

A APLICABILIDADE DE UMA NOVA FERRAMENTA NA REABILITAÇÃO DOS MÚSCULOS FLEXORES DO TORNOZELO: UMA PESQUISA CLÍNICA RANDOMIZADA

APPLICABILITY OF A NEW TOOL FOR THE REHABILITATION OF FLEXOR ANKLE MUSCLES: A RANDOMIZED CLINICAL RESEARCH

Joecy Millany Santana Barboza¹; Livia Mayara de Almeida Anjos¹; Natanael Teixeira Alves de Sousa²; Ana Luíza Exel³.

¹Discentes do curso de Fisioterapia no Centro Universitário Tiradentes – UNIT, Maceió, Alagoas, Brasil.

²Doutor em Reabilitação e Desempenho Funcional pela Universidade de São Paulo, Brasil e Docente do curso de Fisioterapia no Centro Universitário Tiradentes – UNIT, Maceió, Alagoas, Brasil.

³Mestre em Ciências da Saúde pela Universidade Federal de Alagoas, Brasil e docente/Coordenadora do curso de Fisioterapia no Centro Universitário Tiradentes – UNIT, Maceió, Alagoas.

RESUMO

OBJETIVOS: Verificar a aplicabilidade de uma nova ferramenta comparada à caneleira, a fim de fortalecer os músculos flexores do tornozelo. E, classificar este dispositivo como uma alternativa de força constante para reabilitação desse segmento.

MATERIAIS E MÉTODOS: Um estudo cego, randomizado e controlado com dois grupos foi realizado no 59º Batalhão de Infantaria Motorizado (BIMTZ) em Maceió, Alagoas. Inscreveram-se 36 voluntários com déficit de força muscular em membros inferiores, porém, apenas 20 indivíduos atenderam aos critérios de inclusão. Os militares foram divididos em dois grupos (grupo controle e grupo intervenção), ambos realizaram um treinamento supervisionado de 30 minutos, durante 12 sessões. Este programa incluiu uma combinação de exercícios de equilíbrio, mobilização articular, fortalecimento muscular e treino pliométrico. Os desfechos primários possuíam anamnese, exame físico e questionário Foot and Ankle Ability Measure. Já os desfechos secundários incluíam teste de força muscular, lunge teste, y balance teste e single-leg hope teste. Todos os resultados foram avaliados antes e depois das 12 sessões.

RESULTADOS: Os grupos controle e intervenção obtiveram resultados significativos quando observado os valores pré e pós tratamento em todos os desfechos, exceto lunge teste esquerdo ($p=0,317$). Contudo, na comparação entre os grupos, apenas o lunge teste do membro inferior direito do grupo intervenção, apresentou significância ($p=0,032$). **CONCLUSÃO:** Portanto, esta pesquisa clínica conclui que, o programa de fortalecimento muscular utilizando caneleira e uma nova ferramenta, mostrou-se eficaz para a reabilitação da força dos flexores do tornozelo. Sendo assim, a nova ferramenta pode ser considerada como um novo dispositivo de carga constante capaz de reabilitar este segmento.

Palavras-chave: Força Muscular. Reabilitação. Tornozelo. Fisioterapia.

ABSTRACT

OBJECTIVES: To verify the use of a new tool compared to the shin pad, with a purpose of strengthening the ankle flexor muscles. And, rate this device as a constant

force alternative for the recovery of this segment. **MATERIALS AND METHODS:** A blinded, randomized, two-group controlled study was conducted at the 59th Motorized Childhood Battalion (BIMTZ) in Maceió, Alagoas. Thirty-six volunteers with strength deficits in the lower limbs were enrolled, but only 20 subjects to participate in the inclusion. The military was divided into two groups (control group and intervention group), both conducting supervised training for 30 minutes during 12 sessions. This program includes a combination of balance exercises, joint mobilization, muscle strengthening and plyometric training. Primary outcomes had anamnesis, physical examination, and Measurement of Foot and Ankle Skill Questionnaire. Secondary outcomes include muscle strength test, lunge test and balance test, and single leg hope test. All results were reduced before and after the 12 sessions. **RESULTS:** Control and intervention groups obtained results when pre- and post-treatment values were observed in all outcomes except the left test ($p = 0.317$). However, in the comparison between groups, only the right lower limb test of the intervention group was significant ($p = 0.032$). **CONCLUSION:** Therefore, this completed clinical research, or muscle strengthening program using shin guards and a new tool, has been shown to be effective for rehabilitation of ankle flexor strength. Thus, a new tool can be considered as a new constant load device capable of rehabilitating this segment.

Keywords: Muscle Strength. Rehabilitation. Ankle. Physiotherapy.

INTRODUÇÃO

O Exército Brasileiro é uma instituição nacional formado por militares homens e mulheres com diferentes graduações, organizados com base na hierarquia e na disciplina, sendo o presidente da república a autoridade máxima¹. No entanto, independentemente da graduação, os militares exercem várias funções que exigem elevados níveis de sobrecarga à saúde física e mental, podendo ser pela prática do Treinamento Físico Militar (TFM), que tem como foco principal manter, desenvolver ou recuperar a aptidão física para o desenvolvimento de sua função^{1,2}.

O TFM serve como preparação física para o TAF (Teste de Aptidão física) e o tempo dedicado à prática física permanece a critério do militar. A execução do treinamento físico militar de maneira inadequada pode acarretar em diversas lesões musculoesqueléticas, devido à prática excessiva e repetitiva, como distúrbios articulares, fraturas por estresse, micro traumas, disfunções musculares e tendíneas, apresentando redução de movimentos ou hipomobilidade, dor e instabilidade articular, como a do tornozelo^{1,3,4}.

