

Um estudo de caso sobre treinamento isocinético: o esforço máximo é suficiente para o aumento de força?

A case study of isokinetic training: is maximal effort enough to increase strength?

Isabella Santana Toro Batista¹, Venicius de Paula Silva², Camila Carvalho de Souza³, Raphael Machado da Conceição⁴, Márcio Fagundes Goethel⁵, Ulysses Fernandes Ervilha⁶

¹ Autora para correspondência. Escola de Artes Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo. São Paulo, São Paulo, Brasil. ORCID 0000-0002-1518-9278. isabellasantanatorobatista@gmail.com

² Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil. ORCID 0000-0003-3922-7598. venicius@usp.br

³ Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil. ORCID 0000-0001-6023-7200. ccscarvalho@usp.br

⁴ Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo. São Paulo, São Paulo, Brasil. ORCID 0000-0003-4382-0159. gbiomech@usp.br

⁵ Universidade Metodista de Piracicaba. Piracicaba, São Paulo, Brasil. ORCID 0000-0002-1320-0189. raphaelmachado16@hotmail.com

⁶ Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil. ORCID 0000-0003-4528-4644. ulyervil@usp.br

RESUMO | INTRODUÇÃO: Dinamômetro isocinético é um equipamento eletrônico e mecânico, capaz de medir o torque gerado por um determinado segmento, bem como a potência e estimar fadiga, observando-se a variação do torque ao longo tempo. Este dispositivo também controla a velocidade do movimento angular, seja ele gerado por uma contração excêntrica ou concêntrica. Este tipo de equipamento tem sido utilizado tanto para avaliação como para treinamento de força. **OBJETIVO:** Verificar o efeito do treinamento de força, realizado exclusivamente no dinamômetro isocinético, na capacidade de gerar torque isométrico. **MÉTODO:** 2 homens, sedentários, saudáveis com idade de 23 e 24 anos realizaram 16 sessões de treinamento de força (sempre em esforço máximo e no modo concêntrico utilizando-se um dinamômetro isocinético) para os músculos flexores da articulação do cotovelo do membro dominante. As sessões foram compostas por um treinamento de quatro séries de oito repetições em uma amplitude de movimento de 130°, com velocidade fixada em 45°/s. As avaliações de contração isométrica voluntária máxima (CIVM) a 90° de flexão da articulação do cotovelo foram realizadas na primeira, oitava e décima sexta sessão. Espessura dos músculos flexores da articulação do cotovelo também foi medida, com ultrassonografia, nas mesmas sessões em que o torque máximo isométrico foi medido. **RESULTADOS:** Não houve diferença significativa no ganho de torque tam pouco na espessura muscular, ao final do treinamento. **CONCLUSÃO:** Treinamento de força, exclusivamente realizado no modo concêntrico no dinamômetro isocinético não provocou aumento da capacidade de gerar força isométrica, tam pouco aumento da espessura muscular.

PALAVRAS-CHAVE: Dinamometria isocinética. Contração concêntrica. Treinamento de força. Força muscular.

ABSTRACT | INTRODUCTION: Isokinetic dynamometer is an electromechanical device that allows measuring the torque of a segment, as well as estimating power and fatigue by observing the variation of torque over time. This device also controls the speed of the angular movement, whether it is generated by an eccentric or concentric contraction. This equipment is utilized for both evaluation and strength training. **OBJECTIVE:** Verify the effects of strength training performed on an isokinetic dynamometer on the capacity to generate isometric torque. **METHOD:** Two healthy, sedentary men, aged 23 e 24 performed 16 strength training sessions (always at maximum effort) for elbow joint flexor muscles of the dominant limb. The sessions were composed by a training of four sets of eight repetitions in a range of movement of 130°, at 45°/s. The evaluations of maximal voluntary isometric contraction (MVIC) in a 90° of elbow flexion was realized in the first, eighth and sixteenth sessions. Thickness of the flexor muscles of the elbow joint was also measured with ultrasonography at the same sessions in which the maximum isometric torque was measured. **RESULTS:** There was no significant difference in torque gain or in muscle thickness at the end of the training protocol. **CONCLUSION:** Strength training, exclusively performed in the concentric mode on an isokinetic dynamometer did not caused an increase in the capacity to generate isometric torque and did not change muscle thickness.

