

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Especialização e Preparação Física e Esportiva

Lucas Cardoso da Silva

**A TRANSFERÊNCIA DA FORÇA MÁXIMA DINÂMICA É INFLUENCIADA PELA
FAIXA DE ADM TREINADA?**

Belo Horizonte
2022

Lucas Cardoso da Silva

**A TRANSFERÊNCIA DA FORÇA MÁXIMA DINÂMICA É INFLUENCIADA PELA
FAIXA DE ADM TREINADA?**

Monografia de Especialização apresentada à Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito à obtenção do título de Especialista em Musculação e Sistema de Treinamentos em Academias.

Orientador: Prof. Dr.. Gustavo Ferreira Pedrosa

Belo Horizonte
2022

S586t Silva, Lucas Cardoso
2023 A transferência da força máxima dinâmica é influenciada pela faixa de adm.
treinada?. [manuscrito] / Lucas Cardoso da Silva – 2023.
30 f.: il.

Orientador: Gustavo Ferreira Pedrosa

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de
Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.
Bibliografia: f. 28-30

1. Amplitude de movimento articular. 2. Força muscular 3. Musculação -
Treinamento técnico. I. Pedrosa, Gustavo Ferreira. II. Universidade Federal de
Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III.
Título.

CDU: 796.894

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Antônio Afonso Pereira Júnior, CRB6: nº 2637
da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade
Federal de Minas Gerais.



Escola de Educação Física | UFMG
Fisioterapia e Terapia Ocupacional

FOLHA DE APROVAÇÃO

Monografia intitulada: A transferência da força máxima dinâmica é influenciada pela faixa de ADM treinada, de autoria do pós-graduando **LUCAS CARDOSO DA SILVA**, defendida em 03/12/2022, na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais e submetida à banca examinadora composta pelos professores:

Prof. Ms. Edgardo Alvares De Campos Abreu
Departamento de Esportes

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Ms. Francisco de Assis Dias Martins Júnior
Departamento de Esportes

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas

Coordenador do Curso de Especialização em Treinamento Esportivo
Departamento de Esportes
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte, 03 de dezembro de 2022.

RESUMO

A transferência de força é o ato de transferir o aumento da força em um determinado exercício treinado para um movimento não treinado, sendo questionado se esta transferência é afetada pela manipulação das variáveis estruturais, como a amplitude de movimento articular (ADM). A transferência de força pode ser calculada pelo coeficiente de transferência (CT), que é o quociente do ganho de performance em um exercício não treinado pelo ganho de performance no exercício treinado. Desse modo, o presente estudo teve como objetivo verificar o efeito da manipulação da ADM na transferência da força dinâmica máxima. O estudo foi conduzido no laboratório do Treinamento em Musculação (LAMUSC) da UFMG e teve como amostra 27 voluntárias com idade entre 18 e 30 anos, sem experiência no treinamento de força. As voluntárias foram divididas em três grupos experimentais que treinaram no banco extensor de joelhos por 12 semanas. Os grupos foram nomeados de acordo com a ADM utilizada no treinamento: Amplitude Completa (ADM_c) - ADM entre 100° e 30° de flexão de joelhos (0° = joelho estendido); Amplitude Parcial Inicial - ADM entre 100° e 65°; Amplitude Parcial Final - ADM entre 65° e 30°. O treinamento se diferenciou pela ADM, porém o volume, a intensidade e a duração da repetição foram equiparados. No período de pré-intervenção todas as voluntárias tiveram sua força máxima dinâmica mensurada pelo teste de uma repetição máxima (1RM) nas três ADMs correspondentes aos grupos treinados: ADM_c, API e APF. Após a intervenção as voluntárias foram novamente submetidas aos testes de 1RM e foram encontrados os valores absolutos do aumento da força em cada ADM testada. Através desses valores foram calculados o CT dos grupos para cada ADM testada. O presente estudo apresentou como principal resultado um alto valor de CT da ADM_c para a API, enquanto que para as demais ADM não foram encontrados valores expressivos de CT. Desse modo, por meio do estudo realizado foi possível verificar que manipular a ADM impacta no grau de transferência de força para ADM não treinadas, favorecendo prescrições de treinamento mais assertivas.

Palavras-Chaves: Amplitude de movimento; Transferência de força; Teste de 1RM.

ABSTRACT

Strength transfer is the act of transferring the increase in strength in a given trained exercise to an untrained movement, and it is questioned whether this transfer is affected by the manipulation of structural variables, such as joint range of motion (ROM). Force transfer can be calculated by the transfer coefficient (CT), which is the quotient of the performance gain in an untrained exercise by the performance gain in the trained exercise. The present study aimed to verify the effect of ROM manipulation on the transfer of maximum dynamic force. The study was conducted in the Bodybuilding Training Laboratory (LAMUSC) at UFMG and had as a sample of 27 volunteers aged between 18 and 30 years, with no experience in strength training. The volunteers were divided into three experimental groups that trained on the knee extension bench for 12 weeks. The groups were named according to the ROM used in training: Full Amplitude (ROMc) - ROM between 100° and 30° of knee flexion (0° = knee extended); Initial Partial Amplitude - ROM between 100° and 65°; Final Partial Amplitude - ROM between 65° and 30°. The training differed in terms of ROM, but the volume, intensity and duration of repetition were equal. In the pre-intervention period, all volunteers had their maximum dynamic strength measured by the one repetition maximum test (1RM) in the three ROMs corresponding to the trained groups: ROMc, IPA and FPA. After the intervention, the volunteers were again subjected to 1RM tests and the absolute values of the increase in strength in each ROM tested were found. Using these values, the CT of the groups was calculated for each ROM tested. The main result of the present study was a high CT value for ROMc for IPA, while no significant CT values were found for the other ROM. Thus, through this study, it was possible to verify that manipulating ROM impacts the degree of force transfer to untrained ROM, favoring more assertive training prescriptions.

