

MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO E CULTURA DO EXÉRCITO
CENTRO DE CAPACITAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO

CURSO DE INSTRUTOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA

ALUNO: Ranniery **Camilo Silva** Damaciano - 1º Ten Inf

ORIENTADOR: Cláudia de Mello Meirelles - Profª Drª

EFEITO DA RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO NO DESEMPENHO DA
FORÇA MÁXIMA DE EXTENSORES E FLEXORES DE JOELHO

Rio de Janeiro – RJ

2020

ALUNO: Ranniery **Camilo Silva** Damaciano - 1º Ten

EFEITO DA RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO NO DESEMPENHO DA
FORÇA MÁXIMA DE EXTENSORES E FLEXORES DE JOELHO

Trabalho de Conclusão de Curso de apresentado como requisito parcial para a conclusão da graduação em Educação Física da Escola de Educação Física do Exército.

ORIENTADOR: Cláudia de Mello Meirelles -
Prof.^a Dr.^a

2020

ALUNO: Ranniery **Camilo Silva** Damaciano – 1º Ten

TÍTULO: EFEITO DA RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO NO
DESEMPENHO DA FORÇA MÁXIMA DE EXTENSORES E FLEXORES DE
JOELHO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aprovado em ____ de _____ de 2020.

Banca de Avaliação

(nome completo e posto, instituição ou OM)

Avaliador

(nome completo e posto, instituição ou OM)

Avaliador

(nome completo e posto, instituição ou OM)

Avaliador

INTRODUÇÃO: Uma das formas mais utilizadas de se obter o condicionamento físico é através do treinamento contrarresistência (TCR) porém, este método apresenta barreira para indivíduos que apresentam distúrbios ósseos e articulares e musculares devido a baixa capacidade de aplicação de carga. Uma das formas de se realizar este treinamento é através da técnica de restrição de fluxo sanguíneo (RFS), cuja finalidade é impor restrição do fluxo sanguíneo durante a realização do treinamento com baixas cargas e obtendo com isso o aumento da atividade anabólica. Os estudos a respeito dos efeitos do treinamento com restrição de fluxo sanguíneo são escassos atualmente e este estudo visa analisar os seus efeitos no desempenho da força máxima nos extensores e flexores do joelho. **MÉTODOS:** contou-se com uma amostra de nove militares da Bateria Estácio de Sá, situada na Fortaleza de São João, no bairro da Urca/RJ, todos do sexo masculino, com idade média de $18,55 \pm 0,53$ anos. A pressão de restrição arterial total foi conhecida a partir da inflação de um manguito na região proximal da coxa, até a verificação de ausência de fluxo arterial por aparelho de ultrassonografia com Doppler. Os testes de força ocorreram no dinamômetro isocinético Cybex II e, duas situações: Fluxo sanguíneo livre (FSL) e restrição de fluxo sanguíneo (RFS). Para a primeira situação, foram registrados o pico de torque e o trabalho total durante a execução de três séries de cinco repetições máximas na velocidade angular de $60^\circ/s$, com intervalo de 1 min entre as séries, modo concêntrico/concêntrico. Para a segunda situação, o manguito foi colocado no primeiro terço da coxa, a pressão utilizada foi de 50% de oclusão total. **RESULTADOS:** O TCR com RFS prejudicou o desempenho da força máxima durante o movimento de extensão do joelho no modo isocinético entre as séries 1 e 3: pico de torque ($-26,67 \pm 17,42$, $p=0,005$), potência ($-23,11 \pm 17,04$, $p=0,003$) e trabalho total ($-90,22 \pm 92,73$). Não houve diferença estatisticamente significativa na condição sem restrição de fluxo sanguíneo para nenhuma variável ($p>0,05$). **CONCLUSÃO:** Conclui-se que o TCR com RFS a baixas cargas reduziu o desempenho da força máxima nos extensores do joelho devido a hipóxia local e os efeitos derivados desta situação, assim como a depleção da fosfocreatina e diminuição do pH muscular. Além disso mostra-se como uma alternativa viável para populações idosas e com doenças osteomioarticulares. Contudo, os protocolos que versam sobre a aplicação da técnica carecem de maior aprofundamento para se definir a quantidade de séries, a pressão de oclusão e a carga aplicada.

