

Efeito do treinamento de força com resistência elástica sobre o desempenho da flexão de quadril em bailarinas clássicas

CDD. 20.ed. 792.8
796.073

<http://dx.doi.org/10.1590/1807-55092016000400893>

Ana Paula ZUCCOLOTTO*
Magda Amabile Biazus Carpegiani BELLINI*
Anderson RECH*
Francesca Chaida SONDA**
Mônica de Oliveira MELO**

*Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS, Brasil.
**Escola de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

Resumo

Para realização e manutenção de movimentos estéticos de grande amplitude articular, um bailarino necessita desenvolver além de flexibilidade, força muscular. Trabalhos científicos sobre o "ballet" apontam para uma lacuna com relação ao efeito de diferentes métodos de treinamento na produção de força muscular em grandes amplitudes de movimento. Assim, o objetivo deste estudo foi investigar os efeitos de um programa de treinamento de força com resistência elástica sobre o torque, a amplitude de movimento ativa e passiva, bem como o ângulo e o tempo de sustentação da flexão de quadril em bailarinas clássicas. Participaram deste estudo 15 bailarinas que foram divididas em dois grupos: grupo intervenção (n = 8) e grupo controle (n = 7). Durante o estudo, todas as participantes mantiveram a rotina habitual de aulas de "ballet", porém o grupo intervenção realizou um treinamento de força com resistência elástica para os flexores de quadril, o qual foi realizado duas vezes por semana, durante seis semanas. Antes e depois de seis semanas, todas as participantes realizaram medidas de torque, das amplitudes ativas e passivas, bem como do ângulo e tempo de sustentação da flexão de quadril. ANOVA de um fator (grupo) com medidas repetidas no tempo foi usada para identificar os efeitos da intervenção. O grupo intervenção apresentou incrementos de torque três vezes superiores ao grupo controle (grupo intervenção = 38,47% e grupo controle = 13,13%). Incrementos de 125,25% para o tempo de sustentação foram observados somente para o grupo intervenção. Nenhum efeito foi identificado nas demais variáveis. Os achados mostram que o treinamento de força com resistência elástica gera aumentos no torque, bem como no tempo de sustentação de flexão de quadril em bailarinas clássicas.

PALAVRAS-CHAVE: Torque; Amplitude de movimento; Materiais elásticos; Força muscular; "Ballet" clássico.

Introdução

O "ballet" é um ramo da dança que envolve arte, técnica e diversas capacidades físicas, entre elas a força e a flexibilidade¹⁻². Os bailarinos realizam movimentos de grande amplitude articular que vão além dos limites anatômicos, de modo que precisam ter aliada à elevada flexibilidade, força muscular tanto para a execução do movimento quanto para a manutenção da posição desejada em elevadas amplitudes²⁻⁴. Tradicionalmente, habilidades técnicas e capacidades motoras necessárias para execução dos movimentos do "ballet" são exercitadas juntas através de uma sequência de passos pré-determinada^{1,5-6}.

Apesar dessa metodologia de treinamento descrita acima ser ainda a mais utilizada no ambiente do

"ballet", a necessidade de implementação de uma rotina de treinamento de força periodizada tem chamado a atenção dos professores e bailarinos, uma vez que o número de lesões no sistema musculoesquelético nesta modalidade é bastante elevado, principalmente nos membros inferiores⁷⁻⁸, de modo que muitos bailarinos jovens tem sido levados a abandonar a dança de forma precoce. Além disso, há diversas situações específicas que carecem de treinamento personalizado para uma melhor evolução técnica e estética.

A máxima flexão de quadril é, por exemplo, uma condição de movimento utilizada com frequência em diversos passos típicos do "ballet" como o "développé devant", a "attitude devant" e o "grand battement

devant” entre outros⁹. Para a perfeita execução técnica desses passos é importante que o treinamento do “ballet” priorize não só o desenvolvimento da flexibilidade dos extensores de quadril, mas também o fortalecimento dos músculos flexores e rotadores laterais de quadril, sobretudo no final da amplitude de movimento (ADM), já que há a necessidade de executar o movimento no padrão técnico, com “en dehors”, ou seja, movimentos que pressupõem uma importante rotação lateral do quadril^{4,9}.

A razão do problema enfrentado pelo professor e pelo bailarino na evolução da sustentação da flexão de quadril em grandes ADMs é que fisiologicamente os músculos perdem a capacidade de produção de força no final das ADMs¹⁰⁻¹¹. Isso ocorre devido a relação força-comprimento, que determina que a força depende do grau de sobreposição de pontes cruzadas, que acaba sendo muito limitado quando o músculo está extremamente encurtado¹⁰. Assim, para aumentar fisiologicamente a capacidade dos bailarinos de produzir mais força no final da ADM, uma das estratégias chaves é promover uma maior sobrecarga nas grandes amplitudes articulares.