O tornozelo é uma estrutura complexa, formada por três ossos (tíbia, fíbula e tálus) e sua principal articulação é um gínglimo (dobradiça) formado pela extremidade distal da tíbia e fíbula, classificada como talocrural⁵. Esta articulação do tornozelo sustenta maior carga por área do que qualquer articulação, por isso, quando está em apoio monopodal suporta todo o peso do corpo, que pode inclusive estar aumentado pela energia cinética quando o pé entra em contato com o chão a certa velocidade durante a marcha, na corrida ou na preparação para o salto⁶.

A articulação desempenha funções essenciais durante a locomoção, as contusões que acometem essa região podem limitar muito a mobilidade e por isso, estão mais suscetíveis a lesões, por serem altamente exigidas nas suas diferentes formas de deslocamentos, mudanças de direções, velocidades e demandas⁷. Sendo assim, é importante que a marcha seja realizada corretamente, a fim de diagnosticar possíveis traumas, vícios posturais e instabilidades articulares.

A instabilidade articular é uma consequência em longo prazo que pode ocorrer devido a diversas lesões agudas não tratadas adequadamente, tendo como exemplo, frouxidão ligamentar, fraturas e ainda a perda de força muscular⁸.

A instabilidade do tornozelo possui diversas causas, destas os déficits de força muscular e propriocepção ganham destaque no meio literário devido à perda da habilidade de recuperar o suporte estático e dinâmico, ou seja, estes são responsáveis pela sensação de falseamento articular⁹. O que pode acarretar em entorses, seja estas recidivas ou não, déficits funcionais, menor controle neuromuscular, entre outras disfunções^{10, 11}.

A força muscular (FM) é uma variável que pode ser definida como a capacidade do sistema músculo esquelético de produzir tensão e torque. A FM torna-se importante de ser avaliada devido à obtenção de diagnósticos importantes para o desempenho físico em diversas atividades de vida diária e/ou esportivas; a perda da FM leva o indivíduo a necessitar de tratamento com o objetivo de não comprometer sua qualidade de vida¹².

A reabilitação do tornozelo envolve um conjunto de exercícios que buscam equilíbrio, fortalecimento e alongamento muscular, podendo ser realizados em conjunto com o fisioterapeuta e/ou preparador físico¹³. A fisioterapia tem se mostrado efetiva

para o restabelecimento da força muscular¹⁴, por meio de exercícios de contrações isométricas¹⁵, concêntricas e excêntricas¹⁶.

Atualmente, existem diversos estudos que utilizam cargas variáveis na reabilitação da força muscular dos flexores dorsais do tornozelo, entretanto, são poucas as pesquisas existentes com dispositivos possíveis em mensurar a carga aplicada para este segmento. Para isto, existem alguns dispositivos que auxiliam neste processo, através de cargas variáveis, como faixa elástica^{17, 18}, e cargas constantes, como caneleiras^{19, 20, 21}.

Embora essas opções de tratamento sejam extremamente importantes para reabilitação da fraqueza muscular, a literatura ainda é escassa a respeito de equipamentos com cargas constantes para tratar a força muscular do tornozelo, sendo assim, mais instrumentos de cargas reguláveis são extremamente relevantes para auxiliar na prevenção e tratamento do tornozelo²⁰.

A nova ferramenta denominada Leg Training, é uma proposta inovadora, sustentável, de baixo custo e fácil locomoção, desenvolvida exclusivamente para incrementar o grau de força muscular do tornozelo. Dessa forma, é possível assegurar a vantagem desse aparelho quando comparado aos similares existentes no mercado, pois, além dos benefícios supracitados, esse aparelho possui grandes chances de reprodutibilidade, facilitando a sua produção em larga escala.

Portanto, o objetivo deste trabalho é verificar a aplicabilidade de uma nova ferramenta comparada à caneleira, a fim de fortalecer os músculos flexores e/ou extensores do tornozelo em militares do 59º batalhão de infantaria motorizada (BIMTZ) do estado de Alagoas. E, conseqüentemente, restaurar os movimentos de flexão plantar e/ou dorsiflexão, promover a funcionalidade dos membros inferiores e classificar o novo dispositivo como uma alternativa de força constante para reabilitação de tornozelo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Desenho experimental

Trata-se de uma pesquisa clínica controlada randomizada realizada em dois grupos, comparando grupo intervenção com controle. Os participantes foram

aleatoriamente designados para o grupo intervenção ou controle, através de um sorteio previamente realizado pela orientadora do projeto, no programa Microsoft Office Excel 2007, após isso, os tratamentos foram colocados dentro de envelopes em branco numerados de 1 a 20, lacrados e mantidos em um armário seguro. Quando um participante assinou o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) aprovado pelo comitê de ética da instituição do Centro Universitário Tiradentes - UNIT com o número de parecer 3.479.961, e foi elegível aos critérios do projeto, um dos avaliadores cego entregou o envelope do armário ao militar e orientou o mesmo a procurar as terapeutas responsáveis pelo projeto, para maiores informações da intervenção proposta no envelope. Todos os participantes receberam a intervenção designada ainda na sala de fisioterapia do Posto Médico de Guarnição (PMGU) localizado no 59º Batalhão de Infantaria Motorizado (BIMTZ) em Maceió, Alagoas. A Declaração de Helsinque foi seguida em todas as experiências. O recrutamento dos participantes ocorreu do dia 2 a 10 de setembro no ano de 2019. As diretrizes do CONSORT foram seguidas e o diagrama CONSORT foi usado para descrever o fluxo de participantes em cada etapa do estudo.