Keywords: Range of motion; Force transfer; 1RM test.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1RM – Uma repetição máxima

AC – Agachamento completo

ADM – Amplitude de movimento

ADM_c – Amplitude de movimento completa

ADM_p – Amplitude de movimento parcial

APF – Amplitude de movimento parcial final

API – Amplitude de movimento parcial inicial

CCA – Cadeia cinemática aberta

CCF – Cadeia cinemática fechada

Con - Concêntrica

CT – Coeficiente de transferência

DP – Desvio Padrão

EEFFTO – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

EMG – Eletromiografia

Ex - Excêntrica

LAMUSC – Laboratório do Treinamento em Musculação

MA – Meio agachamento

PAR-Q – Questionário de Prontidão para Atividade Física

QA – Quarto de agachamento

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TF – Treinamento de força

TST – Tempo sob tensão

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ilustração do aparelho banco extensor de joelhos.....	15
Figura 2 - Caracterização dos ângulos percorridos para cada um dos protocolos de treinamento API, APF e ADMc.....	16
Figura 3 - Delineamento experimental do estudo.....	17
Gráfico 1 - Valores do coeficiente de transferência.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1A - Caracterização da amostra por dados antropométricos.....	18
Tabela 1B - Caracterização da amostra pelos desempenhos nos testes de 1RM....	19
Tabela 2 - Configurações dos protocolos experimentais.....	20

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Objetivos.....	13
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
2.1 Amostra.....	14
2.2 Cuidados éticos.....	14
2.3 Instrumentos.....	15
2.4 Procedimentos.....	15
2.5 Pré-intervenção.....	18
2.6 Intervenção.....	20
2.7 Pós-intervenção.....	21
2.8 Análise estatística.....	22
3 RESULTADOS.....	23
4 DISCUSSÃO.....	24
5 CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

A força muscular, que é resultante da ação combinada do estímulo neural, músculos e articulações envolvidas em uma contração, gera a função física que permite realizar tanto as atividades diárias, bem como movimentos esportivos (Vigotsky *et al.*, 2018). Sendo, portanto, de interesse tanto para a reabilitação quanto para o aumento da performance, esportiva ou não, entender quais fatores podem contribuir para a manutenção ou aumento da força muscular. Entre estes fatores, o treinamento de força (TF) tem sido recomendado como um meio eficiente para a promoção da força muscular (ACSM, 2009).

Segundo Chagas e Lima (2015), o TF é prescrito por diferentes variáveis estruturais, que podem ser manipuladas permitindo uma gama de prescrições para um mesmo exercício (Kraemer; Fragala, 2006; ACSM, 2009; Rhea *et al.*, 2016; Schoenfeld *et al.*, 2017; Pedrosa *et al.*, 2021). Pelo fato do aumento da força seguir o princípio da especificidade, descrito por Mccafferty e Horvath (1977), a maneira pela qual as variáveis estruturais são manipuladas geram adaptações específicas ao estímulo. Para exemplificar, Schoenfeld *et al.* (2021) descrevem que o treino voltado para aumento da força máxima é favorecido por intensidades maiores e portanto um baixo número de repetições. Por outro lado, o treino voltado para resistência de força de membros inferiores pode ser beneficiado quando se utiliza menores intensidades e maior número de repetições. Desse modo é preciso entender as necessidades e objetivos do praticante recreativo ou competitivo para que sejam supridas por adaptações específicas advindas do treinamento.

Sob a ótica esportiva, Zatizorsky; Kraemer; Fry (2021), enfatizam que o maior objetivo do treinamento esportivo é induzir adaptações específicas a fim de transferi-las para a performance esportiva. Se tratando da força, Young (2006) descreve transferência de força como o ato de transferir o aumento na força de determinado exercício treinado para um movimento não treinado. Por exemplo, o quanto a força aumentada no exercício agachamento pode ser traduzida em aumento de performance do salto vertical. A transferência de força pode ser expressa pelo coeficiente de transferência (CT), que é o quociente do ganho de performance em

um exercício não treinado pelo ganho de performance no exercício treinado (Zatsiorsky; Kraemer; Fry, 2021) .

Determinados movimentos ou exercícios permitem maior CT de força que outros. Aparentemente quanto mais a execução do exercício se assemelha ao gesto que se deseja transferir, maior o CT (Wilson; Murphy; Walshe, 1996). Para exemplificar, Wirth *et al.*(2016) demonstraram que o treinamento com o exercício agachamento livre foi mais eficaz que o treinamento com o exercício leg press para o aumento do desempenho nas atividades de salto vertical (squat jump e salto contramovimento). Vale destacar que o treinamento com o leg press não proporcionou aumentos estatisticamente significantes nos desempenhos de nenhuma das atividades de salto. Wilson *et al.* (1996) reportaram que um aumento de 21% na força do agachamento após 8 semanas de intervenção resultou apenas em 2.2% no ganho de performance do sprint.

Diante do exposto, pode ser que a amplitude de movimento articular (ADM), na qual um determinado exercício é realizado influencie na resposta de força e transferência após um período de treinamento (Bloomquist *et al.*, 2013; Rhea *et al.*, 2016; Weiss *et al.*, 2000). Esta hipótese parte das evidências de que treinamentos em ADM completas (ADM_c) geram maiores aumentos na força nesta ADM, enquanto que prescrições em ADM parciais (ADM_p) proporcionam aumentos de força específicos para as amplitudes parciais treinadas (Bloomquist *et al.*, 2013; Rhea *et al.*, 2016); carecendo de investigações que comparem o CT após o treinamento em diferentes ADM após um período de treinamento. Este estudo poderia embasar prescrições nas quais o indivíduo pode estar incapacitado de treinar em determinadas ADMs, mas que o aumento de força ocorreria devido ao treinamento em outras ADM. Nesse caso seria interessante verificar quais ADMs proporcionariam aumentos de força para ADMs menos ou não treinadas, ou seja, qual ADM treinada possibilitaria maior CT para ADMs pouco ou não treinadas.

No estudo de Weiss (2000), 18 jovens estudantes universitários foram aleatoriamente alocados em três grupos, sendo um controle e dois experimentais: agachamento profundo e agachamento raso. No agachamento profundo os indivíduos agachavam até o fêmur estar paralelo ao solo, enquanto que o agachamento raso correspondia à primeira metade da ADM do agachamento

profundo. Ambos os grupos experimentais foram submetidos oito semanas de treinamento, com frequência de três treinos por semana. Ao final das oito semanas, os autores encontraram um maior CT (1,7) do agachamento profundo para o agachamento raso do que o oposto (-0,11).