Um dos implementos mecânicos utilizados na rotina de treinamento de força convencional para promoção de aumento de força nas amplitudes finais de movimento é o material elástico, como tubos e bandas elásticas. Este tipo de material impõe uma resistência ao executante que aumenta de acordo com

o estiramento do implemento, gerando maior tensão quando maior for a sua deformação¹²⁻¹⁶. Estudos anteriores realizados fora do ambiente do “ballet” mostraram resultados positivos no aumento de força em amplitudes finais de movimentos ao anexar materiais elásticos na rotina de treinamento¹⁴⁻¹⁵. No entanto, nas bases consultadas, não foram encontrados estudos que tenham verificado o efeito de treinamento de força periodizado e com resistência elástica no aumento do torque, da ADM e do tempo de sustentação da flexão de quadril em bailarinas clássicas.

Assim, considerando a escassez de dados na literatura e a constante necessidade de aprimoramento da técnica nessa população, esse estudo investigou os efeitos de um treinamento de força de seis semanas com resistência elástica sobre a força muscular (expressa pelo torque), a amplitude de movimento passiva e ativa, o ângulo de máxima sustentação e o tempo de sustentação na maior ADM possível da flexão de quadril em bailarinas clássicas. A hipótese central do presente estudo era de que bailarinas que treinassem força com uma resistência elástica proporcionando maior sobrecarga no final da ADM de flexão de quadril teriam incrementos superiores no desempenho dos testes cinéticos (avaliação do torque máximo) e cinemáticos (amplitudes passiva e ativas, bem como ângulo e tempo de sustentação da maior ADM) comparadas as bailarinas que realizaram apenas a rotina habitual de aulas de “ballet”.

Método

Desenho experimental

Este é um estudo experimental que avaliou os efeitos de seis semanas de treinamento de força com resistência elástica sobre variáveis cinéticas e cinemáticas em bailarinas clássicas. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade de Caxias do Sul (CEP n. 798.266), onde foi realizado. Antes do começo do estudo, as participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido e foram informadas que poderiam deixar de participar da pesquisa em qualquer momento caso assim desejassem.

Participantes

As participantes foram recrutadas pessoalmente numa escola de “ballet” localizada na cidade de Caxias do Sul através de um convite feito por uma das

pesquisadoras do presente estudo. Para fazer parte da amostra, as bailarinas deveriam estar realizando aulas de “ballet” clássico por pelo menos cinco anos, contemplar um volume de treinamento entre seis a 15 horas semanais nos últimos seis meses, ter idade entre 15 a 22 anos e ser do sexo feminino. As bailarinas com menos de 18 anos tiveram o consentimento de seus responsáveis para sua inclusão na pesquisa. Os critérios de inclusão foram: não estarem praticando qualquer outro tipo de treinamento de força por pelo menos seis meses, não terem tido nenhum tipo de lesão não tratada no sistema músculo esquelético nos últimos seis meses e não possuírem qualquer disfunção cardiorrespiratória aguda ou crônica que lhes impedisse de realizar um teste de força máxima.

As bailarinas que satisfizeram os critérios de inclusão foram divididas em dois grupos: grupo intervenção, que foi submetido a um treinamento

de força periodizado e com resistência elástica para os flexores de quadril e grupo controle, que não foi submetido a nenhum tipo de treinamento de força. A alocação das participantes em cada grupo foi pareada com base na idade e tempo de experiência e um sorteio com auxílio de envelopes selados foi feito para determinar o grupo final de cada participante (TABELA 1). O sorteio foi realizado somente depois que todas participantes concluíram as avaliações pré-intervenção. Os responsáveis pela aquisição e tratamento dos dados coletados foram blindados com relação à randomização e a alocação.

TABELA 1 - Características basais dos grupos intervenção e controle.

	Grupo Intervenção (n = 7)	Grupo Controle (n = 7)
Idade (anos)	18,25 ± 2,49	17,57 ± 2,43
Estatuta (m)	1,65 ± 0,04	1,62 ± 0,06
Massa (kg)	56,3 ± 4,07	56,74 ± 6,85

Média ± SD.

Protocolo de avaliação

Todas as participantes foram avaliadas antes e depois de um período de seis semanas. Durante esse tempo, somente o grupo experimental foi submetido ao treinamento de força com resistência elástica, o qual foi realizado na residência das participantes. Os desfechos avaliados foram: amplitude máxima de movimento passivo, amplitude máxima de movimento ativo, amplitude máxima de sustentação, tempo de sustentação e torque máximo dos flexores de quadril. A amplitude máxima de sustentação corresponde ao ângulo máximo de flexão de quadril no qual a bailarina consegue manter isometricamente o membro inferior.

