners. *J Strength Cond Res.* 2009 Jan;23(1):101-5.
11. Goh SS, Laursen PB, Dascombe B, Nosaka K. Effect of lower body compression garments on submaximal and maximal running performance in cold (10 degrees C) and hot (32 degrees C) environments. *Eur J Appl Physiol.* 2010 Nov 3.
12. Ali A, Creasy RH, Edge JA. The effect of graduated compression stockings on running performance. *J Strength Cond Res.* 2011 May;25(5):1385-92.

13. Bringard A, Perrey S, Belluye N. Aerobic energy cost and sensation responses during submaximal running exercise--positive effects of wearing compression tights. *Int J Sports Med*. 2006 May;27(5):373-8.
14. Duffield R, Edge J, Merrells R, Hawke E, Barnes M, Simcock D, et al. The effects of compression garments on intermittent exercise performance and recovery on consecutive days. *Int J Sports Physiol Perform*. 2008 Dec;3(4):454-68.
15. Kraemer WJ, Bush JA, Wickham RB, Denegar CR, Gomez AL, Gotshalk LAea. Continuous compression as an effective therapeutic intervention in treating eccentric-exercise-induced muscle soreness. *J Sport Rehab*. 2001;10:11-23.
16. Kraemer WJ, Flanagan SD, Comstock BA, Fragala MS, Earp JE, Dunn-Lewis C, et al. Effects of a whole body compression garment on markers of recovery after a heavy resistance workout in men and women. *J Strength Cond Res*. 2010 Mar;24(3):804-14.
17. Toubekis AG, Peyrebrune MC, Lakomy HK, Nevill ME. Effects of active and passive recovery on performance during repeated-sprint swimming. *J Sports Sci*. 2008 Dec;26(14):1497-505.
18. Davies V, Thompson KG, Cooper SM. The effects of compression garments on recovery. *J Strength Cond Res*. 2009 Sep;23(6):1786-94.
19. Duffield R, Portus M. Comparison of three types of full-body compression garments on throwing and repeat-sprint performance in cricket players. *Br J Sports Med*. 2007 Jul;41(7):409-14; discussion 14.
20. Jakeman JR, Byrne C, Eston RG. Lower limb compression garment improves recovery from exercise-induced muscle damage in young, active females. *Eur J Appl Physiol*. 2010 Aug;109(6):1137-44.
21. Gill ND, Beaven CM, Cook C. Effectiveness of post-match recovery strategies in rugby players. *Br J Sports Med*. 2006 Mar;40(3):260-3.
22. Duffield R, Cannon J, King M. The effects of compression garments on recovery of muscle performance following high-intensity sprint and plyometric exercise. *J Sci Med Sport*. 2010 Jan;13(1):136-40.
23. Liu R, Lao TT, Kwok YL, Li Y, Ying MT. Effects of graduated compression stockings with different pressure profiles on lower-limb venous structures and haemodynamics. *Adv Ther*. 2008 May;25(5):465-78.
24. Rimaud D, Calmels P, Roche F, Mongold JJ, Trudeau F, Devillard X. Effects of graduated compression stockings on cardiovascular and metabolic responses to

exercise and exercise recovery in persons with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007 Jun;88(6):703-9.

25. Rimaud D, Boissier C, Calmels P. Evaluation of the effects of compression stockings using venous plethysmography in persons with spinal cord injury. *J Spinal Cord Med.* 2008;31(2):202-7.

26. Morris RJ, Woodcock JP. Evidence-based compression: prevention of stasis and deep vein thrombosis. *Ann Surg.* 2004 Feb;239(2):162-71.

27. Bochmann RP, Seibel W, Haase E, Hietschold V, Rodel H, Deussen A. External compression increases forearm perfusion. *J Appl Physiol.* 2005 Dec;99(6):2337-44.

28. Scanlan AT, Dascombe BJ, Reaburn PR, Osborne M. The effects of wearing lower-body compression garments during endurance cycling. *Int J Sports Physiol Perform.* 2008 Dec;3(4):424-38.

29. Dascombe B, Laursen P, Nosaka K, Polglaze T. No effect of upper body compression garments in elite flat-water kayakers. *European Journal of Sport Science.* 2011:1-9.

30. Ali A, Caine MP, Snow BG. Graduated compression stockings: physiological and perceptual responses during and after exercise. *J Sports Sci.* 2007 Feb 15;25(4):413-9.