Palavras chave: restrição de fluxo sanguíneo, extensores do joelho, redução de desempenho

ABSTRACT

INTRODUCTION: One of the most used ways to obtain physical conditioning is through resistance training (TCR), however, this method presents a barrier for individuals who present bone and joint and muscle disorders due to the low capacity to apply load. One of the ways to carry out this training is through the blood flow restriction technique (RFS), whose purpose is to impose blood flow restriction during training with low loads and thereby obtaining an increase in anabolic activity. Studies on the effects of training with restricted blood flow are scarce today and this study aims to analyze its effects on the performance of maximum strength in knee extensors and flexors.

METHODS: there was a sample of nine soldiers from the Estácio de Sá Battery, located in the Fortaleza de São João, in the neighborhood of Urca / RJ, all male, with an average age of 18.55 ± 0.53 years. The pressure of total arterial restriction was known from the inflation of a cuff in the proximal region of the thigh, up to the verification of the absence of arterial flow by an ultrasound device with Doppler. The strength tests were performed on the Cybex II isokinetic dynamometer and, two situations: Free blood flow (FSL) and blood flow restriction (RFS). For the first situation, peak torque and total work were recorded during the execution of three sets of five maximum repetitions at an angular speed of $60^\circ/\text{s}$, with an interval of 1 min between sets, in concentric / concentric mode. For the second situation, the cuff was placed on the first third of the thigh, the pressure used was 50% of total occlusion..

RESULTS: The TCR with RFS impaired the performance of the maximum force during the knee extension movement in the isokinetic mode between series 1 and 3: peak torque (-26.67 ± 17.42 , $p = 0.005$), power ($-23, 11 \pm 17,04$, $p = 0,003$) and total work ($-90,22 \pm 92,73$). There was no statistically significant difference in the condition without blood flow restriction for any variable ($p > 0,05$).

CONCLUSION: It is concluded that the TCR with RFS at low loads reduced the performance of the maximum strength in the knee extensors due to local hypoxia and the effects derived from this situation, as well as the depletion of phosphocreatine and decreased muscle pH. In addition, it is shown as a viable alternative for elderly populations and those with osteomioarticular diseases. However, the protocols that deal with the application of the technique need further study to define the number of series, the pressure of occlusion and the applied load.

Key words: blood flow restriction, knee extensors, performance reduction

INTRODUÇÃO

Há diversas formas de se buscar melhorias nos padrões de qualidade de vida, e dentre elas está o treinamento contrarresistência (TCR) (1). Esta prática aparece como o segundo exercício físico mais realizado pelos brasileiros (17,7%) e vem se consolidando, desde a última década, segundo pesquisa realizada pela Vigitel (Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças crônicas por Inquérito Telefônico) (2). Sendo assim, tem crescido sua prescrição pelos profissionais da saúde. Muito recomendado pela *American College of Sports Medicine (ACSM)* para quem busca ganhos de massa muscular e hipertrofia, podendo ser implementado de diversas formas, dentre elas com a restrição de fluxo sanguíneo (RFS) (1). Atualmente, as prescrições que envolvem a RFS vêm sendo feitas sem o conhecimento dos seus potenciais efeitos fisiológicos e agudos.

Segundo Grutter *et al.*, o método consiste na utilização de um manguito de pressão colocado no terço proximal dos membros superiores e inferiores, viabilizando o aumento da atividade anabólica através de um ambiente isquêmico, cuja função é gerar um acúmulo de metabólitos (3). Pessoas que apresentam quadro de distúrbios articulares, ósseos e musculares, doenças musculoesqueléticas e cardiopatias são o público que mais se beneficiam deste método (3). De acordo com os protocolos tradicionais recomendados pelo Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM), indivíduos saudáveis podem obter ganhos de força e massa muscular através do TCR com a aplicação de cargas que variam entre 60-100% de uma repetição máxima (1RM) (1). Em contrapartida, as intensidades preconizadas para os exercícios com RFS variam entre 20% e 50% de 1RM associadas a volumes mais altos. Nascimento (2018), em revisão sistemática, traz à luz recomendações seguras quanto ao uso do manguito de pressão, como se segue: Manguitos infláveis exigem 50-80% de oclusão total do fluxo sanguíneo da artéria em repouso; Baseado na circunferência da coxa deve-se usar 120mmHg para <45-50 cm, 150mmHg para 51-55 cm, 180 mmHg para 56-59 cm e 210mmHg para ≥ 60 mmHg; Considera-se restrição moderada do fluxo sanguíneo valores entre 40-80% de oclusão do membro (4). Além disso, o estudo revela que basear-se na pressão arterial sistólica (PAS) para se determinar o nível de oclusão é questionado nos dias atuais e não há publicações específicas referentes à aplicação nos membros superiores.(4)