Para o registro das variáveis cinemáticas foi utilizado um sistema de cinemática dotado de sete câmeras integradas (Vicon MX systems, Oxford Metrics Group, UK). Os dados cinemáticos foram coletados em uma taxa de amostragem de 100 Hz. Após uma sessão de aquecimento que consistiu de séries de movimentos dinâmicos próprios do "ballet", marcadores reflexivos foram fixados nos seguintes pontos anatômicos padronizados de acordo com o modelo "Plug in Gate" (Vicon MX systems, Oxford Metrics Group, UK): espinha ilíaca ântero superior direita e esquerda, espinha ilíaca pósterio superior direita e esquerda, terço proximal na superfície lateral da coxa direita e terço distal na superfície lateral da coxa esquerda, côndilo

do joelho direito e esquerdo (lateral), côndilo da tibia direita e esquerda, maléolo direito e esquerdo (lateral), calcanhar direito e esquerdo e, base da falange distal do terceiro dedo do pé direito e esquerdo.

Durante o teste, foi solicitado às bailarinas que apoiassem com a mão contralateral ao membro avaliado em um aparato que simulava uma típica barra de apoio usada em aulas de "ballet". Ambos os membros inferiores foram mantidos em rotação externa e o corpo foi mantido ereto, realizando o mínimo de movimentação possível durante a execução da ação solicitada. Primeiramente, para a verificação da amplitude máxima de movimento passivo, o membro inferior dominante do sujeito foi conduzido pela própria participante na maior angulação possível de flexão do quadril. Para as avaliações restantes, o membro superior ipsilateral foi mantido de acordo com a linha clássica do "ballet": abdução de ombro, pequena flexão de cotovelo e supinação de antebraço, deixando o membro superior levemente arredondado ao lado do corpo. Depois de posicionada, cada bailarina foi solicitada a flexionar dinamicamente o membro de forma ativa na maior amplitude de movimento possível. Em seguida, foi solicitado que a participante repetisse o movimento de flexão de quadril mantendo o membro na maior angulação e tempo possíveis. Cada ação realizada na avaliação cinemática foi executada três vezes com um intervalo de um minuto entre as tentativas. Apenas o membro dominante foi avaliado.

Após a coleta, a análise dos dados foi executada em duas etapas, a primeira consistiu da reconstrução tridimensional estática e dinâmica e a segunda, do registro das informações de ângulo e tempo de manutenção e das máximas amplitudes passivas e ativas de movimento atingidas durante cada tentativa. Ambas as etapas foram realizadas no próprio "software" de coletas de dados (Vicon MX systems, Oxford Metrics Group, UK). O maior valor obtido entre as tentativas foi considerado para análise estatística.

O torque muscular foi coletado, posteriormente, através de um dinamômetro isocinético Biodex System 4 Pro (Biodex Medical Systems, EUA). Os sujeitos foram posicionados no equipamento em decúbito dorsal com o banco do dinamômetro fixado em um ângulo em zero grau conforme as instruções do fabricante. Após o posicionamento, os participantes foram solicitados a realizar três contrações isométricas voluntárias máximas de flexão de quadril no ângulo de 120° e com duração de cinco segundos. Foram permitidos três minutos de intervalo entre cada contração isométrica. Apenas o membro inferior dominante foi testado e todos os

sujeitos foram instruídos a executarem a contração “tão rápido e forte quanto possível”¹⁷. A contração que apresentou maior pico de torque ($N.m^{-1}$) foi utilizada para posterior comparação dos resultados.

Protocolo de treinamento

Uma das pesquisadoras responsáveis pelo estudo, profissional em educação física, orientou a execução do programa de treinamento. As bailarinas executaram o treino em um ambiente de sua escolha, contando que houvesse espaço e estrutura para realização do mesmo. Foi preciso uma estrutura ou ponto de fixação rente ao solo que possibilitasse a fixação do material elástico e um aparato que

servisse de apoio lateral ao corpo para as bailarinas. Não foi feito controle com relação a alteração do comprimento da banda elástica durante o treinamento. Após cada sessão de treino, as participantes redigiram um breve relatório a respeito de seu desempenho e sobre a intensidade de esforço percebida conforme a escala de Borg, onde seis foi considerado leve e 20 extremamente intenso¹⁸⁻¹⁹. Os relatórios foram úteis para a confirmação da realização da sessão de treinamento e verificação da intensidade de esforço percebida durante a sessão (FIGURA 1). Desse modo, foi possível garantir qualitativamente que o esforço fosse leve e moderado nas duas primeiras semanas de treinamento e que gradativamente fosse aumentando para intenso até o final do estudo.

0: esforço muito leve;
20: esforço extremamente intenso.