KEYWORDS: Dynamometer. Isokinetic Contraction. Strength training. Muscle strength.

Introdução

A dinamometria é uma das grandes áreas de investigação da biomecânica, tendo como objetivo central a determinação das forças que produzem o movimento do corpo humano¹. Dentre as inúmeras funções, a dinamometria mede o torque articular gerado pela contração muscular de um determinado segmento. Para tanto, um equipamento bastante utilizado é o dinamômetro isocinético, capaz de determinar a produção de torque, potência muscular, fadiga e a variação do torque ao longo de uma determinada ação^{2,3,4}. Além disso, este dispositivo controla a velocidade do movimento articular, mantendo aceleração nula durante quase toda a amplitude de movimento executada^{5,6}.

Esta metodologia é muito utilizada para avaliação da função muscular, uma vez que ela permite que a musculatura produza força máxima em todos os pontos da amplitude de movimento, e oferece medidas confiáveis e precisas de diversos parâmetros musculares, com o intuito de identificar assimetrias da capacidade de gerar força, corrigir preventivamente déficits de força, avaliar propriocepção, resultados de intervenções e assim, ajudar a identificar se o indivíduo está apto a retornar as atividades diárias e/ou esportivas^{3,4}.

Um dos parâmetros musculares que se tem a partir da dinamometria é a relação de força de grupos musculares recíprocos, o qual é considerado um indicador de lesão mais importante que o próprio torque muscular máximo, segundo Campbell et al. (1982)⁷. Esta relação vem sendo analisada em diversos estudos, principalmente em atletas durante a pré temporada⁸.

Além de ser uma excelente ferramenta de avaliação, seja na reabilitação ou no esporte, o dinamômetro isocinético é igualmente utilizado para treinamento nesses dois ambientes, dada a possibilidade de ser utilizado em esforços tanto máximos como submáximos realizados em diferentes velocidades e amplitudes.

O treinamento utilizando a dinamometria isocinética é ainda mais eficaz ao se tratar de pacientes na fase de reabilitação, uma vez que a sobrecarga, velocidade e amplitude articular são controla-

das e escolhidas de acordo com o melhor protocolo para o paciente⁹. Estudos realizados nesse âmbito já comprovaram um aumento de força muscular e diminuição da dor. Eyigor (2004) submeteu pacientes com osteoartrite na articulação do joelho a um treinamento isocinético durante 6 semanas em 4 velocidades angulares diferentes (60°/seg, 90°/seg, 120°/seg e 160°/seg) e observou aumento significativo da força muscular e declínio da dor durante o movimento e em repouso, bem como nos escores máximos e médios de dor¹⁰. Resultados semelhantes foram apresentados no estudo de Thomeé (1987), que encontrou melhora nessas variáveis a partir de um treinamento isocinético de 8 semanas em duas velocidades angulares, rápida (180°/seg) e lenta (60°/seg) com pacientes atletas em período de reabilitação pós operatório de reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) do joelho¹¹.

Apesar de haver inúmeros estudos presentes na literatura que tratam sobre treinamento de força utilizando equipamentos isocinéticos, poucos foram realizados com os membros superiores, fazendo-se necessários mais estudos nesse cenário, possibilitando assim melhor domínio para discussão e criação de novos protocolos. Posto isto, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito, no torque flexor isométrico e concêntrico da articulação do cotovelo, do treinamento de força realizado no modo concêntrico no dinamômetro isocinético à uma velocidade de contração de 45°/s e em esforço máximo. Nossa hipótese é que haverá aumento da capacidade de gerar torque máximo isométrico devido à hipertrofia muscular, comprovada por imagem de ultrassom.

Materiais e métodos

O estudo está em conformidade com a Resolução n. 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde sobre diretrizes e normas de pesquisa envolvendo seres humanos e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade São Judas Tadeu (São Paulo/SP), registro n. 1.977.074. Os voluntários receberam um texto informativo com explicação detalhada sobre os procedimentos experimentais da pesquisa e um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) contendo todas as informações necessárias para o procedimento como voluntário.

Trata-se de um estudo de dois casos, longitudinal, envolvendo aplicação de um protocolo de treinamento de força. Dois homens saudáveis que não frequentaram nenhum programa de treinamento de força nos últimos seis meses, participaram do estudo. Os dados referentes aos participantes são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Características dos participantes

	Idade	Peso (kg)	Altura (cm)
V1	24	85,3	1,72
V2	23	75,2	1,69

V1: voluntário 1, V2: voluntário 2.