Takarada *et al* (2000), Karabulut (2011) e Fry e colaboradores (2010), realizaram estudos com idosas e idosos, respectivamente cuja duração variou entre seis e dezesseis semanas e avaliaram os efeitos do TCR com RFS (5)(6)(7). Como resultado, observou-se em todos os grupos uma melhora significativa na força e hipertrofia muscular.

Estudo de meta-análise realizado por Centner *et al.*, avaliaram quantitativamente os efeitos do TCR de baixa carga com RFS sobre a massa muscular e força, em indivíduos idosos

comparando-os com o protocolo mais usual (sem RFS e com cargas moderadas a altas). De 2658 artigos rastreados, foram selecionados 11, cuja população total foi de N=238. Os resultados revelaram que, entre o exercício de baixa carga e caminhada, a adição de RFS provocou maior melhoria significativa na força muscular com tamanho de efeito de 2,16 (IC 95% 1,61 a 2,70) e 3,09 (IC 95% 2,04 a 4,14), respectivamente. Quando comparado com o TCR de alta carga, o TCR a baixas intensidades com RFS mostrou resultados semelhantes na hipertrofia muscular, $R = 0,21$ (IC 95% - 0,14 para 0,56)], porém ganhos menores de força $R = - 0,42$ (IC 95% - 0,70 a - 0,14). (8)

Sendo assim, conclui-se com os achados que o TCR a baixas intensidades com RFS pode ser uma ferramenta eficaz no para o ganho de força e hipertrofia em populações mais velhas, contudo a literatura que versa sobre a RFS é muito limitada no que se refere às variáveis potenciais (pressão de oclusão, frequência de tratamento ou sexo) e, por isso, mais estudos são necessários para se esclarecer a real eficácia da aplicabilidade desta técnica para a população idosa.

Quanto aos efeitos agudos da RFS no desempenho da força, estudo realizado por Loenneke *et al.*, apontou mudanças nítidas no torque e ativação muscular do vasto lateral, afirmando ainda que pressões de oclusão que variam entre leve e moderada (40-50% de oclusão) geram um ambiente propício a maximizar a resposta aguda ao exercício com RFS (9). Estudos realizados por diversos autores, como Loenneke, Wernbom, Cook e Labarbera encontraram reduções agudas no torque após aplicação do protocolo com RFS, sendo ocasionada pela fadiga e não pelo dano muscular. A ativação muscular foi qualitativamente mais alta em protocolos de 30% de oclusão vascular e executados até a falha voluntária, quando comparados a 20% de oclusão, pois observou-se altos níveis de amplitude por eletromiografia ($\geq \sim 70\%$ contração voluntária máxima). Tal aumento pode ter sido ocasionado devido à sobrecarga metabólica por conta da depleção da fosfocreatina e diminuição do pH muscular (10)(11)(12)(13)(14).

Fatela *et al.* (15), estudaram um grupo de 10 jovens saudáveis e mostraram com os experimentos realizados que o TCR com RFS de 80% da pressão de oclusão arterial é tão eficaz quanto o TCR a altas intensidades na diminuição da contração voluntária máxima pós-exercício. O protocolo utilizado consistiu em 4 séries de extensão do joelho com descanso de 30 segundos entre as séries. Os pesquisadores constataram que o TCR RFS a baixa intensidade foi a única condição que aumentou a ativação muscular do vasto medial e reto femoral do pré para o pós exercício. Por fim, sugerem que, tanto a magnitude da ativação neuromuscular quanto a fadiga neuromuscular, podem ser afetadas pela RFS.