31. Pearce AJ, Kidgell DJ, Grikepelis LA, Carlson JS. Wearing a sports compression garment on the performance of visuomotor tracking following eccentric exercise: a pilot study. *J Sci Med Sport.* 2009 Jul;12(4):500-2.

32. Ali A, Creasy RH, Edge JA. Physiological effects of wearing graduated compression stockings during running. *Eur J Appl Physiol.* 2010 Aug;109(6):1017-25.

33. Dudley GA, Tesch PA, Miller BJ, Buchanan P. Importance of eccentric actions in performance adaptations to resistance training. *Aviat Space Environ Med.* 1991 Jun;62(6):543-50.

34. Rodenburg JB, Bar PR, De Boer RW. Relations between muscle soreness and biochemical and functional outcomes of eccentric exercise. *J Appl Physiol.* 1993 Jun;74(6):2976-83.

35. Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002 Nov;81(11 Suppl):S52-69.

36. Chapman D, Newton M, Sacco P, Nosaka K. Greater muscle damage induced by fast versus slow velocity eccentric exercise. *Int J Sports Med.* 2006 Aug;27(8):591-8.
37. Warren GL, Lowe DA, Armstrong RB. Measurement tools used in the study of eccentric contraction-induced injury. *Sports Med.* 1999 Jan;27(1):43-59.
38. Hubal MJ, Rubinstein SR, Clarkson PM. Mechanisms of variability in strength loss after muscle-lengthening actions. *Med Sci Sports Exerc.* 2007 Mar;39(3):461-8.
39. Sewright KA, Hubal MJ, Kearns A, Holbrook MT, Clarkson PM. Sex differences in response to maximal eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2008 Feb;40(2):242-51.
40. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc.* 2004 Apr;36(4):674-88.
41. Nosaka K, Newton M. Difference in the magnitude of muscle damage between maximal and submaximal eccentric loading. *J Strength Cond Res.* 2002 May;16(2):202-8.
42. Paschalis V, Koutedakis Y, Jamurtas AZ, Mougios V, Baltzopoulos V. Equal volumes of high and low intensity of eccentric exercise in relation to muscle damage and performance. *J Strength Cond Res.* 2005 Feb;19(1):184-8.
43. Falvo MJ, Bloomer RJ. Review of exercise-induced muscle injury: relevance for athletic populations. *Res Sports Med.* 2006 Jan-Mar;14(1):65-82.
44. Hackney KJ, Engels HJ, Gretebeck RJ. Resting energy expenditure and delayed-onset muscle soreness after full-body resistance training with an eccentric concentration. *J Strength Cond Res.* 2008 Sep;22(5):1602-9.
45. Newton MJ, Morgan GT, Sacco P, Chapman DW, Nosaka K. Comparison of responses to strenuous eccentric exercise of the elbow flexors between resistance-trained and untrained men. *J Strength Cond Res.* 2008 Mar;22(2):597-607.
46. Stupka N, Tarnopolsky MA, Yardley NJ, Phillips SM. Cellular adaptation to repeated eccentric exercise-induced muscle damage. *J Appl Physiol.* 2001 Oct;91(4):1669-78.
47. Ferri A, Narici M, Grassi B, Pousson M. Neuromuscular recovery after a strength training session in elderly people. *Eur J Appl Physiol.* 2006 Jun;97(3):272-9.
48. 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 May;106(2):267-75.