Os voluntários compareceram ao laboratório para um total de 16 sessões experimentais. Na primeira sessão eles tiveram até trinta minutos para familiarização com o protocolo. O treinamento consistiu na realização de 16 sessões de treinamento de força para os músculos flexores da articulação do cotovelo do membro dominante. Durante o experimento os indivíduos se sentaram confortavelmente na cadeira do dinamômetro isocinético (Biodex 3 – System), mantendo a articulação do cotovelo do braço dominante apoiada a um suporte de altura ajustável, de modo a manter articulação do ombro posicionada a 45° de flexão e abdução e a articulação do cotovelo alinhada ao eixo do torquímetro. As regiões distais do braço, tórax, pelve e membro inferior foram presas à cadeira por cintos, com o intuito de minimizar movimentos indesejados ou compensatórios. A figura 1 ilustra o posicionamento do voluntário.

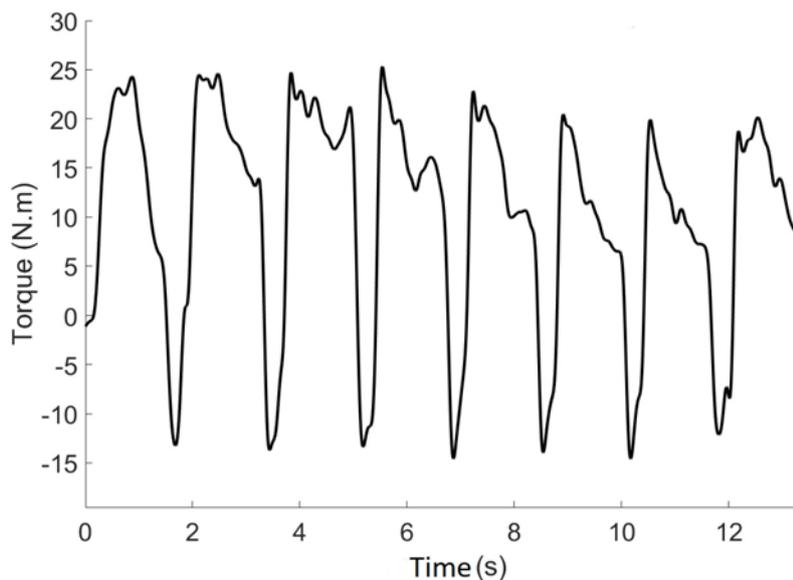
Figura 1. Posicionamento do voluntário e acoplamento do membro a ser testado e treinado no dinamômetro isocinético



Como forma de aquecimento, antes do início das avaliações, os voluntários foram devidamente instruídos a realizarem oito movimentos (de baixa intensidade) de flexão da articulação do cotovelo em uma amplitude de movimento de 130°, com velocidade fixada em 180°/s. Trinta segundos após o aquecimento, nas sessões 1 e 8, e ao final da sessão 16 (última), os voluntários realizaram dois testes de contração isométrica voluntária máxima (CIVM) a 90° de flexão da articulação do cotovelo. Cada tentativa de CIVM teve duração de três segundos, com intervalo de 30 segundos entre as tentativas. O mais alto valor obtido nos testes foi utilizado para análise.