Participantes

Vinte indivíduos com queixa ou histórico de lesões em membros inferiores que atenderam a dois ou mais dos seguintes critérios: teste de força com dinamômetro portátil (E-lastic) $\geq 10\%$ de diferença entre os membros inferiores; Lunge test com nota de corte acima de 9 cm; Y balance teste e Single-Leg Hop Test com diferença maior de 10% entre os membros inferiores e questionário de Foot and Ankle Ability Measure (FAAM) - escala de esporte com resultado $\leq 50\%$ foram recrutados para esta pesquisa. Os participantes foram excluídos devido a fraturas e/ou cirurgias, bem como lesões agudas de no mínimo 3 dias e/ou crônicas há mais de 12 meses.

Intervenções

Após a inclusão, os voluntários receberam o cronograma de tratamento de acordo com o grupo que o mesmo foi alocado, adaptando a conduta ao melhor horário de sua rotina de acordo com a disponibilidade para realização do estudo no PMGU, sendo ≥ 3 vezes por semana, totalizando 12 sessões. O programa de exercícios concebe

Uma nova ferramenta na reabilitação do tornozelo

A new tool in ankle rehabilitation

Tabela 1. Exercícios prescritos para os grupos.

EXERCÍCIO	PROCEDIMENTO	INTENSIDADE	PROGRESSÃO
Equilíbrio	Paciente em posição ortostática com membros superiores em quadril. Foi feita uma estrela com oito fitas ao chão semelhante ao star excursion balance test. Eles foram instruídos a manter um pé sobre o centro da estrela e o pé contralateral tocar o em cada fita.	3 vezes de 8 repetições em cada membro.	1ª a 4ª sessão: solo. 5ª a 8ª sessão: almofada. 9ª a 12ª sessão: jump.
Mobilização articular	Paciente em decúbito dorsal, sobre tatame suspenso com joelhos semifletidos. Foi realizada tração passiva da articulação talocrural, bem como, a mobilização passiva para dorsiflexão e flexão plantar. Eles foram instruídos a manter a musculatura relaxada.	3 vezes de 20 repetições para cada tipo de mobilização em cada membro.	As mobilizações se mantiveram durante as 12 sessões.
Fortalecimento muscular	Grupo controle: Paciente em decúbito ventral, com joelhos fletidos a 90 graus. Foi utilizada caneleira na região do antepé. Eles foram instruídos a realizar movimentos de flexão plantar. Logo após, o paciente era posicionado em sedestação sobre tatame suspenso com joelhos fletidos a 90 graus e pés livres. Foi utilizada caneleira na região do antepé. Eles foram instruídos a realizar movimentos de dorsiflexão. Grupo intervenção: Paciente em sedestação sobre tatame suspenso com joelhos fletidos a 90 graus. Foi utilizado o equipamento leg training. Eles foram instruídos a manter um pé sobre o solo e o contralateral sobre o pedal para realizar os movimentos de dorsiflexão e flexão plantar.	3 vezes de 30/25/20 repetições em cada pé, para cada movimento de flexão plantar e dorsiflexão.	1ª a 4ª sessão: 30 repetições e 4 kg. 5ª a 8ª sessão: 25 repetições e 5 kg. 9ª a 12ª sessão: 20 repetições e 6 kg.
Pliométrico	Paciente em posição ortostática. Foi realizado exercícios de saltos e explosões em diferentes amplitudes, utilizando step, banco e rolo médio de posicionamento. Eles foram instruídos a saltar e correr de acordo com estímulo verbal.	3 vezes de 20 repetições para cada salto e membro com 20"/25"/30" de descanso.	1ª a 4ª sessão: Salto pequeno, salto com maior propulsão, squat jump e box jump com step. 5ª a 8ª sessão: Salto com maior propulsão, salto lateral livre, box jump com banco médio e corrida explosiva com squat jump. 9ª a 12ª sessão: Tuck jumps, saltos laterais sobre rolo de posicionamento médio, box jump com banco grande e corrida explosiva com dois saltos unipodais em cada membro.

Uma nova ferramenta na reabilitação do tornozelo A new tool in ankle rehabilitation

uma combinação de exercício de equilíbrio progressivo com diferentes solos e altitudes, mobilizações passivas e ativas, exercício de fortalecimento da musculatura anterior e posterior do tornozelo utilizando caneleira e leg training. Além disso, foi realizado treino pliométrico progressivo, incluindo saltos de pequenos, médio e grandes amplitudes com mudanças de obstáculos e direção, baseadas e adaptadas ao treino de Manechini²³. Tabela 1.

Os participantes foram instruídos por uma fisioterapeuta treinada a realizar os exercícios e todos foram solicitados a evitar qualquer terapia de reabilitação além do programa prescrito durante o tratamento. Lembretes e correções frequentes foram dados pelas terapeutas envolvidas no treinamento para evitar formas incorretas ou quaisquer outras formas de exercício durante a reabilitação.

Os militares do grupo intervenção realizaram 30 minutos de treinamento supervisionado onde incluía treino de equilíbrio utilizando base estável e bases instáveis com duração de 5 minutos, mobilização passiva da articulação talocrural durante 5 minutos, fortalecimento muscular utilizando o Leg Training (figura 1) durante 10 minutos e exercícios pliométricos durante 10 minutos. Os participantes foram instruídos a aumentar gradualmente a intensidade e dificuldade dos exercícios a cada 4 sessões, sendo monitorados através da escala Analógica Visual de Dor (EVA), tendo como score limite ≥ 7 .

Figura 1. Leg Training.