49. Chen TC, Nosaka K, Sacco P. Intensity of eccentric exercise, shift of optimum angle, and the magnitude of repeated-bout effect. *J Appl Physiol.* 2007 Mar;102(3):992-9.
50. Abe T, DeHoyos DV, Pollock ML, Garzarella L. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. *Eur J Appl Physiol.* 2000 Feb;81(3):174-80.
51. Flores DF, Gentil P, Brown LE, Pinto RS, Carregaro RL, Bottaro M. Dissociated time course of recovery between genders after resistance exercise. *J Strength Cond Res.* Nov;25(11):3039-44.
52. Radaelli R, Bottaro M, Wilhelm E, Wagner D, Pinto RS. Time Course of Strength and Echo Intensity Recovery Following Resistance Exercise in Women. *J Strength Cond Res.* Oct 26.
53. Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson P, Dyhre-Poulsen P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *J Appl Physiol.* 2002 Oct;93(4):1318-26.
54. Warren GL, Ingalls CP, Lowe DA, Armstrong RB. Excitation-contraction uncoupling: major role in contraction-induced muscle injury. *Exerc Sport Sci Rev.* 2001 Apr;29(2):82-7.
55. Clarkson PM, Nosaka K, Braun B. Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. *Med Sci Sports Exerc.* 1992 May;24(5):512-20.
56. Nosaka K, Clarkson PM. Muscle damage following repeated bouts of high force eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1995 Sep;27(9):1263-9.
57. Clarkson PM. Eccentric exercise and muscle damage. *Int J Sports Med.* 1997 Oct;18 Suppl 4:S314-7.
58. Nosaka K, Sakamoto K, Newton M, Sacco P. The repeated bout effect of reduced-load eccentric exercise on elbow flexor muscle damage. *Eur J Appl Physiol.* 2001 Jul;85(1-2):34-40.
59. Nosaka K, Newton M. Repeated eccentric exercise bouts do not exacerbate muscle damage and repair. *J Strength Cond Res.* 2002 Feb;16(1):117-22.
60. Newham DJ, Mills KR, Quigley BM, Edwards RH. Pain and fatigue after concentric and eccentric muscle contractions. *Clin Sci (Lond).* 1983 Jan;64(1):55-62.
61. Ebbeling CB, Clarkson PM. Exercise-induced muscle damage and adaptation. *Sports Med.* 1989 Apr;7(4):207-34.

62. Ingalls CP, Warren GL, Williams JH, Ward CW, Armstrong RB. E-C coupling failure in mouse EDL muscle after in vivo eccentric contractions. *J Appl Physiol*. 1998 Jul;85(1):58-67.
63. Nosaka K, Sakamoto K. Effect of elbow joint angle on the magnitude of muscle damage to the elbow flexors. *Med Sci Sports Exerc*. 2001 Jan;33(1):22-9.
64. Nosaka K, Newton M, Sacco P. Delayed-onset muscle soreness does not reflect the magnitude of eccentric exercise-induced muscle damage. *Scand J Med Sci Sports*. 2002 Dec;12(6):337-46.
65. Fujikake T, Hart R, Nosaka K. Changes in B-mode ultrasound echo intensity following injection of bupivacaine hydrochloride to rat hind limb muscles in relation to histologic changes. *Ultrasound Med Biol*. 2009 Apr;35(4):687-96.
66. Allen GM, McKenzie DK, Gandevia SC. Twitch interpolation of the elbow flexor muscles at high forces. *Muscle Nerve*. 1998 Mar;21(3):318-28.

ANEXO B – PAR-Q & VOCÊ

PAR-Q & VOCÊ

Questionário Sobre Atividade Física

PAR-Q (revisado em 2002) [traduzido do documento original PAR-Q & YOU]

(Um questionário para pessoas entre 15 e 69 anos)

Atividade física regular é saudável e divertido, mais e mais pessoas estão se tornando fisicamente ativas todos os dias. Se tornar mais ativo é bastante seguro para a maioria das pessoas. No entanto algumas pessoas devem consultar um médico antes de se tornarem fisicamente mais ativas.

Se você está pensando em se tornar fisicamente mais ativo que você é agora, comece respondendo as sete perguntas na caixa abaixo. Se você tem entre 15 e 69 anos o teste PAR-Q dirá se você deve consultar um médico antes de começar com as novas atividades. Se você tem mais de 69 anos de idade, e não está acostumado a ser fisicamente ativo, consulte seu médico.

Senso comum é o melhor guia para responder estas perguntas. Por favor, leia o questionário com cuidado e responda cada questão honestamente com **SIM** ou **NÃO**.

1. **Algum médico já lhe disse que você sofre de alguma condição cardíaca e que somente deverá realizar atividade física recomendada por um médico?**
2. **Você sente dor no tórax quando realiza alguma atividade física?**
3. **No último mês você teve dor no tórax quando não estava realizando atividade física?**
4. **Você já perdeu o equilíbrio devido a alguma vertigem ou você já perdeu a consciência alguma vez?**
5. **Você tem algum problema ósseo ou articular, que poderia se agravar com alguma mudança em seu ritmo de atividade física? (por exemplo, coluna, joelho ou quadril)**
6. **Você está tomando algum medicamento para a pressão arterial ou para alguma condição cardíaca por recomendação médica?**
7. **Você conhece alguma outra razão para não realizar atividade física?**

Se você respondeu SIM para uma ou mais perguntas

Fale com seu médico por telefone ou pessoalmente antes de começar a realizar atividade física ou antes de fazer uma avaliação física em uma academia. Fale com seu médico sobre o teste PAR-Q e quais questões respondeu SIM.