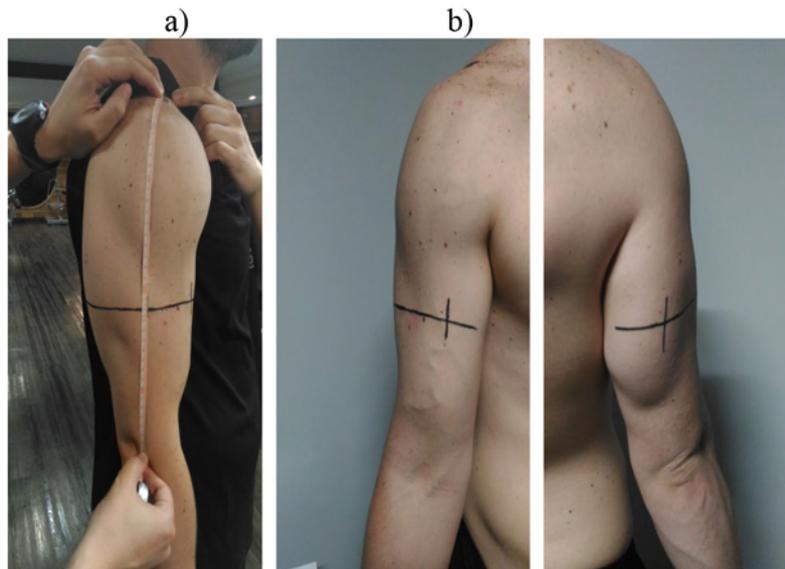
Logo após o aquecimento, o protocolo de treinamento de força foi realizado no dinamômetro isocinético ajustado no modo de operação concêntrico. O treinamento consistiu em quatro séries de oito repetições de flexão da articulação do cotovelo (sempre em máximo esforço), do membro dominante, em uma amplitude de movimento de 130°, com velocidade fixada em 45°/s. Entre as séries houve intervalo para repouso de 60 segundos. Um comando verbal foi padronizado, de forma a incentivar o indivíduo a realizar o máximo esforço durante todo o treinamento. A figura 2 mostra o torque gerado durante uma série de treinamento.

Figura 2. Exemplo de sessão de treinamento mostrando a curva de torque gerada durante a execução de uma série de movimentos concêntricos em esforço máximo



Além das medidas de torque, ultrassonografia foi utilizada para mensuração da espessura muscular. Um pesquisador treinado em exames de imagem e alheio às sessões de treinamento, realizou todas as avaliações utilizando um ultrassom B-mode (Bodymetrix pro System, Intelametrix Inc., Livermore, Calif., USA). A espessura dos músculos flexores da articulação do cotovelo foi obtida em ambos os lados. A determinação da região anatômica em que a aquisição das imagens foi realizada seguiu a metodologia utilizada por Schoenfeld et al (2015). Para os músculos flexores de cotovelo, inicialmente foi medido o comprimento do segmento braço, adotando como referência a distância entre o processo acromial da escápula e o epicôndilo lateral do úmero. A região analisada corresponde a 60% do comprimento do segmento, partindo do processo acromial (Figura 3). A análise foi realizada com os voluntários sentados.

Figura 3. Marcações no segmento braço onde foi colocado o cabeçote do ultrassom para a realização das medidas de espessura. (a) 60% do comprimento; (b) região de análise dos músculos flexores do cotovelo



A coleta dos dados de ultrassonografia foi realizada na seguinte sequência: (i) aplicação do gel de transmissão solúvel em água (Mercur S.A. – Body Care, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil) em cada região de análise; (ii) posicionamento da sonda do tipo linear (5MHz) perpendicular ao sentido das fibras musculares, sem que a pele seja pressionada; (iii) quando a qualidade da imagem for considerada satisfatória, a mesma foi salva em disco rígido e as dimensões da espessura muscular foram obtidas através da distância entre a interface tecido adiposo subcutâneo/músculo e a interface músculo/osso, de acordo com o protocolo utilizado por Abe et al (2000). Foram coletadas e analisadas três imagens do grupo muscular. Os valores reportados para cada grupo corresponderam ao cálculo da média dessas três imagens. Foi estipulado um valor de concordância de 1 milímetro (mm) entre cada imagem, ou seja, os valores de espessura das três imagens não apresentaram diferença maior que 1mm. Estas medidas foram realizadas nas sessões de treinamento 1, 8 e 16.

Análise Estatística

Para fins de comparação das variáveis mensuradas entre as sessões foi utilizada uma metodologia que inclui a consideração do intervalo de confiança para inferência baseada em magnitude “Magnitude-Based Inference”¹².

Para estabelecimento do intervalo de confiança foram utilizados os parâmetros estatísticos de um estudo anterior, onde foram disponibilizados tanto os resultados do pico de torque isométrico como da área de secção transversa do músculo treinado, expressados em valores anteriores e posteriores à execução de um protocolo de treinamento isocinético concêntrico¹³.