Os participantes do grupo controle realizaram 30 minutos de treinamento supervisionado onde incluía treino de equilíbrio utilizando base estável e bases instáveis com duração de 5 minutos, mobilização passiva da articulação talocrural durante 5 minutos, fortalecimento muscular utilizando a caneleira durante 10 minutos e exercícios pliométricos durante 10 minutos. Os participantes foram instruídos a aumentar gradualmente a intensidade e dificuldade dos exercícios a cada 4 sessões, sendo monitorados através da Escala Analógica Visual de Dor (EVA), tendo como score limite ≥ 7 .

Após o período de tratamento dos grupos, os participantes foram intimados a retornar para serem reavaliados.

Desfechos

Toda a avaliação e reavaliação foram realizadas por dois graduandos voluntários cegos do curso de fisioterapia do Centro Universitário Tiradentes - UNIT da cidade de Maceió-Al. Os avaliadores receberam treinamento prévio de 2 semanas sobre os métodos utilizados, incluindo passo a passo dos materiais, como: ficha de avaliação composta por anamnese, exame físico e testes específicos (teste de força, lunge test, y balance test e single-leg hop test), além do questionário FAAM.

O desfecho primário, incluindo anamnese, exame físico e o questionário FAAM foram analisados uma semana antes do início do tratamento e um dia após o fim da reabilitação. Durante a etapa de anamnese os participantes responderam a perguntas pré estabelecidas como queixa principal, tempo da lesão e nível de dor de acordo com a EVA (escala 0–10, com 0 indicando ausência de dor e 10 indicando a pior dor). A confiabilidade e validade da escala de classificação numérica para medir a dor musculoesquelética foi estabelecida²³. No exame físico foi realizada uma inspeção geral para observar a presença de qualquer anormalidade em MMII e colhida a goniometria para os movimentos de flexo-extensão da articulação talocrural. Ainda nesta etapa, os voluntários foram solicitados a responder o questionário FAAM, composto por duas subescalas, escala de atividade de vida diária e escala de esporte, onde eram compostas por 21 e 8 perguntas, respectivamente. Cada item pontua de 0 a 4, sendo 0 incapaz de realizar e 4 nenhuma dificuldade, logo, a pontuação máxima era de 84 pontos para o

domínio de atividade de vida diária e 32 pontos para o de esporte. Para cada item, havia a opção de “N/A (não se aplica)”, esta, não é pontuada e, portanto não é considerada no cálculo final. Os valores obtidos foram transformados em porcentagem, onde 100% indicavam nível mais alto de funcionalidade. Para este estudo, foi utilizado apenas a subescala de esporte e como método de inclusão do militar foi utilizado valor transformado em porcentagem de $\leq 50\%$. O estudo de validação do FAAM no Brasil indica que esse questionário é válido, confiável e responsivo com as mudanças do estado de saúde do indivíduo²⁴.

O desfecho secundário incluiu o teste de força muscular, lunge test, y balance test e single-leg hop test que foram analisados uma semana antes do início do tratamento e um dia após o fim da reabilitação. Para realização do teste de força muscular do tornozelo, o paciente foi posicionado em sedestação no solo com a coluna ereta, mãos nos ombros, MMII em extensão e pés com uma angulação neutra de acordo com um goniômetro padrão. O avaliador informou ao militar que iriam acontecer 3 repetições, para dorsiflexão e flexão plantar, em cada membro inferior. A força foi medida com a ajuda de uma célula de carga, do tipo dinamômetro isocinético (E-lastic, Brasil), onde o resultado foi captado eletronicamente, amplificado e transmitido para um monitor geral de registro (smartphone). A estabilização do dinamômetro foi realizada utilizando uma catraca de carga ligada a uma barra de ling e posicionado ao antepé do indivíduo. A confiabilidade e validade de uma célula de carga foi verificada através da força em membros superiores, testada por Barbosa et al²⁵.

O Lunge test foi realizado com o paciente em ortostatismo contra a parede, com cerca de 9 cm de distância entre o pé e a parede; o membro não avaliado foi posicionado a uma distância de um pé atrás do outro. Ao iniciar o teste, o militar foi instruído a dobrar o joelho do membro avaliado até tocar a parede, mantendo os calcanhares no chão, sem rotacionar quadril e tronco. Surpreendentemente, poucos estudos investigaram a confiabilidade desse teste, porém, Bennel et al²⁶ traz em sua pesquisa os benefícios, demonstrando eficiência em termos de custo e tempo, requerimento de equipamento mínimo, além de a realização ser feita com suporte de peso.

Segundo Filipa et al²⁷, o Y balance test apresentou-se confiável para aplicação. Na sua realização os militares receberam instrução verbal e demonstração visual do

teste, posteriormente, ficaram em posição ortostática unipodal, com o pé no centro de uma marcação em formato de Y e realizaram o deslocamento do membro contralateral na direção anterior (A), pósterio-medial (PM) e pósterio-lateral (PL). O teste foi repetido nos casos em que o paciente manteve o apoio dos dois pés ao solo, em casos que o militar descarregou o peso no membro deslocado para alguma direção ou ainda, em casos que o calcanhar do pé de apoio não esteve em contato com o solo. Antes da realização do teste, foi colhida a medida real (MR) dos MMII de todos os indivíduos, para o cálculo de comparação entre os membros, para isto, foi utilizada uma fita métrica e a medida era feita a partir da espinha ilíaca ântero-superior até o maléolo medial ipsilateral. O cálculo consiste na soma dos valores das três direções, dividida pelo valor da medida real, multiplicada por 3, o resultado final é multiplicado por 100, para se obter o valor em porcentagem ($Y = [A + PM + PL / (MR \times 3) \times 100]$).