Rhea *et al.* (2016) conduziram um treinamento de 16 semanas com uma amostra composta por 28 atletas de diversas modalidades esportivas, sendo a maioria (n = 24) jogadores de futebol americano. Neste estudo, os participantes foram divididos aleatoriamente em três grupos de treinamento que se diferenciavam pela ADM treinada no exercício agachamento e pela intensidade absoluta. Os grupos foram nomeados: agachamento completo (AC) (>110° de flexão de joelhos), meio agachamento (MA) (entre 85° e 95° de flexão de joelhos) e quarto de agachamento (QA) (entre 55° e 65° de flexão de joelhos). Ao final do programa de treinamento, os autores encontraram os seguintes resultados em relação ao CT para uma ADM não treinada: o grupo QA obteve o maior CT para o MA (0,44), o MA obteve o maior CT para o QA (0,51), já o grupo AC obteve o maior valor de CT (0,52) para o MA.

Em ambos os estudos citados (Weiss *et al.*, 2000; Rhea *et al.*, 2016), o exercício investigado foi o agachamento, que é um exercício em cadeia cinemática fechada (CCF). No melhor do nosso conhecimento, não há estudos investigando a transferência de força dinâmica para ADMs menos ou não treinadas em exercícios cadeia cinemática aberta (CCA). Pelo fato de haver diferenças entre as adaptações entre exercícios em CCA e CCF (Blackburn e Morrissey, 1998), é difícil saber se existe uma ADM ótima de treinamento que permite maior CT em CCA. Isso poderia ser feito em um banco extensor de joelhos, que demanda baixa coordenação motora (monoarticular) (Zatsiorsky, Kraemer e Fry, 2021) e pode ser utilizado tanto no aumento da performance (Augustsson, *et al.*, 1998), quanto na prevenção e reabilitação de lesões (Cavanaugh e Powers, 2017).

O estudo de Kubo *et al.* (2006), que investigou o torque isométrico máximo de joelhos após o treinamento no banco extensor com os músculos alongados (100° de flexão de joelhos), mostrou um aumento na força em todos os ângulos analisados (tanto nos ângulos treinados quanto em ângulos mais distantes). Contudo, o treinamento realizado com os músculos encurtados (50° de flexão de joelhos)

apresentou um aumento de força apenas nos ângulos treinados e mais próximos. Com base nesses achados, é possível supor que o treinamento dinâmico no banco extensor percorrendo uma ADMp restrita aos ângulos iniciais do exercício (amplitude parcial inicial – API) possa proporcionar maior CT para ADMs não treinadas em relação a treinamentos restritos a faixa de ADM parcial final do exercício (APF – amplitude parcial final).

Seguindo esse raciocínio, pode-se esperar que o treinamento exclusivamente em API produza também maiores CT para ADMs não treinadas que o treinamento executado ADMc, caso o treino seja equiparado pelo tempo sob tensão (TST). Os protocolos de treinamento deveriam ser equiparados pelo TST, pois o treino executado em ADMc proporciona, aos músculos, maior TST (se comparado a uma ADMp) para uma mesma velocidade de movimento. E de acordo com Martins-Costa *et al.* (2021), o TST pode influenciar nas adaptações neuromusculares decorrentes do treinamento de força. No entanto, caso os protocolos sejam equiparados pelo tempo sob tensão, o treino executado em API proporcionaria maior estímulo nos ângulos articulares que possibilita maior CT. Enquanto que o treinamento em ADMc, percorre a faixa angular da APF, que aparentemente é menos eficiente que API para transferir força (Kubo, Takeishi, *et al.*, 2006). Em adição, é esperado que o treino exclusivamente em APF apresente os menores CT quando comparado aos protocolos de treinamento em API e ADMc.

Devido à dificuldade para determinar a melhor ADM no treinamento, essa pesquisa se justifica por fornecer conhecimento acerca de quais ADM proporcionam maior CT para ADM menos ou não treinadas. Contribuindo desse modo para que treinadores sejam mais assertivos na prescrição do TF, atingindo desse modo resultados mais expressivos com maior margem de segurança.

1.1 Objetivos

Comparar o coeficiente de transferência de força máxima dinâmica em testes de 1RM em diferentes ADMs após o treinamento na APF, API e ADMc.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Amostra

Importante destacar que esta pesquisa é parte de uma pesquisa principal que utilizou outros procedimentos para calcular o tamanho da amostra. Assim, para a presente pesquisa foram utilizadas as informações de 27 voluntárias com idade entre 18 e 30 anos, sem experiência no treinamento de força ou que não estiveram envolvidas em treinamento de força pelo menos até seis meses antes do início do estudo. Para serem incluídas na amostra, as voluntárias não poderiam possuir histórico de lesões musculotendíneas nas articulações do tornozelo, joelho, coluna e quadril que pudesse comprometer a integridade física durante o treinamento ou a pesquisa. Para serem incluídas, as voluntárias deveriam responder “não” a todas às questões do questionário PAR-Q e não possuírem doença que pudesse ser agravada pelo treinamento ou interferir no resultado do estudo.