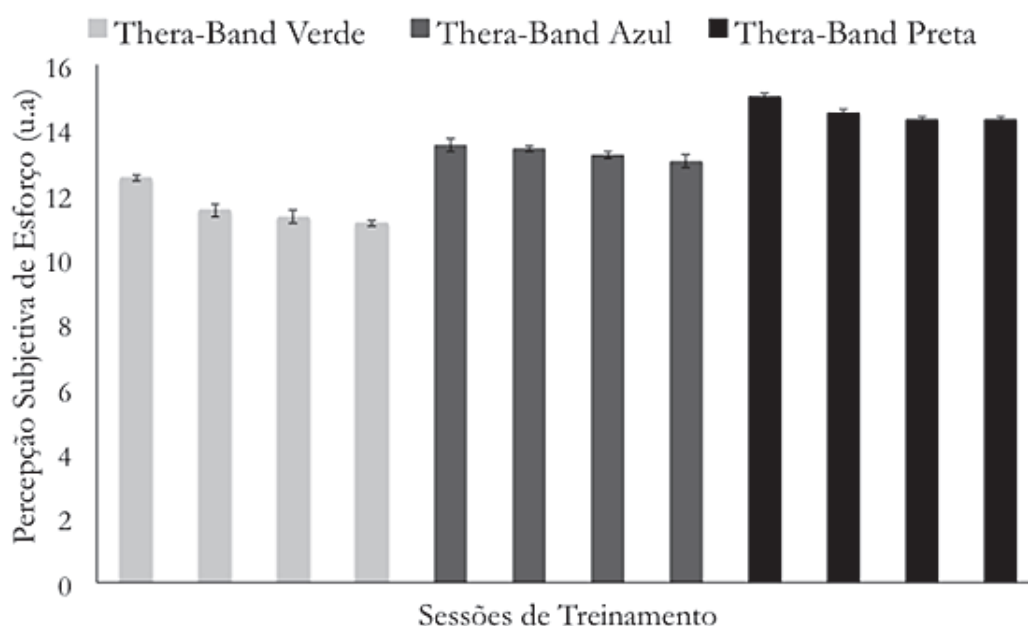
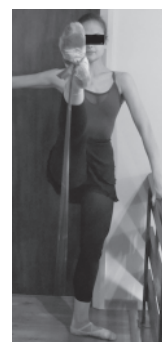


FIGURA 1 - Intensidade média de esforço avaliada segundo a Escala de Borg

O treinamento foi realizado duas vezes por semana, durante seis semanas, com intervalo entre as sessões de no mínimo 48 horas. A resistência externa das participantes foi imposta por diferentes graduações de um material elástico do tipo banda elástica (FIGURA 2). Para esse tipo de material, a magnitude das intensidades é alterada de acordo com a cor da banda elástica, sendo que em geral quanto mais escura for a cor, maior sobrecarga é oferecida pelo material. Para o treinamento o qual foi realizado à domicílio, uma das extremidades da banda elástica foi fixada rente ao solo, enquanto a outra extremidade foi presa ao pé da bailarina. Foi solicitado que as bailarinas realizassem o movimento na velocidade preferida.



Uma das extremidades da banda elástica foi presa sob a porta e outra extremidade presa no pé da bailarina.

FIGURA 2 - Posição típica utilizada para realização do treinamento em ambiente de escolha de cada participante.

O treinamento consistiu na realização de flexões de quadril. Para isso, as bailarinas permaneceram em pé, com o corpo ereto, com ambos os membros inferiores em rotação externa e com os joelhos estendidos. As bailarinas realizaram o movimento de flexão de quadril de acordo com o número de repetições e de séries, bem como a cor da banda elástica determinada para a semana. Os intervalos entre as séries foram

de até um minuto. Depois das contrações dinâmicas, as participantes realizavam contrações isométricas na amplitude máxima de flexão de quadril atingida pelo tempo determinado para a semana. A progressão da sobrecarga do treinamento ocorreu de forma progressiva conforme os pressupostos de FLECK e KRAEMER²⁰. Os detalhes a respeito do programa de treinamento estão descritos na TABELA 2.

TABELA 2 - Protocolo de treinamento utilizado no presente estudo

	Semanas 1 e 2	Semanas 3 e 4	Semanas 5 e 6
Cor da banda elástica	Verde	Azul	Preta
Repetições	17- 20	14-17	12-14
Tempo de sustentação (s)	8	12	15
Número de séries	3	3	4
Intervalo entre as séries	Até 1 minuto	Até 1 minuto	Até 1 minuto
PSE	Leve	Um pouco intenso	Intenso

PSE: percepção subjetiva de esforço segundo escala de Borg (0 = esforço muito leve e 20 = esforço extremamente intenso).