Por fim, para a realização do Single-Leg Hop Test, os militares foram orientados a saltar o mais longe possível em apoio unipodal com o mesmo membro, onde a distância foi medida em centímetros a partir da posição inicial do teste até o ponto de apoio. O teste foi realizado três vezes para cada perna e o maior valor das três tentativas foi considerado. Utilizou-se neste estudo a versão modificada do Single-Leg Hop Test, que permite movimentar os braços livremente durante o salto, visando maior funcionalidade na sua execução²⁸.

Durante a aplicação do estudo, as pesquisadoras estiveram sempre juntas aos participantes, lhes fornecendo apoio quando necessário durante a execução de todas as etapas, respeitando o ritmo de cada indivíduo. A sessão foi interrompida nos casos em que demonstraram qualquer risco para os participantes, como dor acentuada ou qualquer desconforto físico e emocional relatado pelo paciente, e o mesmo foi preservado e imediatamente afastado do projeto sob supervisão direta.

Tamanho da amostra

Para calcular o tamanho amostral, foram utilizados os dados dos militares atendidos no PMGU devido a limitações funcionais, mialgia e/ou déficit de força em membros inferiores (n=38), segundo a estimativa elaborada por Ferreira²⁹. Foi utilizado o intervalo de confiança de 95% e o erro amostral de 10%. O cálculo amostral gerou um

total de 28 participantes, porém devido ao tempo proposto do estudo, a amostra foi constituída por 20 participantes, permitindo um abandono potencial de 15% (n=3).

Análise de dados

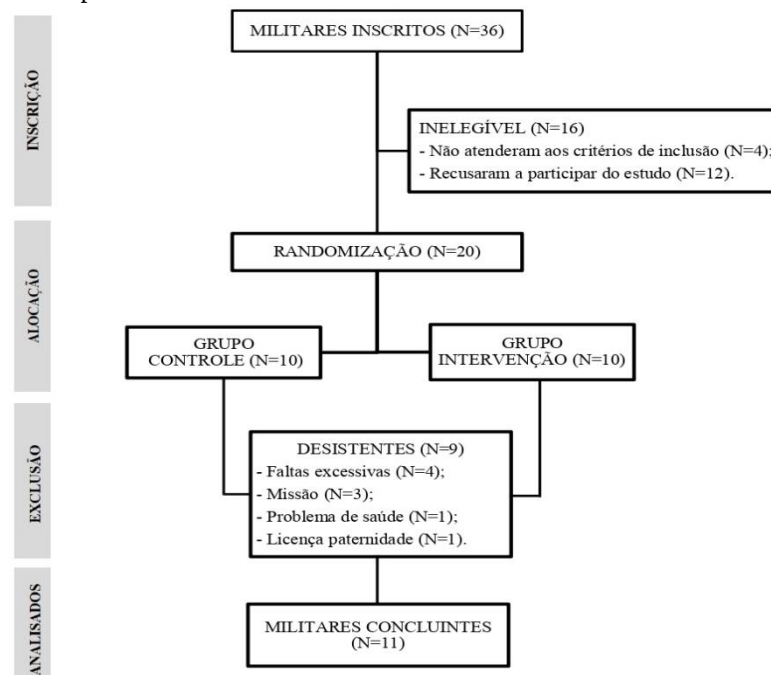
Os dados foram analisados utilizando o software SPSS Statistics 17.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA). Primeiramente foram aplicados os testes de Shapiro-Wilk e Levene para verificar, respectivamente, a normalidade e homogeneidade da distribuição dos dados obtidos. Após isso, foi aplicado o teste mixedtwo-way ANOVA com post-hoc de Tukey para identificar se havia diferença entre as variáveis. Para a melhor interpretação dos dados, as variáveis contínuas foram apresentadas no formato de média mais ou menos ($\pm$) erro padrão da media, enquanto que as variáveis categóricas como número total e valor percentual. Vale ressaltar que para ambos os testes estatísticos adotou-se o nível de significância $p < 0,05$.

RESULTADOS

Inscrição e acompanhamento

No total, 36 militares inscreveram-se nesta pesquisa clínica controlada randomizada. Destes, 24 foram avaliados e 4 excluídos de acordo com os critérios de inclusão do estudo, totalizando 20 participantes.

Figura 2. Inscrição e acompanhamento dos resultados.



Uma nova ferramenta na reabilitação do tornozelo A new tool in ankle rehabilitation

Dos 20 pacientes que consentiram participar da pesquisa, apenas 11 concluíram o tratamento e 9 desistiram. A justificativa para cada perda está descrita na figura 2.

Características do paciente

Os 11 militares concluintes foram divididos em dois grupos, sendo 5 do grupo controle (GC) e 6 do grupo intervenção (GI). Cem por cento dos participantes eram do sexo masculino e suas patentes se dividiam entre Soldados e Cabos. Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização da amostra estudada.

Variável	Grupos			
	Controle (n=5)		Intervenção (n=6)	
Idade (anos) ¹	Média 21,4		Média 22,6	
Sexo masculino ²	N	%	N	%
Patente ²				
Soldado	4	80,0	4	66,6
Cabo	1	20,0	2	33,4

¹ Resultados expressos como média.

² Resultados expressos como frequência absoluta e percentual (%).