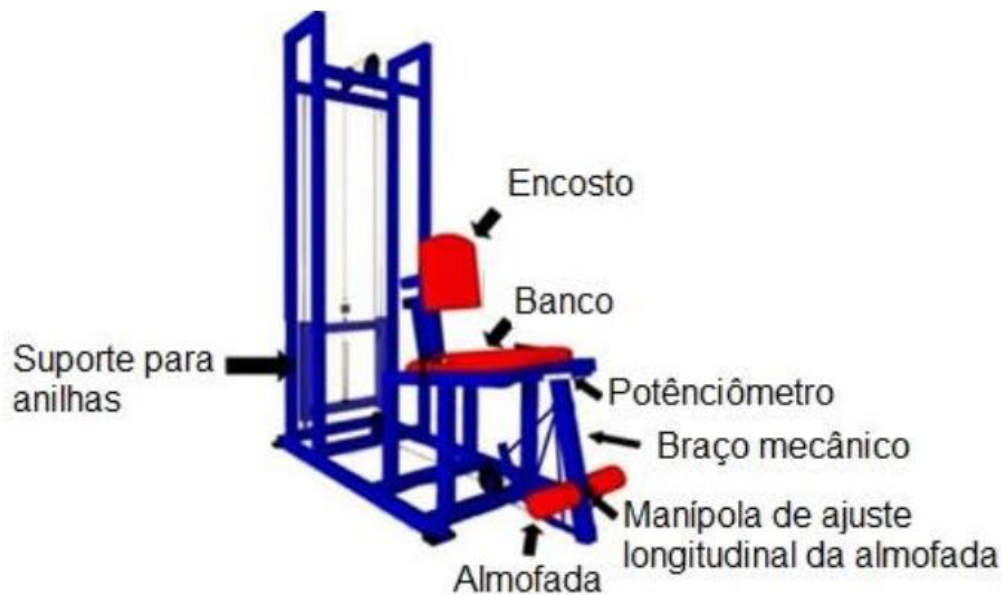
2.2 Cuidados éticos

Este estudo respeitou as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional em Saúde (Resolução 466/2012) envolvendo pesquisas com seres humanos. Antes de iniciar qualquer atividade neste estudo, as voluntárias receberam as informações, tais como, os possíveis riscos e benefícios de participação no estudo. As voluntárias assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) previamente aprovado por um comitê de ética e pesquisa e cientes de que a qualquer momento poderão deixar de participar do estudo. Vale ressaltar que o presente projeto de pesquisa está aprovado pelo Comitê de Ética (ANEXO I) sob número 01758518.1.0000.5149. O TCLE pode ser encontrado no APÊNDICE I e a aprovação pelo Comitê de Ética encontra-se no APÊNDICE II.

2.3 Instrumentos

Os protocolos de treinamento foram realizados no aparelho “banco extensor de joelhos” (Master Equipamentos®) como pode ser observado na FIGURA 1. O banco extensor foi equipado com um potenciômetro para permitir o registro em tempo real da ADM durante a familiarização, testes de 1RM e treinamento. Também foi instalado no banco extensor de joelhos um sistema de cinto de segurança de quatro pontos que era ajustado à voluntária para minimizar movimentos acessórios durante a execução do exercício nos testes e treinamento.

Figura 1. Ilustração do aparelho banco extensor de joelhos.



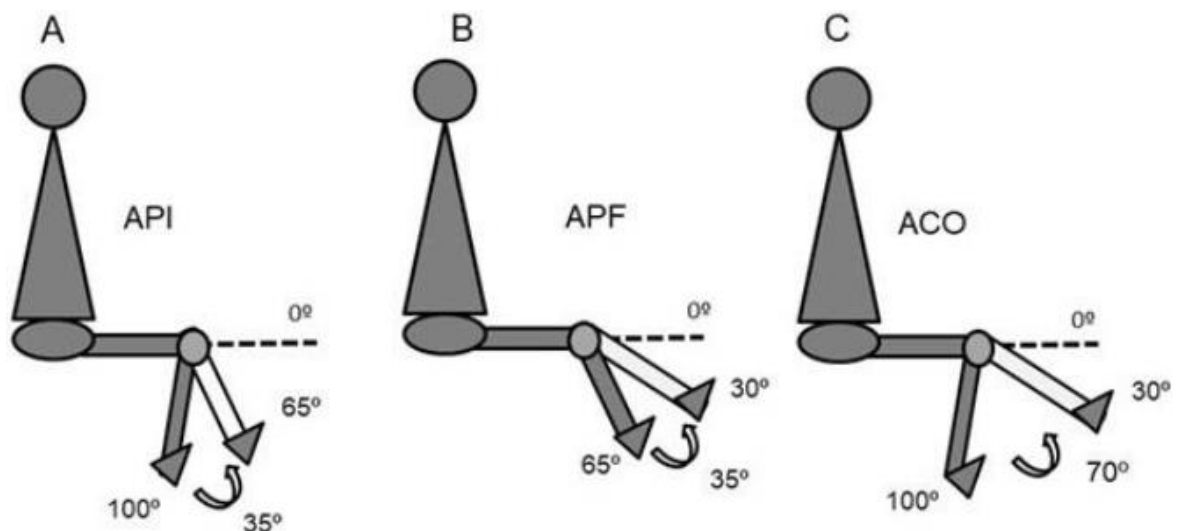
Fonte: Arquivos do Laboratório do Treinamento na Musculação (LAMUSC)

2.4 Procedimentos

Toda a coleta dos dados foi realizada no laboratório de Treinamento em musculação (LAMUSC) da UFMG. A amostra foi dividida em três grupos experimentais, onde cada grupo realizou por 12 semanas um dos três protocolos de treinamento diferenciados pela ADM: ADMc, API e APF.

Cada grupo foi submetido a três sessões de treinamento por semana, separadas por 48-72 horas. No protocolo API, as voluntárias executavam a amplitude de movimento correspondente aos ângulos entre 100° e 65° de flexão de joelho (0° = joelho estendido) (Figura 2 A). No protocolo APF foi realizada a amplitude referente aos ângulos entre 65° e 30° de flexão de joelho (Figura 2 B). No protocolo ADMc, as voluntárias executaram uma ADM correspondente aos ângulos entre 100° e 30° de flexão de joelho (Figura 2 C).

Figura 2. Caracterização dos ângulos percorridos para cada um dos protocolos de treinamento API, APF e ADMc.



A - Protocolo amplitude parcial inicial (API): 100° e 65° correspondem ao início e fim da ação concêntrica, respectivamente. B - Protocolo amplitude parcial final (APF): 65° e 30° correspondem ao início e fim da ação concêntrica, respectivamente. C - Protocolo amplitude completa (ADMc): 100° e 30° correspondem ao início e fim da ação concêntrica, respectivamente.