Aulas de “ballet”

Tanto o grupo intervenção quanto o grupo controle manteve a rotina usual das aulas de “ballet”. Tais aulas contemplam a estrutura tradicional de “ballet” que geralmente é composta por três etapas: movimentos realizados com apoio na barra, sem apoio e, por fim, grandes deslocamentos⁶. Na primeira etapa as bailarinas realizam sequência de passos pré-determinada (“pliés”, “battement tendu”, “battement jeté”, “rond de jambe à terre”, “battement fondu”, “rond de jambe en l’air”, “battement frappé”, adágio, “petit battement”, “grand battement” e alongamento). Através desses movimentos, todas as capacidades físicas e a técnica são desenvolvidas de forma conjunta⁵. Na segunda etapa, executam-se exercícios sem apoio da barra com movimentos dos membros superiores (“port de bras”), giros (“pirouettes”), movimentos rápidos, lentos e saltos (como exemplo: “allegros”, adágios, “waltz” e “batterie”)⁵. Por fim, a última etapa da aula enfatiza os grandes saltos - como “grand jetés”, “temps levés” - e giros de velocidade - “chaîné”, “pique tour”, entre outros¹.

Nestas aulas, nenhum implemento mecânico é utilizado. A duração das aulas é de 1h30min, sendo que após normalmente são realizados ensaios das coreografias para festivais e competições.

Tratamento estatístico

Para a apresentação dos dados foi utilizada estatística descritiva, adotando os valores de média e desvios-padrão. A normalidade dos dados foi verificada e confirmada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para verificar o efeito do treinamento nas variáveis investigadas foi usada ANOVA de um fator (grupo) com medidas repetidas no tempo. Os desdobramentos dos dados foram investigados direto na sintaxe do programa nas combinações de interesse por meio de testes de comparação LSD. Para avaliar os efeitos práticos do treinamento o percentual de variação de mudanças foi calculado para todas as variáveis investigadas. Teste t para amostra independentes foi usada para comparar o possível percentual de aumento entre os grupos. Foi adotado um nível de significância de $\alpha \leq 0,05$.

Resultados

Nenhuma diferença foi observada na comparação das características basais entre os grupos ($p > 0,05$) (TABELA 3).

ANOVA revelou que houve efeito principal do tempo ($p < 0,001$), onde ambos os grupos aumentaram o torque após o período de seis semanas. Não houve diferenças significativas entre os grupos, nem antes ($p = 0,764$), nem após ($p = 0,131$) o período de intervenção (TABELA 3).

Quando os percentuais de mudanças foram comparados, o teste t identificou diferenças significativas entre os grupos ($p = 0,012$), onde o grupo experimental apresentou 38,47% (SD = 20,25%) de aumento no torque versus 13,13% (SD = 11,10%) de aumento promovido pelo grupo controle (TABELA 3).

ANOVA mostrou uma interação significativa entre o grupo e o tempo ($p = 0,034$), onde somente

o grupo experimental obteve aumento significativo na variável tempo de sustentação (TABELA 3). Não houve diferenças significativas na comparação entre os grupos, nem antes ($p = 0,241$), nem após ($p = 0,331$) o período de intervenção.

Quando os percentuais de mudanças foram comparados, teste t para amostras independentes apontou para diferenças significativas entre os grupos ($p = 0,015$), onde o grupo experimental apresentou 125,25% (SD = 64,72%) de aumento no tempo de sustentação, enquanto o grupo controle apresentou um aumento de 26,88% (SD = 44,49%) (TABELA 2).

Para as demais variáveis avaliadas (ADM passiva, ADM ativa e amplitude de sustentação), a estatística utilizada não encontrou efeitos principais ou interações significativas ($p > 0,05$) (TABELA 3).

TABELA 3 - Resultados observados para todas as variáveis investigadas para o grupo intervenção e grupo controle.

*indica diferença significativa entre os momentos pré e pós intervenção ($p < 0,01$); # indica diferença significativa entre os grupos ($p < 0,01$); Δ%: percentual de mudanças entre os momentos pós e pré intervenção.