A tabela 3 detalha o resultado da avaliação antes da primeira sessão e após a décima segunda sessão, no final da conclusão do estudo. A análise dos valores pré e pós tratamento no GC e GI, demonstraram resultados significativos em todos os desfechos, exceto lunge teste esquerdo ($p=0,317$). Contudo, as comparações entre os grupos mostraram diferenças insignificantes em todos os resultados, salvo o lunge teste do membro inferior direito do grupo intervenção, pois apresentou resultado significativo ($p=0,032$). Além disso, o efeito do GI apresentou significância apenas no y balance e hope teste de membro inferior direito ($p=0,037$).

Eventos adversos graves

Não foram relatados eventos adversos graves para este estudo. Em poucos pacientes ($n=3$), um leve aumento de dor (4), segundo a EVA, foi relatado no grupo controle ($n=1$) e intervenção ($n=2$). O ritmo de realização dos exercícios durante as sessões foram ajustados para reduzir a dor.

DISCUSSÃO

Uma nova ferramenta na reabilitação do tornozelo
A new tool in ankle rehabilitation

Tabela 3. Comparação dos grupos intervenção e controle.

	GC (n=5)		GI (n=6)		P-valor		
	Pré	Pós	Pré	Pós	GCvsGI	PrévsPós	I
FAAM	21±2.96	30±2.91*	17.5±2.70	24.6±2.70*	0.265	<0.001	0.560
Lunge Teste D (cm)	8±0.17	8.75±0.17*	8.66±0.20	9±0.17*#	0.032	0.014	0.288
Lunge Teste E (cm)	8±0.24	8.5±0.24	8.66±0.27	8.66±0.19	0.106	0.317	0.317
Y Balance D (cm)	67.14±3.30	74.78±3.30*	65.13±3.01	79.91±3.01*	0.720	<0.001	0.037
Y Balance E (cm)	67.64±3.65	74.10±3.65*	68.61±3.33	80.51±3.33*	0.461	<0.001	0.052
Hope Teste D (cm)	109.2±8.56	145.1±8.56*	114.0±7.81	130.6±7.81*	0.672	<0.001	0.037
Hope Teste E (cm)	107.4±9.82	142.0±9.82*	112.9±8.96	144.0±8.96*	0.770	<0.001	0.710
GONIOMETRIA							
Flexão plantar D (grau)	34.6±2.50	41.0±2.50*	35.3±2.28	42.1±2.28*	0.784	<0.001	0.658
Flexão plantar E (grau)	34.8±2.07	44.0±2.07*	34.3±1.89	41.6±1.89*	0.398	<0.001	0.933
Dorsiflexão D (grau)	24.4±2.51	35.6±2.51*	25.6±2.29	38.3±2.29*	0.399	0.001	0.779
Dorsiflexão E (grau)	24.8±2.34	37.4±2.34*	26.5±2.14	37.5±2.14*	0.728	<0.001	0.690
FORÇA MUSCULAR							
Flexão Plantar D (Kg)	58.28±9.80	62.8±9.80*	56.16±8.95	69.76±8.95*	0.855	0.022	0.201
Flexão plantar E (Kg)	58.68±8.60	64.96±8.60*	57.90±7.85	74.80±7.85*	0.700	0.001	0.057
Dorsiflexão D (Kg)	23.32±2.24	28.02±2.24*	22.75±2.04	30.11±2.04*	0.798	<0.001	0.170
Dorsiflexão E (Kg)	21.84±2.32	27.08±2.32*	23.26±2.12	29.83±2.12*	0.499	<0.001	0.544

Dados apresentados como média ± erro padrão da média e número total (valor percentual). GC: grupo controle; GI: grupo intervenção; FAAM:Foot and Ankle Ability Measure; D: direito; E: esquerdo. I: interação entre grupo (GC e GI) e experimento (pré e pós). *p<0,05 interação entre grupo (GI) e intervenção (pós-intervenção) avaliado pelo teste *mixedtwo-way* ANOVA (*post-hoc* de Tukey). #p<0,05 diferença entre GI comparado ao GC avaliado pelo teste *mixedtwo-way* ANOVA (*post-hoc* de Tukey).

É importante ressaltar algumas limitações do presente estudo. Neste, foi utilizada amostra com número relativamente reduzido, por isso, pode ter sido insuficiente para detectar um efeito significativo na comparação dos grupos de tratamento. Um estudo de longo prazo pode trazer maiores mudanças nos resultados. Entretanto, a realização de estudos que envolvam intervenção está atrelada a uma série

de dificuldades, como espaço e horários disponíveis para o programa de treinamento, desistências, faltas de sujeitos, dentre outros. Por isso, muitas vezes a utilização de muitos sujeitos é inviável, como nesta pesquisa. Outra limitação do estudo refere-se à adaptação de protocolos de treinamento muscular desenvolvidos para situações de resistência fixa utilizando equipamentos, procedimento que ainda não apresenta muitas pesquisas clínicas.

Esta pesquisa clínica buscou verificar a aplicabilidade de uma nova ferramenta comparada à caneleira em militares do 59º BIMTZ do estado de Alagoas que apresentassem déficit de força muscular no tornozelo. Esta nova ferramenta, chamada de Leg Training, foi confeccionada especialmente para esse estudo.

Os resultados demonstraram que após a realização das 12 sessões, houve melhora nos grupos controle e intervenção quanto ao equilíbrio, mobilidade articular, força muscular e desempenho funcional. No entanto, apenas o lunge teste membro inferior direito apresentou resultado relevante quando comparado os grupos. A literatura atual apresenta uma grande discussão em relação aos programas de fortalecimento muscular do tornozelo, propostos com carga fixa e variável.