- Você deve ser capaz de realizar qualquer atividade física que deseje — contanto que comece devagar e melhore gradualmente. Ou você talvez tenha que restringir suas atividades físicas para aquelas que sejam seguras para você. Fale com seu médico a respeito dos tipos de atividade física que você deseja praticar e siga seu conselho.
- Descubra que tipos de programas de exercício são seguros para você.

SUSPENDA SUAS ATIVIDADES FÍSICAS:

- Se você não estiver se sentindo bem devido a alguma doença temporária como resfriado ou febre – espere até se sentir melhor; ou
- Se você estiver ou suspeitar estar grávida – fale com seu médico antes de iniciar atividades físicas.

Se você respondeu NÃO para todas as perguntas

Se você respondeu honestamente não a todas as perguntas do questionário PAR-Q, você pode ficar razoavelmente seguro que você pode:

- Começar a realizar atividades físicas com segurança – começando de vagar e incrementar as atividades gradualmente. Esta é a forma mais simples e segura de seguir.
- Realizar uma avaliação física – Esta é uma forma excelente de determinar seu condicionamento físico atual assim podendo decidir qual a melhor maneira de viver fisicamente ativo. Também é recomendado que você verifique sua pressão sanguínea, se ela estiver alta você deve falar com seu médico antes de iniciar atividades físicas.

ATENÇÃO: Se sua saúde mudar de forma que alguma das respostas as questões do PAR-Q se torne SIM fale com seu professor ou médico a respeito de seu estado de saúde. Pergunte se deve mudar alguma atividade que esteja realizando.

"Eu li, compreendi, e preenchi este questionário. Qualquer dúvida que eu porventura tive me foi esclarecida de forma plenamente satisfatória".

Nome: _____

Assinatura: _____

Data: ___/___/___

ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA – FEF
LABORATÓRIO DE TREINAMENTO DE FORÇA

Título da Pesquisa: “Efeitos na recuperação após indução de fadiga em exercício isocinético com uso de mangas de compressão gradual”.

Pesquisadora Responsável: Maria Claudia Cardoso Pereira

Orientador: Prof. Dr. Martim Francisco Bottaro

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

O senhor está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada “Efeitos na recuperação após indução de fadiga em exercício isocinético com uso de mangas de compressão gradual”.

Atualmente, tem sido evidenciada a utilização de variados tipos de trajes de compressão (ie. calças, camisas, mangas e etc.) em esportes que dependem do desempenho neuromuscular, tais como vôlei, corrida e basquete. As mangas compressivas são um tipo de traje de compressão bastante empregado em diferentes modalidades desportivas que exercitem prioritariamente membros superiores. Porém, até o momento são escassos os estudos que buscaram compreender como tais vestuários podem melhorar a recuperação após exercício de alta intensidade.

O objetivo do presente estudo é avaliar os efeitos na recuperação da fadiga muscular induzida do músculo bíceps braquial durante exercício isocinético com uso de mangas de compressão gradual em praticantes de treinamento resistido (musculação).

Antes de participar da pesquisa, será avaliado o histórico de saúde dos voluntários com o questionário padrão “PAR-Q”. Esse questionário é validado pela Sociedade Canadense para Fisiologia do Exercício e tem por objetivo identificar

situações críticas nas quais há necessidade de uma avaliação médica detalhada antes do início de uma atividade física.

O voluntário fará cinco visitas ao laboratório com intervalo aproximado de 24 horas entre elas. A pesquisa deverá ter início em uma segunda-feira e encerrar-se na sexta-feira da mesma semana. O protocolo experimental será realizado no Laboratório de Treinamento de Força da Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília. O tempo de permanência do indivíduo no laboratório será de aproximadamente 2 horas no primeiro dia (segunda-feira) e de 40 minutos nos dias subsequentes (terça-feira a sexta-feira). Os horários de sua participação serão agendados previamente respeitando os intervalos acima citados bem como a disponibilidade dos voluntários.

Em cada visita será realizada coleta de sangue para análise de marcador bioquímico, a avaliação da dor muscular de início tardio, da espessura muscular (ultrassonografia), do pico de torque em flexão isométrica de cotovelo e da ativação eletromiográfica (método de registro da atividade elétrica do músculo).