	Grupo intervenção			Grupo controle		
	Pré	Pós	Δ%	Pré	Pós	Δ%
Torque (Nm)	41,02 ± 11,97	55,5 ± 13,26*	39	39,00 ± 13,58	43,81* ± 14,79	13#
ADM passiva (graus)	142,75 ± 12,87	144,75 ± 14,91	1	144,14 ± 9,59	143,57 ± 2,16	0
ADM ativa (graus)	125,00 ± 16,59	130,00 ± 9,63	4	129,28 ± 7,99	134,57 ± 11,17	4
Angulo de sustentação (graus)	89,87 ± 15,81	88,12 ± 12,98	-2	95,28 ± 15,75	94,14 ± 17,43	1
Tempo de sustentação (s)	7,5 ± 1,77	16,5* ± 4,44	125	9,71 ± 4,75	13,00 ± 8,62	27

Discussão

Os principais achados do presente estudo mostram que: a) o treinamento de força com resistência elástica foi capaz de gerar maiores aumentos percentuais no torque isométrico máximo avaliado na máxima amplitude de flexão de quadril comparado com o treinamento convencional de “ballet”; b) o treinamento de força com resistência elástica foi capaz de promover maiores incrementos percentuais no tempo de sustentação da máxima amplitude de flexão de quadril comparado ao treinamento convencional de “ballet”; c) O treinamento de força com resistência elástica não promoveu mudanças nas amplitudes avaliadas.

Estudos prévios fora da área do “ballet” demonstraram que o treinamento com materiais elásticos é eficiente para produzir aumentos de força muscular em diferentes tipos de populações. CRONIN et al.²¹

avaliaram o efeito de 10 semanas de treinamento balístico realizado com e sem material elástico anexado em uma máquina de agachamento sobre a força e potência muscular em homens jovens praticantes de treinamento de força por mais de um ano. Como resultado, os autores reportaram aumentos significativos para os valores de força máxima, pico de potência e potência média após ambos os tipos de treinamento. Além disso, a efetividade no ganho de massa magra em sedentárias de meia idade²² e no incremento de força dinâmica e mobilidade em pessoas com idade acima de 60 anos²³ já foi demonstrada em estudos anteriores. Outros autores encontraram aumentos nos níveis de ativação muscular similares entre o treinamento com peso livre e treinamento com tubo elástico em mulheres de 26 a 55 anos²⁴.

Há também estudos que obtiveram ganhos superiores na força quando algum tipo de material elástico foi adicionado ao treinamento de força com pesos livres ou máquinas de musculação¹⁴⁻¹⁵. MELO et al.¹⁴ realizaram um treinamento de extensão de joelhos em jovens universitários ativos e de ambos os sexos por oito semanas, onde o grupo intervenção foi submetido a um treinamento com tubos elásticos anexados a uma máquina de extensão de joelhos com intuito de incrementar a carga no final da ADM. Em contraponto, o grupo controle treinou sem resistência elástica acoplada ao equipamento. Como resultado, o treinamento associado à resistência elástica obteve maior aumento da força máxima isométrica dos extensores de joelho no grupo intervenção nos ângulos 10° e 30° da flexão de joelho (0° = extensão máxima), posição articular onde o quadríceps se encontra relativamente encurtado. WALLACE et al.¹⁵ também encontraram ganhos superiores de torque muscular para o treinamento que associou o uso de implemento elástico com o treinamento de pesos livres quando comparado ao treinamento somente com pesos livres em mulheres jovens de ambos os sexos e praticantes amadores de treinamento de força por pelo menos seis semanas.

No estudo de ANDERSON et al.¹⁶, atletas jogadores de basquetebol e hockey foram submetidos a sete semanas de treinamento com tubos elásticos em adição a sua rotina habitual de treinamento de força com altas (85% de uma repetição máxima). Neste estudo, ambos os grupos mantiveram suas rotinas habituais de treinamento tanto no esporte e como com pesos livres, mas somente o grupo controle não adicionou resistência elástica em seu treinamento de força. Como resultados principais, tanto o grupo controle quanto o grupo intervenção apresentaram ganhos de força significativos. No entanto, o grupo que treinou com a resistência elástica adquiriu um ganho aproximadamente três vezes maior do que o grupo controle. Esse resultado se assemelha ao do presente estudo no que diz respeito ao fato do grupo que realizou treinamento com adição de uma resistência elástica apresentar um aumento de torque superior ao grupo controle. Entretanto, é preciso ter cautela nesta comparação, pois os participantes do grupo controle do presente estudo mantiveram a rotina habitual de aulas de “ballet”, mas não realizaram qualquer treinamento de força.

Além dos incrementos obtidos no torque para o grupo que treinou com resistência elástica, o presente estudo mostrou, até onde se sabe pela primeira vez, que a adição do material elástico foi capaz de aumentar o tempo de sustentação da flexão máxima

de quadril consideravelmente. Esses resultados são importantes do ponto de vista prático, visto a exigência que os bailarinos possuem de utilizarem a força muscular para garantir a manutenção de posturas, sendo comum o corpo de baile, por exemplo, precisar manter a imobilidade por determinado tempo^{1,5}. Neste estudo, as bailarinas treinaram objetivando o aumento do tempo de sustentação da flexão de quadril na maior amplitude possível por oito, 12 e 15 segundos. O resultado foi o aumento significativo deste tempo em 125,25%, ganho que pode levar a consideráveis contribuições às performances.