Resultados

O intervalo de confiança das medidas propostas para análise foi determinado como $IC = 0.7 \pm 0.5$; $0.2 - 1.2$, o que denota que para assumir uma diferença significativa para o pico de torque, a medida precisa ser menor que 4.81% da média da medida na sessão 1, ou maior do que 28.86% da média da mesma na sessão 1. Já para a espessura muscular os valores ficaram determinados entre 3.52% e 21.12%.

O treinamento realizado exclusivamente no dinamômetro isocinético com 8 semanas/16 sessões de exercícios isocinéticos concêntricos não produziu ganhos de força, haja vista que não foram encontradas aumentos nas variáveis de pico de torque ou da espessura muscular.

Na tabela 2 é possível visualizar que o voluntário 2 apresenta um decréscimo no pico de torque produzido durante a CIVM realizada na sessão 8, bem como na sessão 16, quando comparados ao pico de torque da sessão 1.

Tabela 2. Pico de torque em, Newton vezes metro (N.M), de ambos os voluntários medido antes do treinamento (sessão 1), na sessão 8 e após o treinamento (sessão 16)

	Sessão 1 (N.m)	Sessão 8 (% da sessão 1)	Sessão 16 (% da sessão 1)
V1	69	+ 4.35	- 2.90
V2	60	- 25*	- 6.67*

* Valores menores do que o limite inferior do intervalo de confiança.

Já na tabela 3, onde são mostrados os resultados da ultrassonografia referentes à espessura muscular, podemos observar um decréscimo significativo, novamente apresentado pelo voluntário 2, sendo os valores nas sessões 8 e 16 significativamente menores do que o da sessão 1.

Tabela 3. Espessura muscular em mm de ambos os voluntários mensurado antes do treinamento (sessão 1), na sessão 8 e após o treinamento (sessão 16)

	Sessão 1 (mm)	Sessão 8 (% da sessão 1)	Sessão 16 (% da sessão 1)
V1	36.4	+ 16.76	- 1.65
V2	42.1	- 12.59*	- 11.64*

* Valores menores do que o limite inferior do intervalo de confiança.

Discussão

O presente estudo comparou a produção de torque flexor da articulação do cotovelo em três tempos, a saber, imediatamente antes, quatro semanas após iniciado e imediatamente após encerrado um protocolo de treinamento de força no qual duas sessões de treinamento foram realizadas em cada semana, totalizando 16 sessões. Todas as sessões e avaliações foram realizadas no didamômetro isocinético e em esforço máximo. Apesar do protocolo exigir esforços máximos durante todo o treinamento, nenhum dos voluntários apresentou aumento de força isométrica ou aumento da espessura muscular ao final do treinamento. Portanto, nossa hipótese não foi confirmada.

De acordo com a literatura, o método de treinamento isocinético para aumento de força se mostra eficaz, independente do grupo muscular, velocidade e população para qual ele é empregado¹⁴. A hipótese do presente estudo, de que o treinamento isocinético, realizado em dezesseis sessões (4 séries de 8 repetições) a uma velocidade de 45°/s, durante oito semanas, iria gerar um ganho de torque, não foi confirmada. Os resultados mostraram que

não houve alterações no pico de torque através da metodologia utilizada.

Conforme a literatura, inúmeros outros estudos contradizem nossos resultados. Kelly et al. (2007) utilizaram um protocolo parecido, consistido de um treinamento concêntrico de quinze sessões, nas quais eram realizados movimentos de extensão da articulação do joelho, a uma velocidade de 60°/s (3 séries de 8 repetições) durante oito semanas. O protocolo aplicado resultou em um aumento de 17,5% do pico de torque extensor da articulação do joelho¹⁵. O experimento de Colliander et al. (1991), resultou em um ganho de torque ainda maior, de 37%, a partir de um treinamento a uma velocidade de 60°/s (4-5 séries de 6 repetições) realizado três vezes na semana, durante doze semanas¹⁶. Coyle (1981), por sua vez, achou um aumento no pico de torque de 32% devido a um treinamento excêntrico de extensão da articulação do joelho (5 séries de 6 repetições) a uma velocidade de 60°/s, três vezes por semana durante seis semanas¹⁷. Outro autor que trabalhou com uma velocidade próxima a nossa, considerada lenta, foi Avila (2008), que aplicou um protocolo de treinamento concêntrico de extensão da articulação do joelho (3 séries de 10

repetições) durante quatro semanas, duas vezes por semana, o que resultou em 10% de aumento do pico de torque¹⁸.