Apenas na primeira visita os voluntários serão submetidos a uma sessão de indução de fadiga muscular em dinamômetro isocinético com uso de mangas de compressão. A indução de fadiga muscular nada mais é do que uma sessão intensa de exercício (repetições com esforço máximo) semelhante às comumente realizadas por praticantes de treinamento resistido. Esta indução de fadiga consistirá na realização de quatro séries de 10 repetições máximas de flexão de cotovelo a uma velocidade de 120° por segundo. O intervalo de descanso entre as séries será de um minuto.

Uma hora após a indução da fadiga as mesmas mensurações anteriormente descritas serão novamente realizadas assim como nas 24h, 48h, 72h e 96 horas subsequentes. Ressalta-se que caberá ao voluntário abster-se da prática de qualquer exercício físico durante todo o período de testes.

O estudo não envolve gastos aos participantes. Todos os materiais e equipamentos necessários para os testes serão providenciados pelos pesquisadores. Os equipamentos utilizados são homologados pelas autoridades competentes da União Européia e pela Anvisa, o que garante a confiabilidade dos mesmos. A ativação eletromiográfica será captada por eletrodos colocados apenas

sobre a pele após a raspagem dos pêlos e limpeza do local com álcool e não causam desconforto ou dor. Ressalta-se que todos os equipamentos de medida utilizados são protegidos contra descarga elétrica, não havendo risco de choque. Os exercícios a serem utilizados não têm contra-indicações à população considerada no estudo. Contudo, exercícios físicos podem gerar dor muscular tardia que desaparece em poucos dias.

As coletas de sangue serão realizadas por técnico habilitado, em consonância com todas as prerrogativas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portanto, todos os cuidados necessários para esse tipo de procedimento serão levados em consideração a fim de não apresentar risco à saúde dos voluntários.

Caso o voluntário sinta algum mal estar que impossibilite a realização do teste ou detectada qualquer anormalidade, este será imediatamente interrompido. Um profissional de educação física treinado em primeiros socorros acompanhará os testes e uma ambulância será acionada em caso de urgência.

A identidade e outros dados fornecidos pelos voluntários serão mantidos em sigilo absoluto. Ao voluntário, será reservado o direito de se recusar a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer tipo de penalidade ou prejuízo à sua pessoa. Os dados serão armazenados pelos pesquisadores. Os voluntários poderão ter acesso e solicitar a exclusão de seus dados a qualquer momento. O objetivo do estudo é coletar informações para a elaboração da tese de doutorado da pesquisadora responsável e para a publicação de artigos científicos e/ou trabalhos em congressos. Os participantes poderão ter acesso a esses documentos por intermédio da pesquisadora responsável ou por meio de bases de dados digitais que contenham os periódicos escolhidos para publicação. Independentemente de se obter os resultados esperados, os dados serão publicados e divulgados, sendo resguardada a identidade dos participantes. Os dados também poderão ser utilizados em análises e pesquisas futuras.

Qualquer dúvida que porventura venha a surgir antes ou durante a pesquisa será esclarecida pelos pesquisadores responsáveis que se colocam a inteira disposição para contato nos telefones (Maria Cláudia C. Pereira (61) 9657-5061 ou Martim Bottaro - (61)3107-2522). Este Termo de Consentimento

Livre e Esclarecido encontra-se redigido em duas vias, sendo uma para o participante e outra para o pesquisador. Havendo dúvidas você também poderá entrar em contato com o Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Ciência da Saúde da UnB (CEP/FS) pelo telefone (61) 3107-1947.

Tendo lido o “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” e sido devidamente esclarecido sobre os objetivos, riscos e demais condições que envolverão minha participação no Projeto de Pesquisa intitulado “*Efeitos na recuperação após indução de fadiga em exercício isocinético com uso de mangas de compressão gradual*”, realizado pela pesquisadora Maria Claudia Cardoso Pereira e orientado pelo Prof. Dr. Martim Bottaro, declaro que tenho total conhecimento dos direitos e das condições que me foram apresentadas e asseguradas assim como manifesto livremente a minha vontade em participar do projeto supracitado.

Brasília, _____ de _____ de _____.

Pesquisadora responsável:

Maria Claudia Cardoso Pereira

Assinatura:

Voluntário:

Assinatura:

ANEXO D – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP/FS

Universidade de Brasília
Faculdade de Ciências da Saúde
Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/FS

PROCESSO DE ANÁLISE DE PROJETO DE PESQUISA