Cook *et al.* (13), realizaram estudo com oito indivíduos fisicamente ativos do sexo masculino durante seis meses. O protocolo utilizado foi o seguinte: três séries de extensão do joelho até a falha volitiva em três situações diferentes – alta carga (70% de pico); baixa carga (20% de pico); e baixa carga com RFS (20% de pico a 180mmHg de pressão de oclusão arterial). A experiência revelou que, para as três condições de exercício, os níveis de fadiga muscular foram semelhantes e houve aumento da ativação muscular (sendo o maior valor para a condição de alta intensidade) (13). Portanto, atribuiu-se a fatores periféricos as alterações relacionadas à fadiga muscular tendo em vista que os fatores centrais permaneceram inalterados e, após a sua ativação, verificou-se duplicação do torque e da taxa de desenvolvimento da força. (13)

Apesar de haver estudos que abordam diversas funcionalidades e aplicações do TCR com RFS, são escassos aqueles voltados para o desempenho da força. Desta forma, o objetivo do presente estudo será mensurar os efeitos da aplicação de restrição de fluxo sanguíneo sobre o desempenho da força máxima de extensão e flexão de joelhos no modo isocinético.

MÉTODOS

O presente estudo utilizou dados de força colhidos no TCC realizado pelo aluno Shirado do Curso de Instrutores da EsEFEx no ano de 2015, que versou sobre a oxigenação muscular durante o exercício de força com RFS no modo isocinético.

Amostra

Foram selecionados nove participantes do sexo masculino, com idade entre 18 e 19 anos, fisicamente ativos e não atletas e todos se encaixaram nos critérios de inclusão. Critérios de exclusão utilizados: indivíduos que possuem histórico de doenças cardiovasculares, pressão arterial sistólica (PAS) ≥ 140 mmHg, pressão arterial diastólica (PAD) ≥ 90 mmHg, presença ou histórico de lesão ortopédica, índice de massa corporal (IMC) superior a 25 kg.m^{-2} , ser praticante de TCR, ser tabagista, utilizar-se de medicamentos ou recursos ergogênicos e/ou nutricionais.

Todos os voluntários preencheram e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE, Anexo 1) de acordo com as orientações institucionais e a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde que os informará detalhadamente a respeito dos procedimentos experimentais e possíveis riscos inerentes a estudos desta natureza. O projeto foi registrado na Plataforma Brasil e foi aprovado pelo Comitê de Ética pertinente (CAAE: 32767314.7.0000.5256)

Delineamento experimental

Após divulgação a partir de convite a integrantes do Departamento de Educação e Cultura do Exército (DECEX), da Bateria Estácio de Sá, situada na Fortaleza de São João, no bairro da Urca/RJ, foram selecionados nove militares voluntários. Os escolhidos foram convidados a comparecer três vezes ao local da pesquisa: o Laboratório de Práticas Pedagógicas da Escola de Educação Física do Exército. Os voluntários se apresentaram no local do estudo às 7h30min sem ter feito exercícios físicos extenuantes nas 24 h que antecederam os testes. Os procedimentos realizados se deram da seguinte forma:

Na 1ª visita foram realizadas quatro ações: (1) os procedimentos iniciais (anamnese, esclarecimentos sobre os procedimentos do estudo, e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido - TCLE); (2) aferição das medidas antropométricas e o sorteio da perna a ser ocluída; (3) aferição da pressão de restrição de fluxo sanguíneo arterial; (4) os indivíduos se familiarizaram com o exercício unilateral de extensão e flexão do joelho, com e sem RFS, e em ordem aleatória.

Na 2ª e 3ª visita, o indivíduos realizaram o exercício unilateral de extensão e flexão do joelho, com e sem RFS, em ordem aleatória.

Medidas antropométricas

A massa corporal foi aferida por balança de chão eletrônica (modelo 878, Seca, Birmingham, Inglaterra). A altura foi aferida por estadiômetro (Sanny, São Paulo, Brasil). As dobras cutâneas das regiões tórax, abdômen e coxa foram aferidas com o auxílio do adipômetro científico da marca Sanny, com a finalidade de se obter o percentual de gordura. Foi utilizada a equação de Jackson e Pollock (1978) para calcular sua densidade corporal e a equação de Siri (1961) para estimar sua porcentagem de gordura corpórea a partir de tal densidade.

Determinação da pressão de restrição arterial total

A pressão de restrição arterial total foi conhecida a partir da inflação de um manguito no região proximal da coxa, até a verificação de ausência de fluxo arterial por aparelho de ultrassonografia com Doppler (Logic e, General Electric – GE Healthcare, Milwaukee, WI, EUA) junto à artéria poplítea do membro em questão.