A expectativa inicial do presente estudo era de que houvesse um aumento da ADM ativa e também da amplitude de sustentação da flexão de quadril. É possível que esse aumento não tenha ocorrido simplesmente devido ao fato das bailarinas já terem atingido a máxima amplitude permitida pela articulação do quadril. Além disso, especula-se que uma das razões para que essas amplitudes não tenham se aproximado da ADM passiva foi a de que a resistência externa em alguns momentos, principalmente nas últimas semanas do treinamento, se tornou muito elevada. Esse aumento da carga impediu que muitas das bailarinas realizassem o treinamento no ângulo de máxima amplitude. O fato das bailarinas não terem treinado nas últimas semanas na amplitude máxima permitida pela articulação pode ser considerado uma limitação deste estudo. Entretanto, acredita-se que esta possível limitação não invalida os resultados de torque, uma vez que o aumento do torque foi observado a 120° de flexão de quadril. Apesar de alguns estudos²⁵⁻²⁶ sugerirem que o efeito do treinamento de força pode repercutir em menor grau em angulações adjacentes de 5 a 20° acima ou abaixo do ângulo trabalhado²⁷, parece que neste estudo não houve transferência de força para além da ADM das bailarinas. Mais estudos que avaliem o torque nos ângulos adjacentes precisam ser conduzidos para confirmar ou refutar essa especulação.

O controle da sobrecarga é um dos parâmetros mais importantes na prescrição de exercícios resistidos para gerar os objetivos pretendidos^{18,28}. Neste estudo, esse controle foi feito com base na sensação subjetiva de esforço mensurada através da Escala de Borg, onde foi observado um aumento progressivo homogêneo de moderado para muito difícil na sensação subjetiva de esforço ao longo das semanas de treinamento (FIGURA 1). Apesar da Escala de Borg já ter sido amplamente aceita na literatura para controle das intensidades de treinamento¹⁷⁻¹⁸, sugere-se que futuros estudos utilizem procedimentos de calibração dos materiais elásticos¹² e controle da

ADM²⁹ de treinamento de cada participante a fim de se obter um registro objetivo das intensidades de treinamento. Além disso, recomenda-se a realização de teste de força máxima para que seja possível determinar as intensidades submáximas de treinamento. Assim, durante o treinamento será possível garantir que as bailarinas sejam capazes de atingir e manter as amplitudes máximas pretendidas de movimento.

Em conclusão, os achados desse estudo sugerem que treinamento de força com resistência elástica é capaz de aumentar o torque dos flexores de

quadril, bem como o tempo de sustentação da flexão de quadril de bailarinas clássicas. Sugere-se que estudos futuros realizem procedimentos de calibração dos materiais elásticos, medição da ADM e da alteração do comprimento das bandas elásticas durante o treinamento e realizem teste de força máxima para controle mais preciso das intensidades de treinamento. Essas medidas possivelmente irão garantir o sucesso pretendido também no aumento na amplitude de sustentação e da ADM ativa, outra importante variável prática para o "ballet".

Abstract

Effects of resistance training with elastic resistance on performance of the hip flexion of ballet dancers

For development and support of movements with large range of motion, a dancer needs to develop flexibility and muscular strength. There is lack of scientific studies about the effect of the different training methods on the production of muscle strength in large ranges of motion. Thus, the objective of this study was to investigate the effects of a strength training program with elastic resistance on the torque, passive and active range of motion and the angle and time of contraction at largest hip flexion in classical ballet dancers. The study included 15 dancers who were divided into two groups: intervention group (n = 8) and control group (n = 7). During the study, all participants performed their usual routine of ballet classes, but the intervention group was submitted to strength training with elastic resistance, which occurred twice a week for six weeks. Torque, the passive and active range of motion, the angle and time of largest hip flexion were assessed during pre and post intervention period. One-way ANOVA (group) with repeated measures was used to identify the effects of the intervention. The intervention group showed increases in the torque when compared to the control group (intervention group = 38.47% and control group = 13.13%). Increments of 125.25% for the time of contraction at the largest hip flexion were observed only for the intervention group. No effects were identified for the other variables. The present findings showed that strength training with elastic resistance generates increases in torque and in the time of contraction at largest angle of hip flexion in classical ballet dancers.

KEY WORDS: Torque; Range of motion; Elastic material; Muscle strength; Ballet.