Apesar da diferença de valores apresentadas nos estudos, de 10% até 37%, todas as variações do pico de torque foram para mais. Não encontramos nenhum estudo em que, após a aplicação de um protocolo de treinamento de força, a capacidade de gerar força não tenha aumentado. As diferenças em magnitude podem ser explicadas devido às diferenças metodológicas, principalmente em relação a quantidade de sessões de treinamento. Contudo, deve-se considerar que estudos nos quais o protocolo de treinamento se mostra ineficiente para aumentar a capacidade de gerar torque, provavelmente não são levados a termo e os dados não são publicados, mesmo que parciais. Nestes casos, os pesquisadores alteram o protocolo e reiniciam os experimentos, fazendo com que os dados oriundos dos protocolos que não levaram ao aumento da capacidade de gerar torque não sejam publicados.

Ainda é pequena a quantidade de estudos que investigam o efeito do treinamento de membros superiores utilizando um equipamento isocinético. Os poucos estudos encontrados utilizaram distintos protocolos, o que torna difícil, senão impossível comparar os resultados apresentados com os nossos. Ellenbecker et al. (1988) compararam o treinamento isocinético excêntrico e concêntrico da rotação interna e externa da articulação do ombro em modo piramidal (60, 180, 210, 210, 180 e 60°/s) para ganho de torque. Um protocolo bastante diferente foi usado por Ratamess et al. (2016), que investigaram a força dinâmica, isocinética e resistida através de um treinamento isocinético multiarticular, executando movimentos de remada, composto por extensão horizontal da articulação do ombro e flexão da articulação do cotovelo^{19,20}.

Diante da ampla e distinta abordagem dos estudos apresentados sobre membros superiores, torna-se problemático e incerto concluir algo sobre treinamento isocinético para esses segmentos. Portanto, por mais que tenhamos outros artigos que utilizam o treinamento isocinético em velocidades lentas para membros inferiores, não podemos nos basear integralmente neles para a discussão, visto que há re-

levantes diferenças nos protocolos de treinamento, resultando em distintos desfechos.

O único experimento encontrado em nossa revisão da literatura que possui objetivo e metodologia de treinamento similares ao nosso é o estudo piloto de Garnica (1986), o qual contou com a participação de 20 mulheres que foram separadas em dois grupos e submetidas a um treinamento isocinético de flexão e extensão da articulação do ombro (4 séries e 5 repetições). Um grupo realizou o protocolo de treinamento sempre a velocidade de 60°/s e o outro a 180°/s. O treinamento foi realizado durante quatro semanas, três vezes por semana, totalizando 12 sessões. Os resultados mostraram aumento significativo do torque extensor da articulação do ombro para ambos os grupos, mas não houve diferença entre os grupos²¹.

Um ponto que deve ser levado em conta ao comparar o presente estudo com o de Garnica (1986) é o método de avaliação do torque muscular, o qual foi realizado de maneira dinâmica no teste dele diferentemente do nosso que foi isométrico²¹. Além disso, um grande viés presente no nosso estudo é o tamanho da amostra, tornando-se necessário a ampliação da quantidade de participantes.

Utilizar equipamento de dinamometria isocinética exige técnica, cuidado e atenção quanto a utilização do dispositivo e a própria aplicação do protocolo de treinamento. Patterson (1992) apontou aspectos importantes ao realizar esse tipo de estudo. Segundo o autor, particularidades como calibração, familiarização, estabilização e posição do corpo, alinhamento do torquímetro, correção do fator força da gravidade aplicada ao torquímetro, encorajamento verbal do participante, feedback visual e motivação pessoal devem ser levados em conta durante todo o experimento²². Considerando-se que não houve erro em relação aos ajustes do dinamômetro, posição dos voluntários, incentivo verbal e feedback visual, tem-se como hipótese que a motivação pessoal pode não ter sido suficiente, podendo ser este um fator importante e decisivo que levou à ineficiência do protocolo de treinamento aplicado.