Testes de força unilateral de extensão e flexão do joelho

Os testes de força ocorreram no dinamômetro isocinético Cybex II (Medway, MA, EUA). Foram registrados o pico de torque e o trabalho total durante a execução de três séries de cinco repetições máximas na velocidade angular de 60°/s, com intervalo de 1 min entre as séries, modo concêntrico/concêntrico.

A familiarização envolveu o teste de força máxima com RFS, seguindo o mesmo protocolo.

Os testes unilaterais com e sem RFS ocorreram na segunda visita, em ordem aleatória, em cada membro inferior dos sujeitos. Foi aplicado o mesmo protocolo acima descrito. Para a condição RFS, o manguito foi colocado no primeiro terço da coxa, a pressão utilizada foi de 50% da pressão de restrição total e foi mantida durante todas as três séries unilaterais.

Análise de dados

Inicialmente foi testada a normalidade da distribuição dos dados através do teste de Shapiro-Wilk. Na presença da normalidade, a comparação entre as medidas obtidas pelo desempenho da força nas condições com e sem RFS foi feita a partir da aplicação de uma análise de variância (ANOVA) de duas entradas (2x3; primeiro fator condição e segundo fator teste - base, durante o exercício, recuperação) com medidas repetida no segundo fator.

Para comparar as modificações no desempenho da força nas duas condições entre a primeira e a terceira séries quanto aos valores registrados de pico de torque, potência e trabalho total, aplicou-se o teste t para amostras independentes.

Todas as análises, que foram aplicadas para comparar o desempenho da força em ambas as condições, feitas em software disponível comercialmente (SPSS 26.0 for Macbook; Chicago, USA) e foi adotada uma significância estatística de $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a caracterização da amostra (n=9) do estudo com os valores de idade, massa corporal, estatura e percentual de gordura corporal (%GC).

Tabela 1. Caracterização da amostra do estudo (média \pm desvio padrão)

	Idade	MC (kg)	Estatura (cm)	% GC
Média	18,55 \pm 0,53	67,00 \pm 87,75	17,43 \pm 61,85	8,56 \pm 3,46

Nota: MC= massa corporal

A pressão de oclusão média encontrada foi de 157,77 \pm 13,94 mmHg e a RFS aplicada foi de 50% deste valor, ou seja, 78,89 \pm 13,94 mmHg.

Na Tabela 2 estão descritos os valores médios \pm DP das variáveis pico de torque, potência e trabalho total nas condições FSL e RFS, durante o movimento de Extensão do joelho.

Tabela 2. Valores obtidos para as variáveis de força no movimento de Extensão do joelho nas condições FSL e RFS.

Séries	Pico de torque (Nm)		Potência (W)		Trabalho total (J)	
	FSL	RFS	FSL	RFS	FSL	RFS
1	196,89 \pm	193,55 \pm	224,33 \pm	223,67 \pm	1048,00 \pm	1035,00 \pm
	30,43	27,54	19,85	28,16	88,13	126,29
2	194,00 \pm	183,67 \pm	224,11 \pm	217,11 \pm	1051,44 \pm	1023,11 \pm
	30,97	28,53	28,06	29,79	126,48	141,94
3	193,33 \pm	166,89 \pm	226,55 \pm	200,55 \pm	1053,33 \pm	944,78 \pm
	30,38	28,04	28,29	28,61	126,32	152,15

Nota: Nm = Newton metro, W = watts, J = joules, FSL = fluxo sanguíneo livre, RFS = restrição de fluxo sanguíneo;

Na Tabela 3 estão descritos os valores médios \pm DP das variáveis Pico de torque, Potência e Trabalho total nas condições FSL e RFS, durante o movimento de Flexão do joelho.

Tabela 3. Valores obtidos para as variáveis de força no movimento de Flexão nas condições FSL e RFS.

Séries	Pico de torque		Potência		Trabalho total	
	(Nm)		(W)		(J)	
	Flexão					
	FSL	RFS	FSL	RFS	FSL	RFS
1	88,00 \pm	90,33 \pm	102,44 \pm	111,78 \pm	481,22 \pm	518,00 \pm
	19,27	18,23	20,71	21,00	110,46	92,42
2	89,89 \pm	93,11 \pm	108,67 \pm	112,56 \pm	484,00 \pm	521,56 \pm
	19,92	13,08	25,61	17,57	99,06	85,05
3	90,33 \pm	89,22 \pm	107,44 \pm	106,44 \pm	490,78 \pm	495,78 \pm
	19,33	13,75	24,45	20,05	112,27	84,58

Nota: Nm = Newton metro, W = watts, J = joules, FSL = fluxo sanguíneo livre, RFS = restrição de fluxo sanguíneo;

Na Tabela 4 estão descritas as modificações entre as séries 1 e 2 e entre 1 e 3, para as variáveis pico de torque, potência e trabalho total dentro de cada condição, FSL e RFS, tanto no movimento de extensão, quanto de flexão do joelho.