Alguns autores sugerem que a resistência fixa traria melhores resultados comparada a resistência variável, visto que exercícios com cargas variáveis não definem informações quantitativas, ou seja, a resistência aplicada sempre será subjetiva³⁰. Por sua vez, a resistência fixa, é caracterizada por cargas que permite uma série crescente de pesos para que se possa progredir adequadamente em um paciente à medida que este aumente sua força, além de possuir o maior controle durante o exercício, gerando consequentemente, menor risco de lesão para a articulação^{19, 20}.

Os resultados encontrados no grupo controle indicaram que a utilização da caneleira durante as sessões promoveu aumento da força muscular no tornozelo em militares após doze sessões de treinamento. Esses achados corroboram com os resultados observados na literatura que verificaram aumentos significativos da força após o treinamento com caneleira^{21, 31}. Contudo, Bini³² e Powers e Howley³³, explicam que o uso de pesos presos ao velcro oferece algumas desvantagens, como a menor demanda e redução da força muscular de cisalhamento ao longo do movimento, maiores

riscos de lesões por queda dos pesos, aumento do tempo de atividade devido à necessidade de alterações da resistência, uma maior demanda de disparos neurais para o aprendizado do exercício e exige ainda, estabilização externa nas fases iniciais do tratamento, tornando-a um método menos favorável.

Já as máquinas com pesos, como o equipamento utilizado neste estudo, possuem as vantagens de serem mais seguras, estáveis, de fácil monitoração do progresso e necessidade de pouco tempo para a troca de pesos; porém, as maiorias das máquinas possuem alto custo no mercado e é de difícil locomoção³³.

No nosso conhecimento, até o momento, este é o primeiro estudo que realizou um programa de fortalecimento muscular, com resistência fixa aplicada através de um aparelho desenvolvido especificamente para reabilitação muscular dos flexores do tornozelo, analisando a importância de uma resposta quantitativa no ganho de força e sua resposta secundária funcional. O leg training, apresenta um baixo custo de aproximadamente seiscentos reais, além de ser transportado facilmente devido a seu comprimento de oitenta centímetros e ainda, possui materiais sustentáveis que promovem menor impacto ambiental e diminuem riscos e agravos à saúde coletiva, além de garantir economia financeira ao utilizar de forma consciente os recursos naturais³⁴.

O uso da sobrecarga para o acréscimo da força do tornozelo é conhecido, porém poucos estudos relatam os benefícios da implementação de novos métodos para este ganho^{20, 35,36}. Embora a escassez dos dados obtidos na literatura, limitar a discussão mais aprofundada dos resultados do presente estudo, pôde-se observar os benefícios do pré e pós treinamento, ressaltando aumento da força de para o GC e GI, sugerindo assim, que o leg training seja uma alternativa possível e eficiente para complementar o arsenal de dispositivos capazes de promover o incremento do grau de força muscular nos flexores do tornozelo.

CONCLUSÃO

Esta pesquisa clínica conclui que, o programa de fortalecimento muscular utilizando caneleira e uma nova ferramenta, mostrou-se eficaz para a reabilitação da força dos flexores do tornozelo nos dois grupos. Como o leg training apresenta

características mais favoráveis que a caneleira, acreditamos que este equipamento de carga constante possa ser produzido em larga escala para reabilitar este segmento em diversas áreas da fisioterapia.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao 59º BIMT da cidade de Maceió-AL pela autorização da pesquisa nesta entidade brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Colombo G, Souza JM, Sorana AS, Passos MC, Zanellato FT. Prevalência de lesões em militares do exército brasileiro da cidade de Campinas - SP atendidos pelos graduandos em fisioterapia da faculdade Anhanguera de Campinas. Anu. Prod. Acad. Docente. 2011; 5: 21-35.
- 2- EXÉRCITO BRASILEIRO. Manual de Campanha de Treinamento Físico Militar. Rio de Janeiro; 2002. [Exército, 09-45].
- 3- Neves EB. Gerenciamento do risco ocupacional no Exército Brasileiro: aspectos normativos e práticos. Cad. Saúde Pública. 2007; 23: 2127-2133.
- 3- Neves EB. Gerenciamento do risco ocupacional no Exército Brasileiro: aspectos normativos e práticos. Cad. Saúde Pública. 2007; 23: 2127-2133.
- 4- Fong DT, Hong Y, Chan LK, Yung PSH, Chan KM. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. Sports Med. 2007; 37: 73–94.
- 5- Netter FH. Atlas de Anatomia Humana. 2. Ed. Porto Alegre (RS): Artmed; 2000.
- 6- Tomezak DF. Protocolo de intervenção fisioterapêutico em entorse de tornozelo por inversão: estudo de caso. [Trabalho de conclusão de curso]. Cascavel: Faculdade Assis Gurgacz; 2005.
- 7- Hall SJ. Biomecânica básica; [tradução Patrícia Neumam]. – 5. Ed. – Barueri (SP): Manole; 2009.
- 8- Matos RS. Reabilitação da entorse de tornozelo. [Tese de pós-graduação]. Goiânia: Faculdade Cambury; 2013.
- 9- Thompson C, Schabrun S, Romero R, Bialocerkowski A, Dieen JV, Marshall P. Factors contributing to chronic ankle instability: a systematic review and meta-analysis of systematic reviews. Sports Med. 2018; 48:189 – 205.
- 10- Hertel J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. J Athl Train. 2002; 37: 364–375.