Embora o presente estudo não tenha obtido resultados positivos de aumento de torque máximo a par-

tir do treinamento isocinético, a literatura tem apresentado bons resultados em relação ao uso deste equipamento para treinamento. Porém, os estudos apresentam valores relativos a populações específicas, tais como atletas ou indivíduos na fase de reabilitação. Na reabilitação, esse tipo de treinamento é ainda mais útil e seguro, uma vez que a velocidade angular, tipo de contração e protocolo podem ser controlados. Muitos autores recomendam o treinamento isocinético durante a reabilitação, principalmente em velocidades lentas, nas quais o risco de lesão é baixo e o ganho de força é maior do que em velocidades altas^{13,23}. No âmbito esportivo ainda há controvérsias sobre o melhor protocolo para transferência de aumento do torque muscular de velocidades menores, permitidas no dinamômetro (0-300/s), para as contrações específicas, extremamente rápidas durante as modalidades esportivas^{3,24}.

Desta forma, fazem-se necessárias novas pesquisas, principalmente realizando estudos envolvendo treinamento isocinético em velocidades lentas de membros superiores, tendo em vista a escassa literatura apresentando valores nestas condições.

Conclusão

O presente estudo mostrou que, para os dois voluntários destreinados que realizaram o protocolo, o treinamento de força de membros superiores com esforços máximos realizados no dinamômetro isocinético a uma velocidade de 45°/s não foi capaz de aumentar o pico de torque isométrico tão pouco a espessura muscular.

Agradecimentos

Este experimento foi realizado no laboratório de biomecânica da Universidade São Judas Tadeu.

Contribuições dos autores

Batista IST participou da concepção, redação e interpretação dos dados da pesquisa. Silva VP participou da concepção, coleta de dados, delineamento, redação, análise estatística dos dados do artigo científico. Souza CC participou da concepção, delineamento, coleta de dados do artigo científico. Conceição RM participou da análise

estatística dos dados da pesquisa, interpretação dos dados pesquisa, do artigo científico. Goethel MF participou da análise estatística, interpretação dos dados da pesquisa, redação do artigo científico. Ervilha UF participou da concepção, delineamento, interpretação dos dados da pesquisa, redação do artigo científico.

Conflitos de interesses

Nenhum conflito financeiro, legal ou político envolvendo terceiros (governo, empresas e fundações privadas, etc.) foi declarado para nenhum aspecto do trabalho submetido (incluindo mas não limitando-se a subvenções e financiamentos, conselho consultivo, desenho de estudo, preparação de manuscrito, análise estatística, etc).

Referências bibliográficas

1. Amadio AC, Serrão JC. A Biomecânica em Educação Física e Esporte. Revista brasileira de Educação Física e Esporte. 2011;15:15-24. doi: [10.1590/S1807-55092011000500003](https://doi.org/10.1590/S1807-55092011000500003)
2. Santos LJM. Dinamometria isocinética lombar. Revista Educación Física y Deportes. 2002;8(49).
3. Miller LE, Pierson LM, Nickols-Richardson SM, Wootten DF, Selmon SE, Ramp WK et al. Knee extensor and flexor torque development with concentric and eccentric isokinetic training. Res Q Exerc Sport. 2006;77(1):58-63. doi: [10.1080/02701367.2006.10599332](https://doi.org/10.1080/02701367.2006.10599332)
4. Vaz ACF, Silva BS, Ocarino PLP, Fonseca STA. A Utilização da Dinamometria Isocinética nas Ciências do Esporte e Reabilitação. Revista Brasileira de Ciência e Movimento. 2007;15:93-100.
5. Chen WL, Su FC, Chou YL. Significance of acceleration period in a dynamic strength testing study. J Orthop Sports Phys Ther. 1994;19(6):324-330. doi: [10.2519/jospt.1994.19.6.324](https://doi.org/10.2519/jospt.1994.19.6.324)
6. Eyigor S, Hepguler S, Capaci K. A comparison of muscle training methods in patients with knee osteoarthritis. Clin rheumatol. 2004;23(2):109-115. doi: [10.1007/s10067-003-0836-9](https://doi.org/10.1007/s10067-003-0836-9)
7. Campbell DE, Glenn W. Rehabilitation of knee flexor and knee extensor muscle strength in patients with meniscectomies, ligamentous repairs, and chondromalacia. Phys ther. 1982;62(1):10-15.
8. Nunes RFH, Dellagrana RA, Nakamura FY, Buzzachera CF, Almeida FAM, Flores LJF et al. Isokinetic assessment of muscular strength and balance in brazilian elite futsal players. Int J Sports Phys Ther. 2018;13(1):94-103.
9. Baltzopoulos V, Brodie DA. Isokinetic Dynamometry. Applications and limitations. Sports Med. 1989;8(2):101-116. doi: [10.2165/00007256-198908020-00003](https://doi.org/10.2165/00007256-198908020-00003)