Tabela 4. Efeitos da RFS sobre o desempenho da força nos movimentos de Extensão e Flexão do joelho.

	Pico de torque		Potência		Trabalho total	
	(Nm)		(W)		(J)	
EXTENSÃO	FSL	RFS	FSL	RFS	FSL	RFS
Delta 1-2	-2,89 \pm	-9,89 \pm	-0,22 \pm	2,22 \pm	3,44 \pm	5,33 \pm
	9,65	9,91	12,75	13,04	55,80	61,33
Delta 1-3	-3,56 \pm	-26,67 \pm	-6,56 \pm	-23,11 \pm	-11,89 \pm	-90,22 \pm
	11,93	17,42*	7,73	17,04*	55,00	92,73 *
FLEXÃO						
Delta 1-2	1,89 \pm	2,33 \pm 10,39	6,22 \pm	5,00 \pm	2,78 \pm	9,56 \pm
	10,01		15,15	13,52	40,40	48,42
Delta 1-3	2,78 \pm	-1,11 \pm	0,78 \pm	-5,33 \pm	3,56 \pm	-22,22 \pm
	9,07	10,22	9,08	10,27	50,98	62,13

Nota: Nm = Newton metro, W = watts, J = joules, FSL = fluxo sanguíneo livre, RFS = restrição de fluxo sanguíneo; Delta - diferença absoluta entre séries; *- diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

A análise dos dados da Tabela 4, demonstrou haver redução estatisticamente significativa ($p < 0,05$) de desempenho entre as séries 1 e 3 durante o movimento de extensão do joelho com RFS para as três variáveis: pico de torque, potência e trabalho total. Entretanto no movimento de flexão do joelho, não houve diferença estatisticamente significativa entre as séries para nenhuma das variáveis ($p > 0,05$).

DISCUSSÃO

O presente trabalho buscou identificar os efeitos da RFS no desempenho da força máxima dos extensores e flexores do joelho. Objetivando contribuir para novos estudos, tal método encontrou redução estatisticamente significativa de desempenho da força máxima no movimento de extensão do joelho com RFS.

Wernbom *et al.*, assim como na maioria dos estudos realizados até o presente momento, encontrou redução de desempenho durante o TCR com RFS, onde houve decréscimo no número máximo de repetições entre as séries realizadas, sendo 28 ± 5 na primeira série, 10 ± 2 na segunda série e 6 ± 1 na terceira série. (11)

Em estudo realizado por Cook *et al.* (13), verificou-se que os níveis de fadiga foram semelhantes entre as condições RFS e FSL. O protocolo utilizado pelo autor foi o seguinte: três séries de extensão do joelho até a falha nas condições alta carga (80% do pico de torque), baixa carga (20% do pico de torque) e baixa carga com RFS (20% do pico de torque).

A queda de desempenho pode ser explicada pela hipóxia local que é ocasionada pela diminuição da quantidade de oxigênio ofertada, gerando sobrecarga metabólica, assim como a depleção da fosfocreatina e a diminuição do pH muscular e, por fim, a fadiga muscular. (10-14)

Diante da divergência dos resultados presentes na literatura, torna-se importante ressaltar que os protocolos aplicados carecem de padronização, sendo necessário mais estudos para se chegar a um consenso.

Apesar da existência das diferenças procedimentais, o TCR com RFS a baixas cargas evidenciou resultados positivos quanto ao ganho de massa magra e hipertrofia muscular, mostrando-se viável para a população que apresenta distúrbios ósseos, articulares e musculares devido à baixa necessidade de aplicação de carga. (5)(6)(7)(8)(16)

CONCLUSÃO

O estudo concluiu que o TCR com RFS reduz o desempenho durante o movimento de extensão do joelho, que podem ser explicados pela hipóxia local e os efeitos derivados desta situação, como a depleção da fosfocreatina e diminuição do pH muscular.