Fonte: PEDROSA, 2020

Na primeira sessão de coleta de dados pré-intervenção, todas as voluntárias assinaram o TCLE e responderam ao PAR-Q, na segunda sessão de coleta de dados as voluntárias realizaram as familiarizações com os três testes de 1RM realizados nas ADM utilizadas nos protocolos API, APF e ADMc. Da terceira à quinta sessão pré intervenção foram realizados os testes de 1 RM, cada dia em uma das três ADM (API, APF e ADMc). Os valores máximos dos pesos levantados dos testes

foram utilizados como parâmetro de configuração da intensidade em que o treinamento foi realizado (60% de 1RM) Após um intervalo de 48 a 72 horas começaram então as 12 semanas de treinamento, com frequência de três sessões semanais, separadas por no mínimo 48 e no máximo 72 horas entre cada uma. A Figura 3 ilustra o delineamento experimental do estudo.

Figura 3. Delineamento experimental do estudo.

1º sessão pré-intervenção 48-72h	Assinatura do TCLE e PAR-Q
2º sessão pré-intervenção 48-72h	Familiarização aos testes de 1RM nas três ADM
3º sessão pré-intervenção 48-72h	Teste de 1 RM (ADM protocolo API ou APF ou ADMc)
4º sessão pré-intervenção 48-72h	Teste de 1 RM (ADM protocolo API ou APF ou ADMc)
5º sessão pré-intervenção 48-72h	Teste de 1 RM (ADM protocolo API ou APF ou ADMc)
Intervenção 72-96h	12 semanas de treinamento
1º sessão pós-intervenção 48h	Coleta de dados para o estudo principal
2º sessão pós-intervenção 48h	Teste de 1 RM
3º sessão pós-intervenção	Teste de 1 RM

PAR-Q = Questionário de Prontidão para Atividade Física; TCLE = Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; 1RM = Uma repetição máxima.

Fonte: Elaborado pelo autor

Após 72-96 horas da última sessão de treino aconteceu o primeiro dia de coleta de dados pós-intervenção, referente à pesquisa principal. No primeiro, segundo e terceiro dia de coleta de dados pós-intervenção foram realizados os testes de 1RM nas ADM testadas pré intervenção, com horários similares aos que foram aplicados os testes pré-intervenção.

2.5 Pré-intervenção

Na primeira sessão de coleta de dados, todas as voluntárias assinaram o TCLE e responderam o PAR-Q. Em seguida foram registrados a massa corporal na balança analógica FILIZOLA® (precisão de 0,1 kg), a estatura por um estadiômetro acoplado na balança (precisão de 0,5 cm) e a estimativa do percentual de gordura, por dobras cutâneas, pelos cálculos descritos por Jackson, Pollock e Ward (1980). As informações registradas estão apresentadas na TABELA 1A.

Tabela 1A - Caracterização da amostra por dados antropométricos.

Variável	Grupo	Média ± DP	Min - Máx
Idade (anos)	API	23,33 ± 2,58	20-27
	APF	23,00± 2,91	21-30
	ADMc	23,20± 2,96	19-29
Massa corporal (kg)	API	60,38± 10,75	42,00 - 73,90
	APF	60,28± 7,90	46,00 - 67,80
	ADMc	59,09± 8,11	45,90 - 71,00
Estatura (cm)	API	162,00 ± 5,00	152,00 - 182,00
	APF	162,00 ± 4,00	151,00 – 166,00
	ADMc	163,00 ± 4,00	157,00 – 168,00
Percentual de gordura (%)	API	23,58 ± 4,66	15,90 – 32
	APF	26,25 ± 4,00	17,70 – 32,60
	ADMc	25,60 ± 5,53	13,40 – 32,70

± DP = Desvio padrão. (Min = mínimo. Max = máximo. API = Amplitude Parcial Inicial. APF = Amplitude Parcial Final. ADMc = Amplitude Completa. 1RM = Uma repetição máxima.

Tabela 1B - Caracterização da amostra pelos desempenhos nos testes de 1RM.

Testes de 1RM (ADM)	Grupo	Média \pm DP (kg)	Min – Máx(kg)
(100° - 65°)*	API	41,22 \pm 9,90	26,94 – 60,36
	APF	38,84 \pm 8,22	27,58 – 50,10
	ADM _c	42,84 \pm 7,11	34,42 – 55,00
(65° - 30°)*	API	40,70 \pm 8,18	25,96 – 54,72
	APF	40,05 \pm 8,33	29,38 – 56,32
	ADM _c	43,42 \pm 10,50	25,96 – 57,40
(100° - 30°)	API	38,22 \pm 9,11	23,96 – 53,88
	APF	35,42 \pm 8,10	25,98 – 50,60
	ADM _c	38,96 \pm 7,08	27,62 – 47,66

\pm DP = Desvio padrão. Min = mínimo. Max = máximo. API = Amplitude Parcial Inicial. APF = Amplitude Parcial Final. ADM_c = Amplitude Completa. 1RM = Uma repetição máxima. * = maior que o teste de 1RM (100°-30°). $p = 0,05$. Nível de significância ajustado para $\leq 0,05$.

Na segunda sessão de coleta de dados pré-intervenção, como processo de familiarização, foram realizados três testes de 1RM nas ADM correspondentes aos protocolos API, APF e ADM_c. Para as familiarizações aos testes de 1RM, as voluntárias foram posicionadas no banco extensor de joelhos em que o encosto do banco e o banco formavam um ângulo de 110° e o epicôndilo lateral do fêmur era alinhado com o potenciômetro (instalado no eixo de rotação do aparelho) (Diniz, 2016). A almofada que entra em contato com a perna foi posicionada aproximadamente três centímetros acima do maléolo medial (Ullrich, Kleinöder e Brüggemann, 2009). Os posicionamentos para cada voluntária foram registrados e utilizados nos testes de 1RM e durante todo o treinamento. Os testes de 1RM seguiram as seguintes orientações, as voluntárias foram limitadas a um número máximo de seis tentativas, com pausa de cinco minutos entre tentativas e aumento gradual do peso por meio da percepção das voluntárias e dos avaliadores (ajuste mínimo 1,0 kg) (Diniz, 2016). A tentativa em que as voluntárias não alcançaram a ADM pré-determinada era invalidada e o valor de 1RM correspondeu ao peso levantado na tentativa anterior. Com o intuito de que as voluntárias respeitassem as ADM durante a familiarização, testes e treinamento, foram adicionados desde

anteparos que limitassem determinadas ADM até outros recursos que permitissem *feedbacks* visual e acústico (ex: espelho). Um intervalo de 30 minutos foi respeitado entre o final de um teste de familiarização em uma determinada ADM e o início do teste de familiarização em outra ADM. Este procedimento foi testado anteriormente em um estudo prévio (Pedrosa *et al.*, 2022) e demonstrou uma confiabilidade entre a familiarização e testes principais acima de 0,92, por meio do Coeficiente de Correlação Intraclasse).