- 11- Gutierrez GM, Knight CA, Swanik CB, Royer T, Manal K, Caulfield B, et al. Examining neuromuscular control during landings on a supinating platform in persons with and without ankle instability. *Am J Sports Med.* 2012;40:193-201.
- 12- Stoelben KJV, Meereis ECW, Soares JC, Mota CB. Avaliação da força muscular de diferentes populações: uma revisão de literatura. *Rev bras ci Saúde.* 2016; 20: 61-70.
- 13- Kurata DM, Martins JJ, Nowotny JP. Incidência de lesões em atletas praticantes de futsal. *Iniciação Científica, CESUMAR.* 2007; 9: 45-51.
- 14- Ekman LL. *Neurociência – Fundamentos para a reabilitação.* São Paulo (SP): Guanabara Koogan; 2000.
- 15- Kisner C, Colby LA. *Exercícios terapêuticos – Fundamentos e técnicas.* Barueri (SP): Manole; 2004.
- 16- Norrbrand L, Pozzo M, Tesch Per A. Flywheel resistance training calls for greater eccentric muscle activation than weight training. *Eur J Appl Physiol.* 2010; 110: 997 – 1005.
- 17- Hintermeister RA, Lange GW, Schultheis JM, Bey MJ, Hawkins RJ. Electromyographic activity and applied load during shoulder rehabilitation exercises using elastic resistance. *Am J Sports Med.* 1998; 26: 210-20.
- 18- Pinto LG, Dias RMR, Salvador EP, Júnior AF, Lima CVG. Efeito da utilização de bandas elásticas durante aulas de hidroginástica na força muscular de mulheres. *Rev Bras Med Esporte.* 2008; 14: 450-453.
- 19- Kisner C, Colby LA. *Exercícios Terapêuticos.* São Paulo (SP): Manole; 1998.
- 20- Lima APT, Ribeiro IA, Coimbra LMC, Santos MRN, Andrade EN. Mecanoterapia e fortalecimento muscular: um embasamento seguro para um tratamento eficaz. *Rev. Saúde. Com.* 2006; 2: 143-152.
- 21- Yamada EF, Müller FA, Teixeira LP, Silva MD. Exercícios de fortalecimento, de marcha e de equilíbrio no tratamento de osteoartrite de joelho. *R. bras. Ci.e Mov.* 2018; 26: 5-13.
- 22- Manechini JPV. Efeitos do treinamento pliométrico em variáveis fisiológicas e neuromusculares de corredores de longa distância. [Tese de mestrado]. Ribeirão Preto: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP; 2017.
- 23- Alghadir AH, Anwer S, Iqbal A, Iqbal ZA. Test–retest reliability, validity, and minimum detectable change of visual analog, numerical rating, and verbal rating scales for measurement of osteoarthritic knee pain. *J Pain Res.* 2018; 11: 851–856.
- 24- Moreira TS. Tradução e adaptação transcultural do questionário foot and ankle ability measure para o português do Brasil. [tese de mestrado]. Belo Horizonte: Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG; 2012.

- 25- Barbosa AM, Camassuti PAS, Tamanini G, Marcolino AM, Barbosa RI, Fonseca MCR. Confiabilidade e validade de um dispositivo de célula de carga para avaliação da força de preensão palmar. *Fisioter Pesq.* 2015; 22; 378-85.
- 26- Bennell KL, Talbot RC, Wajswelner H, Techovanich W, Kelly DH, Hall AJ. Intra-rater and interrater reliability of a weight-bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. *Aust J Physiother.* 1998; 44: 175-80.
- 27- Filipa A, Byrnes R, Paterno MV, Myer GD, Hewett TE. Neuromuscular training improves performance on the star excursion balance test in young female athletes. *J. Orthop.* 2010; 40: 551-8.
- 28- Zatterstrom R, Friden T, Lindstrand A, Moritz U. Rehabilitation following acute anterior cruciate ligament injuries—a 12-month follow-up of a randomized clinical trial. *Scand J Med Sci Sports.* 2000; 10: 156-63.
- 29- Ferreira FS, Silva LP, Júnior JRG, Souza CS. Epidemiologia das lesões musculoesqueléticas dos militares do batalhão de infantaria motorizado do exército brasileiro do estado de Alagoas. *Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente.* 2018; 6: 85 – 92.
- 30- De Paula LV, Coelho EF, Ferreira RM, Oliveira EC, Werneck FZ, Araújo CA. Resistance properties of elastic tubing commonly used in rehabilitation and sports training and the effects of previous cyclic loading-unloading. *RPCD.* 2017; 4: 13-28.
- 31- Chaipinyo K, Karoonsupcharoen O. No Difference between home-based strength training and home-based balance training on pain in patients with knee osteoarthritis: a randomised trial. *Aust J Physiother.* 2009; 55: 25-30.
- 32- Bini RR. Comparação entre a realização da flexão de joelhos na máquina e com peso livre: modelamento baseado na mecânica newtoniana. *R. bras. Ci. e Mov.* 2016; 24: 16-27.
- 33- Powers SK, Howley ET. Testes de esforço para a avaliação do desempenho. *Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho.* São Paulo (SP): Manole; 2000.
- 34- Dos Santos ACP, Scariot AB, Oliveira FE, Radaelli PB. Vantagens e desvantagens da construção sustentável. *Public Knowledge.* 2015; 2318-0633.
- 35- Lee BC, Kim DH, Son Y, Seo KH, Park SH, Yoo D, Fung A. Development and assessment of a novel ankle rehabilitation system for stroke survivors. 2017; 978-1-5090-2809-2.
- 36- Silva D, Rodrigues J, Pinto J, Nunes P, Rodrigues V. *Fisioterapia em Condições Ortopédicas e Traumatológicas.* 2010. [Plano de Treino Proprioceptivo e de Fortalecimento Muscular - Instituto Politécnico de Setúbal, Escola superior de saúde].