Apesar da potencial relevância no que tange as aplicações esportivas e clínicas, os estudos que versam sobre os efeitos obtidos com a RFS associada ao TCR apresentam resultados muito divergentes, tais quais podem ser explicados pela variedade de protocolos metodológicos utilizados. Alguns aspectos necessitam de maior aprofundamento e padronizações, por exemplo: pressão de oclusão aplicada, quantidade de repetições e séries, carga utilizada, tempo de desanso entre séries, frequência semanal do treinamento. Porém há de convir que, as baixas cargas associadas ao TCR com RFS, demonstram ser um método válido e viável para obtenção de hipertrofia muscular para pacientes impossibilitados de realizarem os protocolos usuais, os quais preconizam altas cargas. Inclui-se neste grupo os idosos com sarcopenia, indivíduos em reabilitação pós lesão, pós cirúrgicos, indivíduos com desgaste articular e até aqueles que apresentam doenças autoimunes que prejudicam a força muscular e reduzem a massa muscular. (3)

REFERÊNCIAS

1. Communications S. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults : Guidance for Prescribing Exercise. 2011;1334–59.
2. VIGITEL, Brasil. Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por inquérito telefônico. Ministério da Saúde. 2017.
3. Grutter K, Bottino DA, Farinatti PT V., Oliveira RB. Aspectos metodológicos e aplicações clínicas dos exercícios com restrição do fluxo sanguíneo. Rev Hosp Univ Pedro Ernesto. 2013;12(4).
4. Nascimento D da C. Exercício Físico com Oclusão Vascular: Métodos para a Prescrição Segura na Prática Clínica. Exercício Físico com Oclusão Vascular: Métodos para a Prescrição Segura na Prática Clínica. 2018.
5. Takarada Y, Takazawa H, Sato Y, Takebayashi S, Tanaka Y, Ishii N, et al. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. 2020;2097–106.
6. Karabulut M, States U, Bemben DA, Sherk VD, Bemben M. Effects of high-intensity resistance training and low-intensity resistance training with vascular restriction on bone markers in older men Effects of high-intensity resistance training and low-intensity resistance training with vascular restriction on bone markers in older men. 2011;(August).
7. Fry CS, Glynn EL, Drummond MJ, Timmerman KL, Fujita S, Abe T, *et al.* Blood flow restriction exercise stimulates mTORC1 signaling and muscle protein synthesis in older men. 2020;1199–209.
8. Centner C, Wiegel P, Gollhofer A, König D. Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscular Strength and Hypertrophy in Older Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. Sport Med [Internet]. 2019;49(1):95–108.
9. Scott , B . R . , Loenneke , J . P . , Slattery , K . M . and Dascombe , B . J . (2015) Exercise with Blood Flow Restriction : An Updated Evidence-Based Approach for Enhanced Muscular Development . Sports Medicine , 45 (3). 2015;45:313–25.
10. Abe T, Bemben MG. Blood flow restriction does not result in prolonged decrements in torque. 2013;923–31.
11. Wernbom M, Nilsen TS, Hisdal J. Contractile function and sarcolemmal permeability after

acute low-load resistance exercise with blood flow restriction Contractile function and sarcolemmal permeability after acute low-load resistance exercise with blood flow restriction. 2014;(September 2011).

12. Cook SB, Clark BC, Ploutz-snyder LL. Effects of Exercise Load and Blood-Flow Restriction on Skeletal Muscle Function. (1):1708–13.
13. Cook SB, Murphy BG, Labarbera KE. Neuromuscular function after a bout of low-load blood flow-restricted exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2013;45(1):67–74.
14. Cook SB, Murphy BG, Labarbera KE. Neuromuscular Function after a Bout of Low-Load Blood Flow–Restricted Exercise. 2012;(3):67–74.
15. Fatela P, Reis JF, Mendonca G V., Freitas TS, Valamatos MJ, Avela J, *et al.* Acute neuromuscular adaptations in response to low-intensity blood-flow restricted exercise and high-intensity resistance exercise: Are there any differences? *J Strength Cond Res.* 2018;32(4):902–10.