Na 3^a, 4^a e 5^a sessões de coleta de dados pré-intervenção foram realizados a cada dia, o teste de 1RM para registro do desempenho, que seguiu a ordem das ADM testadas na familiarização.

2.6 Intervenção

Os grupos realizaram as intervenções de acordo com a configuração do respectivo protocolo de treinamento. Antes de iniciar o protocolo, cada voluntária realizou uma série de familiarização de 10 repetições, sem peso adicional, respeitando a duração das ações musculares e ADM proposta no seu respectivo protocolo. Após o período de três a cinco minutos da série de familiarização, iniciou-se o treinamento. A Tabela 2 apresenta as configurações iniciais de cada protocolo:

Tabela 2. Configurações dos protocolos experimentais.

Protocolo	Séries	Repetições	Intensidade (%1RM)	Pausa entre séries	Duração (s)		ADM
					Con	Exc	
API	3-6	7	60%	180	2	2	100°-65°
APF	3-6	7	60%	180	2	2	65°-30°
ADMc	3-6	7	60%	180	2	2	100°-30°

Con = concêntrico. Exc = excêntrico. ADM = Amplitude de movimento. Fonte: elaborado pelo autor.

Como pode ser notado na Tabela 2, os grupos API e APF tiveram seus protocolos equiparados pelo volume, intensidade, pausa entre séries, distância

angular percorrida em 35° e duração das ações musculares, sendo diferenciadas apenas pela faixa de ADM percorrida. Que aconteceu durante todo o treinamento, que consistiu em 36 sessões distribuídas ao longo de 12 semanas. O peso máximo levantado no teste de 1 RM foi o parâmetro utilizado para determinação da intensidade relativa na qual o treinamento foi conduzido (Tan, 1999).

A fim de manter a intensidade em 60% de 1RM, a cada duas semanas (sessões nº 7, 14, 21, 28 – total 36) foi realizado um novo teste de 1RM na ADM em que a voluntária estava treinando. Para que o teste de 1RM não afetasse negativamente o desempenho da voluntária no treino, foi fornecida uma pausa de 10 minutos entre a realização do teste e o início da sessão de treino. Para garantir que a ADM de cada protocolo fosse respeitada, além dos aparatos anteriormente citados, as voluntárias recebiam *feedbacks* da equipe de coleta vindos de um potenciômetro que foi instalado no banco extensor. As informações que o potenciômetro captava acerca da ADM e duração das ações musculares eram reproduzidas no *lap top* e foram registradas para análise da manutenção da ADM e ações musculares propostas.

O número de séries que cada voluntária executou ao longo do período de intervenção sofreu progressões já descritas previamente na literatura (Diniz, 2016). Nas primeiras duas semanas, as voluntárias realizaram três séries. Na terceira, quarta e quinta semana as voluntárias executaram quatro séries. Entre a sexta e oitava semana foram realizadas cinco séries e entre a nona e décima segunda semana foram executadas seis séries em cada sessão de treinamento.

2.7 Pós-intervenção

O primeiro dia de coleta pós-intervenção, que teve como objetivo coletar dados para o estudo principal, aconteceu entre 72-96h após o término do período de treinamento. No segundo, terceiro e quarto dia de coleta de dados pós-intervenção foram realizados os testes de 1RM nas ADM testadas na pré-intervenção, em horários similares aos horários dos testes da pré-intervenção, para cada voluntária (com tolerância de 1 hora).

2.8 Análise estatística

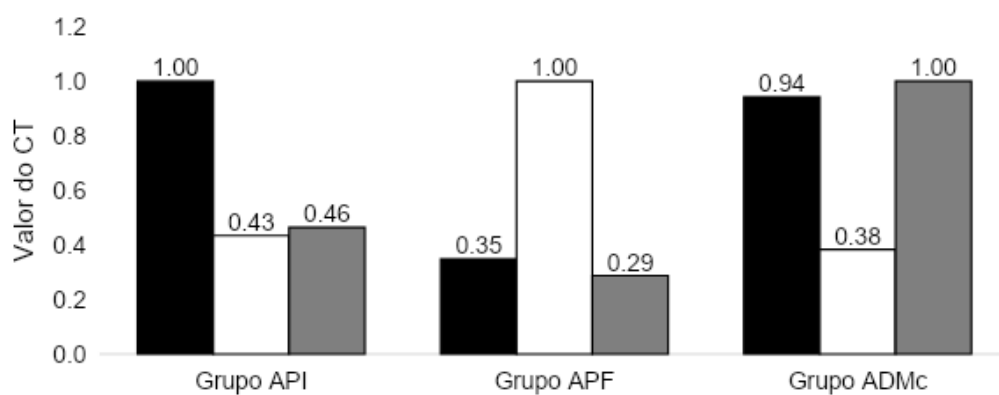
A normalidade da distribuição e a homogeneidade das variâncias de todas as respostas foram verificadas por meio dos testes Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente.

Para verificar o quanto o desempenho de força em determinada ADM foi transferido para uma ADM não treinada, utilizou-se do CT, por meio da seguinte equação: $CT = \text{ganho na tarefa não treinada} / \text{ganho no exercício treinado}$. Para o cálculo do ganho, foi utilizada a seguinte equação: Mudança absoluta do desempenho (desempenho no teste de 1RM pós menos pré) dividida pelo desvio padrão do grupo (Zatsiorsky, Kraemer e Fry, 2021).