Referências

1. Agostini BR. Ballet clássico: preparação física, aspectos cinesiológicos, metodologia e desenvolvimento motor. Várzea Paulista: Fontoura; 2010.
2. Franklin, E. Conditioning for dance: training for peak performance in all dance forms. Champaign: Human Kinetics; 2004.
3. Fração VB, Vaz MA, Ragasson CAP, Muller JP. Efeito do treinamento na aptidão física da bailarina clássica. Movimento. 1999;11:3-15.
4. Hamilton WG, Hamilton LH, Marshall P, Molnar M. A profile of the muscle skeletal characteristics of elite professional ballet dancers. Am J Sports Med. 1992;20:267-73.
5. Bertoni IG. A dança e a evolução: o ballet e seu contexto teórico - programação didática. São Paulo: Tranz do Brasil; 1992.
6. Crist LA. Ballet barre and center combinations: word descriptions. Highstown: Princeton Book; 2000.
7. Nilson C, Leanderson J, Wykman A, et al. The injury panorama in a Swedish professional ballet company. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2001;9:242-6.

8. Milan KR. Injury in ballet: a review of relevant topics for the physical therapist. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;19: 21-9.
9. Clippinger K. Anatomy and kinesiology: principles and exercises for improving technique and avoiding common injuries. Champaign: Human Kinetics; 2007.
10. Granzier HL, Akster HA, Ter Keurs HE. Effect of thin filament length on the force-sarcomere length relation skeletal muscle. *Am J Physiol.* 1991;260:1060-70.
11. Gordon AM, Huxley AF, Julian EF. The variation in isometric tension with sarcomere length in vertebrate muscle fibres. *J Physiol.* 1966;184:170-92.
12. Loss JF, Koetz AP, Soares DP, et al. Quantificação da resistência elástica oferecida por bandas elásticas. *Rev Bras Ciênc Esporte.* 2002;24:61-72.
13. Hughes CJ, Hurd K, Jones A, Sprigle S. Resistance properties of Thera-Band tubing during shoulder abduction exercise. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1999;29:413-20.
14. Melo MO, Brodt GA, Gomes LE, et al. Effects of added elastic tubes on open-chain knee extensor strength training. *Sports Biomech.* 2013;12:195-203.
15. Wallace BJ, Winchester JB, McGuigan MR. Effects of elastic bands on force and power characteristics during the back squat exercise. *J Strength Cond Res.* 2006;20:268-72.
16. Anderson CE, Sforzo GA, Sigg JA. The effects of combining elastic and free weight resistance on strength and power in athletes. *J Strength Cond Res.* 2008;22:567-74.
17. Sahaly R. Maximal voluntary force and rate of force development in humans: importance of instruction. *Eur J Appl Physiol.* 2001;85:345-50.
18. Buckley JP, Borg GAV. Borg's scales in strength training; from theory to practice in young and older adults. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2001;36:682-92.
19. Carvalho VO, Bocchi EA, Guimarães GV. The Borg scale as an important tool of self-monitoring and self-regulation of exercise prescription in heart failure patients during hydrotherapy. *Cir J.* 2009;73:1871-6.
20. Fleck SJ, Kraemer WJ. Fundamentos do treinamento de força muscular. Porto Alegre: Artmed; 2006.
21. Cronin J, McNair PJ, Marshall RN. The effects of bungee weight training on muscle function and functional performance. *J Sports Sci.* 2003;21:59-71.
22. Colado JC, Triplett NT. Effects of a short-term resistance program using elastic bands versus weight machines for sedentary middle-aged women. *J Strength Cond Res.* 2008;22:1441-8.
23. Zion AS, Meersman R, Diamond BE, et al. A home-based resistance-training program using elastic bands for elderly patients with orthostatic hypotension. *Clin Auton Res.* 2013;13:286-92.
24. Andersen LL, Andersen CH, Mortensen OS, et al. Muscle activation and perceived loading during rehabilitation exercises: comparison between dumbbells and elastic resistance. *J Strength Cond Res.* 2010;90:538-49.
25. Kitai D, Sale D. Specificity of joint angle in isometric training. *Eur J Appl Physiol.* 1989;58:744-8.
26. Knapik JJ, Mawdsley RH, Ramus MU. Angular specificity and test mode specificity of isometric and isokinetic strength training. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1983;5:58-65.
27. Barak Y, Ayalon M, Dvir Z. Transferability of strength gains from limited to full range of motion. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36:1413-20.
28. Barbanti VJ. Treinamento físico: bases científicas. São Paulo: CLR Balieiro; 1996.
29. Thomas M, Muller T, Busse MW. Quantification of tension in Thera-Band and Cando tubing at different strains and starting lengths. *J Sports Med Phys Fitness.* 2005;45:188-98.

ENDEREÇO

Mônica de Oliveira Melo
 Av. Willy Eugênio Fleck, 1500 - casa 187
 91150-180 - Porto Alegre - RS - BRASIL
 e-mail: momelo@ucs.br

Recebido para publicação: 27/01/2015
 Revisado: 13/06/2015
 Aceito: 29/09/2015