ANEXO 1

MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
D E C Ex – C C F Ex
Escola de Educação Física do Exército
(CMil Edc Fis / 1922)



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Resolução n.º 466/12 do Conselho Nacional de Saúde

O Sr.(a) está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa EFEITO DA RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO NO DESEMPENHO DA FORÇA MÁXIMA DE EXTENSORES E FLEXORES DE JOELHO. Nesta pesquisa pretendemos determinar os efeitos da atividade contrarresistência nas respostas de volume sanguíneo/oxigenação muscular e pressão arterial. O motivo que nos leva a estudar é o atual sucesso desta prática de treinamento e o pouco conhecimento científico que ainda existe sobre a mesma. Como é sabido, o exercício de força é fortemente recomendado para os ganhos de força e massa muscular, contudo, faz-se fundamental identificar se este exercício quando de baixa intensidade e com aplicação de restrição do fluxo sanguíneo é também capaz de favorecer a saúde e a qualidade de vida, através do monitoramento de seus efeitos hemodinâmicos.

A sua participação no estudo envolverá três visitas à Seção de pós-graduação, para tomada das medidas necessárias à identificação das respostas hemodinâmicas. Nestas visitas, você será submetido aos seguintes procedimentos:

Visita 1: Anamnese; medidas de massa corporal, dobras cutâneas, perímetros e estatura; teste de força de extensão de joelhos em equipamento de musculação e familiarização com o exercício de extensão de joelhos. Tempo aproximado: 60 min.

Visitas 2 e 3: Exercício de extensão de joelhos. Em uma das visitas haverá a colocação de manguito na coxa para restrição do fluxo sanguíneo durante o exercício. Antes do teste, haverá a medida da pressão arterial, da velocidade do sangue e do diâmetro da artéria braquial, durante será monitorado o volume sanguíneo/oxigenação muscular (Mbv/Mox). Nos primeiros 3 min após o exercício a velocidade do sangue e do diâmetro da artéria braquial serão novamente medidos, bem como a pressão arterial será tomada a cada 10 min durante as 4 horas seguintes de atividades laborais (Tempo aproximado: 20 min)

Descrição dos testes:

1. A velocidade do sangue e o diâmetro da artéria braquial serão medidos pela ultrassonografia.
2. O exercício de extensão de joelhos consistirá de quatro séries bilaterais de com carga de 20% da força máxima, com intervalo de 30 s entre as séries. Será utilizado um equipamento isotônico comum nas salas de musculação.
3. A Mbv e a Mox serão medidos pela espectroscopia no infravermelho próximo, por meio de transdutor posicionado sobre o músculo vasto lateral, na coxa.
4. A pressão arterial será monitorada por equipamento de monitoramento ambulatorial da pressão arterial (MAPA).
5. Todos os procedimentos são não invasivos.
6. Você não deverá realizar qualquer exercício físico vigoroso nas 24 h que antecederem cada dia de teste, estando liberado em seguida para as suas atividades rotineiras;

Para participar deste estudo, você não terá custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador, que tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo.

O risco derivado da sua participação é mínimo, tal como o aparecimento de dores musculares no dia seguinte aos testes de exercício. Em casos remotos, há risco de lesão decorrente do esforço. Em qualquer situação, você será assistido imediatamente por nossa equipe de médicos e fisioterapeutas lotados na Seção de Saúde da EsEFEx.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado em qualquer publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, na EsEFEx e a outra será fornecida ao senhor(a). Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida ao senhor.

Eu, _____, portador do documento de identidade _____ fui informado (a) dos objetivos da pesquisa “EFEITO DA RESTRIÇÃO DE FLUXO SANGUÍNEO NO DESEMPENHO DA FORÇA MÁXIMA DE EXTENSORES E FLEXORES DE JOELHO”, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar, se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Rio de Janeiro, _____ de _____ de 20__.

Nome

Data

Assinatura participante

Nome

Data

Assinatura pesquisador

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DO HOSPITAL MARCÍLIO DIAS

LOCAL: RUA CEZAR ZAMA NO 185. CEP: 20.725-090

FONE: (21) 2599-5599 / E-MAIL: cep@hnmd.mar.mil.br

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: PROFA. DRA. CLAUDIA DE MELLO MEIRELLES

ENDEREÇO: ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO. AV. JOÃO LUIZ ALVES, S/N. URCA.

CEP: 22291-090 – RIO DE JANEIRO, RJ.

FONE: (21) 2586-2297

E-MAIL: claudiameirelles@yahoo.com.br