3 RESULTADOS

Em relação ao coeficiente de transferência, o grupo ADMc foi o único que obteve um alto CT para API. Já o grupo API e APF apresentou valores de CT similares e baixos nas ADMs não treinadas. O Gráfico 1 ilustra os valores de CT que cada grupo obteve.

Gráfico 1. Valores do coeficiente de transferência.



CT: Coeficiente de transferência – resultado ganho no exercício não treinado/resultado ganho no exercício treinado. API: Amplitude Parcial Inicial(100° - 65°). APF: Amplitude Parcial Final (65° - 30°). ADMc: Amplitude Completa (100° - 30°).

4 DISCUSSÃO

O presente estudo apresentou como principal resultado que o treinamento na ADMc gerou um CT de força maior no teste de 1RM na API (94%) do que na APF (38%); e que houve pouca (29% - 46%) transferência de força para outras faixas de ADM após o treinamento nas ADM parciais. Contrariando a expectativa de que o treinamento na API pudesse gerar transferências de força importantes a outras faixas de ADM não treinadas.

Se tratando de treinamento isométrico, Kubo *et al.*(2006) conduziram por 12 semanas um estudo intra indivíduo no qual os participantes treinaram de forma isométrica no banco extensor de joelhos. Cada participante teve os músculos de uma das coxas alocados de forma randomizada a um protocolo de treinamento em maior comprimento (100° de flexão de joelhos) e os da outra coxa em menor comprimento (50° de flexão de joelhos) (0° = joelho estendido). A condição de maior comprimento muscular proporcionou um aumento da contração voluntária isométrica máxima (CVIM) em todos os ângulos analisados (40°, 50°, 60°, 70°, 80°, 90°, 100°, 110°). Por outro lado, os aumentos na CVIM da condição que treinou com os músculos em menor comprimento muscular foi limitada ao ângulo treinado e aos ângulos próximos a ele. No estudo de Noorkoivet *al.* (2014), os pesquisadores obtiveram um resultado semelhante após conduzirem um estudo por seis semanas. No estudo, 16 homens destreinados foram designados a um de dois grupos de treinamento isométrico no banco extensor de joelhos. Um grupo treinou com os músculos da coxa em maior comprimento (alongados) (87,5° ± 6.0° de flexão de joelhos) e o outro grupo treinou com os músculos em menor comprimento (encurtados) (38,1° ± 3.7° de flexão de joelhos). Ao final do estudo, o grupo que treinou com os músculos encurtados obteve o maior pico de força específico ao ângulo treinado, enquanto que o grupo que treinou com os músculos alongados obteve uma resposta do aumento de força além do ângulo treinado. Porém, estes aumentos na produção de força isométrica em ângulos não treinados, a partir do treinamento na condição onde o músculo encontra-se alongado, parece não ocorrer na mesma magnitude quando o treinamento é dinâmico.

Estudos prévios com protocolos de treinamento utilizando contrações musculares dinâmicas (Weiss *et al.*,2000; Rhea *et al.*,2016) e investigaram o CT após o treinamento com diferentes ADMs obtiveram resultados que em parte coincidem com os do presente estudo. Em Weiss *et al.* (2000) foi visto que a transferência de força máxima dinâmica (teste de 1RM) após o treinamento na ADMc para a APF no exercício agachamento foi expressivo (170%). Enquanto que o treinamento na APF gerou pouca(-11%) transferência para a ADMc. Estes resultados corroboram com Rhea *et al.* (2016), que também perceberam um maior CT de força máxima dinâmica após o treinamento na ADMc no teste de 1RM na APF; enquanto o CT após o treinamento na APF foi pouco expressivo(8%) no teste de 1RM na ADMc.

No presente estudo, o treinamento na ADMc foi o único a apresentar um CT expressivo e na faixa de ângulos da API(94%). É possível supor que, assim como nos movimentos balísticos (Mccarthy *et al.*,2012), a maior aceleração e conseqüentemente maior estresse mecânico tenha acontecido nos ângulos iniciais da fase concêntrica do movimento. Como demonstrado por Lacerda *et al.* (2021), em que o grupo que treinou com repetições mais rápidas no banco extensor de joelhos (2s por repetição), teve maior produção de força nos ângulos iniciais do que nos ângulos finais.No estudo de Lippold (1952), o autor encontrou uma correlação linear entre a tensão produzida pela contração muscular e o sinal eletromiográfico (EMG). Apesar das limitações da EMG (Vigotsky *et al.*, 2018), presume-se que a possível maior tensão nos ângulos iniciais da fase concêntrica gerada pelo treinamento conduzido utilizando a ADMc possibilitou aumentar o recrutamento de unidades motoras nos mesmos ângulos que a API. Em outras palavras, treinar em ADMc pode ser capaz de gerar adaptações neurais específicas, propiciando um CT significativo na API. Os grupos que treinaram nas ADM parciais não apresentaram CTs expressivos em faixas de ângulos não treinadas,mostrando que a transferência de força acontece em maior magnitude quando determinada faixa angular está incluída nos ângulos treinados (Blommquist *et al.*, 2016; Rhea *et al.*, 2016; Weiss *et al.*, 2000).

Por fim, com base na literatura prévia e nos resultados aqui encontrados é possível supor que, ainda que a manipulação da ADM gere adaptações distintas, a

transferência de força é afetada positivamente quando os ângulos para os quais se quer transferir a força estão incluídos na faixa angular treinada. Principalmente quando o maior estresse mecânico da ADM treinada acontece próximo ou nos mesmos ângulos utilizados na ADM não treinada testada.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo forneceu mais evidências de que a manipulação da ADM pode influenciar nas adaptações de força após um período de treinamento. Diante dos resultados encontrados, se o objetivo é do praticante é aumentar a força nos ângulos iniciais do exercício banco extensor de joelhos, o treinamento na ADM e API pode ser indicado. Se o objetivo é aumentar a força nos ângulos finais do exercício banco extensor de joelhos o treinamento na APF se torna uma opção interessante.

REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687-708, 2009.

AUGUSTSSON *et al.* Weight training of the thigh muscles using closed vs.open kinetic chain exercises: A comparison of performance enhancement. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 27, n. 1, p. 3-8, 1998.

BLACKBURN, J. R.; MORRISSEY, M. C. The relationship between open and closed kinetic chain strength of the lower limb and jumping performance. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 27, n. 6, p. 430-435, 1998.

BLOOMQUIST, K. *et al.* Effect of range of motion in heavy load squatting on muscle and tendon adaptations. **European Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 8, p. 2133-2142, 2013.

CAVANAUGH, T.; POWERS, M. ACL Rehabilitation Progression: Where Are We Now? **Current Reviews in Musculoskeletal Medicine**, v. 10, n. 3, p. 289-296, 2017.

CHAGAS, M. H.; LIMA, F. V. **Musculação: variáveis estruturais / Programas de treinamento / força muscular**. 3 ed. Belo Horizonte: [s.n.], 2015.

DARIDO, S. C.; SOUZA JÚNIOR, O. M. D. **Para Ensinar Educação Física: possibilidades de intervenção na escola**. Campinas: Papirus, 2007.

DINIZ, R. C. R. **Comparação das respostas de hipertrofia inter e intramuscular e de força em ângulo específico após protocolos de treinamento de força com diferentes durações das ações musculares**. Orientador: Mauro Heleno Chagas. 2016. 85f. Tese (Ciências do esporte). Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2016.

DUCHATEAU, J.; HAINAUT, K. Isometric or dynamic training: differential effects on mechanical properties of a human muscle. **Journal of applied physiology**, v. 56, n. 2, p. 296-301, 1984.

KUBO, K. *et al.* Effects of isometric training at different knee angles on the muscle-tendon complex in vivo. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 16, n. 3, p. 159-167, 2006.

LACERDA, L. T. *et al.* Resistance training with different repetition duration to failure: effect on hypertrophy, strength and muscle activation. **Peer J**, v. 9, p. e1090, 2021.

LIPPOLD, O. C. J. The relation between integrated action potentials in a human muscle and its isometric tension. **The Journal of physiology**, v. 117, n. 4, p. 492, 1952.

MAEO, S. *et al.* Greater hamstrings muscle hypertrophy but similar damage protection after training at long versus short muscle lengths. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 53, n. 4, p. 825, 2021.

MANGINE, G. T. *et al.* The effect of training volume and intensity on improvements in muscular strength and size in resistance-trained men. **Physiological Reports**, v. 3, n. 8, p. e12472, 2015.

MARTINS-COSTA, H. C. *et al.* Equalization of Training Protocols by Time Under Tension Determines the Magnitude of Changes in Strength and Muscular Hypertrophy. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 2021.

MCCAFFERTY, W. B.; HORVATH, S. M. Specificity of exercise and specificity of training: a subcellular review. **Research Quarterly. American Alliance for Health, Physical Education and Recreation**, v. 48, n. 2, p. 358-371, 1977.

MCCARTHY, J. P. *et al.* Potentiation of concentric force and acceleration only occurs early during the stretch-shortening cycle. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 26, n. 9, p. 2345-2355, 2012.

NOORKOIV, M.; NOSAKA, K.; BLAZEVIČH, A. J. Neuromuscular adaptations associated with knee joint angle-specific force change. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 45, n. 8, p. 1525-1537, 2014.

PEDROSA, G. F. **Diferentes manipulações na amplitude de movimento podem resultar em distintas respostas de força e hipertrofia muscular no treinamento de força?** Orientador: Mauro Heleno Chagas. 2020. 104f. Tese (Ciências do esporte). Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2020.

PEDROSA, G. F. *et al.* Variation in resistance training load: So much to explain. **Revista Kinesis**, v. 39, p. 01-12, 2021.

PEDROSA, G. F. *et al.* Can muscle fatigue in women be influenced by knee extension tasks in different ranges of motion? **Human Movement**, v. 23, n. 3, 2022.

RHEA, M. R. *et al.* Joint-angle specific strength adaptations influence improvements in power in highly trained athletes. **Human Movement**, v. 17, n. 1, p. 43-49, 2016.

SCHOENFELD, B. J. *et al.* Loading recommendations for muscle strength, hypertrophy and local endurance: A re-examination of the repetition continuum. **Sports**, v. 9, n. 2, 2021. ISSN 32.

TAN, B. Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: a review. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 13, n. 3, p. 289-304, 1999.

TANIMOTO, M. *et al.* Effects of whole-body low-intensity resistance training with slow movement and Tonic force generation on muscular size and Strength in young men. **The Journal of Strength and Conditioning**, v. 6, n. 22, p. 1926-1938, 2008.

ULLRICH, B.; KLEINÖDER, H.; BRÜGGEMANN, G. Moment-angle relations after specific exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v. 30, n. 4, p. 293-391, 2009.

VIGOTSKY, A. D. *et al.* Interpreting signal amplitudes in surface electromyography studies in sport and rehabilitation sciences. **Frontiers in Physiology**, v. 8, Janeiro 2018.

VIGOTSKY, A. D. *et al.* Methods matter: the relationship between strength and hypertrophy depends on methods of measurement and analysis. **Peer J.**, v. 6, 2018.

WEISS, L. W. *et al.* Comparative effects of deep versus shallow squat and leg-press training on vertical jumping ability and related factors. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 14, n. 3, p. 241-247, 2000.

WILSON, G. J.; MURPHY, A. J.; WALSHE, A. The specificity of strength training: the effect of posture. **European Journal of Applied Physiology**, v. 73, p. 346-352, 1996.

WIRTH, K. *et al.* The impact of back squat and leg-press exercises on maximal strength and speed-strength parameters. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 5, p. 1205-1212, 2016.

YOUNG, W. B. Transfer of Strength and Power Training. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 1, n. 2, p. 74-83, 2006.

ZATSIORSKY, V. M.; KRAEMER, W. J.; FRY, A. C. **Science and Practice of Strength Training**. 3 ed. Champaign: Human Kinetics Publishers, 2021.