10. Eyigor S, Hepguler S, Capaci K. A comparison of muscle training methods in patients with knee osteoarthritis. *Clin Rheumatol.* 2004;23(2):109-115. doi: [10.1007/s10067-003-0836-9](https://doi.org/10.1007/s10067-003-0836-9)
11. Thomee R, Renstrom P, Grimby G, Peterson L. Slow or fast isokinetic training after knee ligament surgery. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1987;8(10):475-479. doi: [10.2519/jospt.1987.8.10.475](https://doi.org/10.2519/jospt.1987.8.10.475)
12. Batterham AM, Hopkins WG. Making Meaningful Inferences About Magnitudes. *Int J Sports Physiol Perform.* 2006;1(1):50-7.
13. Higbie EJ, Cureton KJ, Warren GL, Prior BM. Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. *J Appl Physiol.* 1996;81(5):2173-81. doi: [10.1152/jappl.1996.81.5.2173](https://doi.org/10.1152/jappl.1996.81.5.2173)
14. Pereira MIR, Gomes PSC. Movement velocity in resistance training. *Sports med.* 2003;33(6):427-438. doi: [10.2165/00007256-200333060-00004](https://doi.org/10.2165/00007256-200333060-00004)
15. Kelly SB, Brown LE, Coburn JW, Zinder SM, Gardner LM, Nguyen D. The effect of single versus multiple sets on strength. *J Strength Cond Res.* 2007;21(4):1003-1006. doi: [10.1519/R-22356.1](https://doi.org/10.1519/R-22356.1)
16. Colliander EB, Tesch PA. Responses to eccentric and concentric resistance training in females and males. *Acta Physiol Scand.* 1991;141(2):149-156. doi: [10.1111/j.1748-1716.1991.tb09063.x](https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1991.tb09063.x)
17. Coyle EF, Feiring DC, Rotkis TC, Cote RW, Roby FB, Lee W et al. Specificity of power improvements through slow and fast isokinetic training. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol.* 1981;51(6):1437-42. doi: [10.1152/jappl.1981.51.6.1437](https://doi.org/10.1152/jappl.1981.51.6.1437)
18. Avila MA, Brasileiro JS, Salvini TF. Electrical stimulation and isokinetic training: effects on strength and neuromuscular properties of healthy young adults. *Rev Bras Fisioter.* 2008;12(6):435-440. doi: [10.1590/S1413-35552008005000006](https://doi.org/10.1590/S1413-35552008005000006)
19. Ellenbecker TS, Davies GJ, Rowinski MJ. Concentric versus eccentric isokinetic strengthening of the rotator cuff: objective data versus functional test. *Am J Sports Med.* 1988;16(1):64-9. doi: [10.1177/036354658801600112](https://doi.org/10.1177/036354658801600112)
20. Ratamess NA, Beller NA, Gonzalez AM, Spatz GE, Hoffman JR, Ross RE et al. The Effects of Multiple-Joint Resistance Training on Maximal Isokinetic and Dynamic Muscle Strength and Local Muscular Endurance. *J Sports Sci Med.* 2016;15(1):34-40.
21. Garnica RA. Muscular power in young women after slow and fast isokinetic training. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1986;8(1):1-9. doi: [10.2519/jospt.1986.8.1.1](https://doi.org/10.2519/jospt.1986.8.1.1)
22. Patterson LA, Spivey WE. Validity and reliability of the LIDO active isokinetic system. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1992;15(1):32-36. doi: [10.2519/jospt.1992.15.1.32](https://doi.org/10.2519/jospt.1992.15.1.32)
23. Esselman PC, Lateur BJ, Alquist AD, Questad KA, Giaconi RM. Torque development in isokinetic training. *Arch Phys Med Rehabil.* 1991;72(10):723-728.
24. Morris CJ, Tolfrey K, Coppack RJ. Effects of short-term isokinetic training on standing long-jump performance in untrained men. *J Strength Cond Res.* 2001;15(4):498-502.