

Universidade Federal de Juiz de Fora  
Campus Avançado Governador Valadares  
Instituto de Ciências da Vida  
Curso de Fisioterapia

Denys Batista Campos

**ELEMENTOS RELATIVOS DE RESISTÊNCIA ISOINERCIAL DURANTE UM  
EXERCÍCIO DE AGACHAMENTO AFETAM A POTÊNCIA EXCÊNTRICA  
MÁXIMA**

Governador Valadares

2022

Denys Batista Campos

**ELEMENTOS RELATIVOS DE RESISTÊNCIA ISOINERCIAL DURANTE UM  
EXERCÍCIO DE AGACHAMENTO AFETAM A POTÊNCIA EXCÊNTRICA  
MÁXIMA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Juiz de Fora Campus Avançado Governador Valadares, como requisito para aprovação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II.

Orientador: Alexandre Wesley Carvalho Barbosa

Coorientador: Matheus Almeida Souza

Governador Valadares

2022

Batista Campos, Denys .

ELEMENTOS RELATIVOS DE RESISTÊNCIA ISOINERCIAL DURANTE UM EXERCÍCIO DE AGACHAMENTO AFETAM A POTÊNCIA EXCÊNTRICA MÁXIMA / Denys Batista Campos. -- 2022.

21 p.

Orientador: Alexandre Wesley Carvalho Barbosa

Coorientador: Matheus Almeida Souza

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Faculdade de Fisioterapia, 2022.

1. RESISTÊNCIA ISOINERCIAL . 2. POTÊNCIA EXCÊNTRICA.  
3. EXERCÍCIO DE AGACHAMENTO. I. Wesley Carvalho Barbosa,  
Alexandre , orient. II. Almeida Souza, Matheus , coorient. III. Título.

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** O treinamento excêntrico controlado oferece benefícios para a prevenção de lesões. Dispositivos isoinerciais são mais efetivos para aplicar sobrecargas concêntricas e excêntricas, mas o papel dos elementos relativos, tais como velocidade, aceleração, força e potência ainda não foi completamente elucidado. O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência dos elementos relativos em diferentes perfis de potência excêntrica máxima.

**MÉTODOS:** Trinta e oito adultos ativos foram divididos por perfis de potência excêntrica máxima: grupo alta potência A (n=20) e baixa potência B (n=18). Eles realizaram agachamento até a falha usando uma polia cônica isoinercial, monitorada por um codificador óptico. Velocidade máxima e média, aceleração, força e potência média foram avaliadas durante as fases concêntrica e excêntrica. **RESULTADOS:** O grupo A apresentou execução mais rápida do exercício, com maiores picos e aceleração média. As correlações entre a potência excêntrica máxima e cada elemento relativo foram as seguintes: quase perfeita com a velocidade máxima; muito grande com potência concêntrica média, velocidade e aceleração médias, potência excêntrica média, força concêntrica média e aceleração máxima; correlações moderadas com força excêntrica máxima e força excêntrica média. **CONCLUSÕES:** Os elementos relativos afetam a potência excêntrica máxima durante o exercício isoinercial de agachamento.

**Palavras-chave:** biomecânica; sobrecarga; exercícios de resistência; volante; agachamento.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Controlled eccentric training offers benefits for injury prevention. Isoinertial devices are most effective for applying concentric and eccentric overloads, but the role of relative elements such as velocity, acceleration, force and power has yet to be fully elucidated. The present study aimed to evaluate the influence of relative elements on different profiles of maximum eccentric power. **METHODS:** Thirty-eight active adults were divided by maximum eccentric power profiles: high power group A (n=20) and low power group B (n=18). They performed squats to failure using an isoinertial conical pulley, monitored by an optical encoder. Maximum and average speed, acceleration, strength and average power were evaluated during the concentric and eccentric phases. **RESULTS:** Group A performed the exercise faster, with higher peaks and average acceleration. The correlations between maximum eccentric power and each relative element were as follows: almost perfect with maximum speed; very large with average concentric power, average velocity and acceleration, average eccentric power, average concentric force, and maximum acceleration; moderate correlations with maximal eccentric strength and mean eccentric strength. **CONCLUSIONS:** Relative elements affect maximal eccentric power during the isoinertial squat exercise.

**Keywords:** biomechanics; overload; resistance exercises; flywheel; squat.

## Sumário

INTRODUÇÃO .....	7
OBJETIVOS .....	9
METODOLOGIA .....	9
ASPECTOS ETICOS .....	9
DESENHO DO ESTUDO E AMOSTRA .....	9
CRITÉRIOS DE INCLUSÃO .....	9
CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO .....	10
INSTRUMENTOS E PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO .....	10
METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS .....	11
RESULTADOS .....	12
DISCUSSÃO.....	14
CONCLUSÃO.....	18
REFERENCIAS.....	18
ANEXO 1 .....	22

## INTRODUÇÃO

O treinamento resistido tornou-se um fator essencial para melhorar o desempenho atlético, melhorando a força, potência e resistência muscular (CAMPOS et al., 2021; DOUGLAS et al., 2016; HEDAYATPOUR; FALLA, 2015). Um objetivo fundamental do treinamento resistido é otimizar o estímulo e o tempo investido para evoluir protocolos de exercício que visam o aumento de força, potência e condicionamento, induzidos por mudanças neuromusculares e estruturais (HEDAYATPOUR; FALLA, 2015; ROIG et al., 2008).

Um número crescente de estudos se concentra em explicar como a ênfase em uma determinada fase pode beneficiar as melhorias gerais no desempenho físico (ILLERA-DOMÍNGUEZ et al., 2018; STASINOPOULOS, 2017), a ação excêntrica, por sua vez, possui várias propriedades fisiológicas distintas quando comparada a contração concêntrica (ROIG et al., 2008). A evidência atual sugere que a força muscular tende a ser mais alta durante as ações de alongamento, pois a carga aplicada ao músculo excede a força produzida pelo próprio músculo (DOUGLAS et al., 2016). Portanto, um efeito aditivo marcante é produzido pela combinação de geração de força e alongamento, tornando-se um fator importante para estimular as vias de sinalização envolvidas no desenvolvimento muscular (HEDAYATPOUR; FALLA, 2015; MARTÍN-RIVERA et al., 2022).

O treinamento excêntrico controlado oferece muitos benefícios para o desempenho e prevenção de lesões relacionadas ao esporte, muitas vezes associado ao aumento da força, resistência e potência muscular (GOODE et al., 2014; WALKER et al., 2016). Evidências também sugerem que mais adaptações neuromusculares são provocadas pelo treinamento de resistência com foco excêntrico em comparação com o treinamento de resistência apenas concêntrico ou tradicional restrito por força concêntrica (DOUGLAS et al., 2016; VOGT; HOPPELER, 2014; ISNER-HOROBETI et al., 2013). Durante o treinamento tradicional com pesos (halter, anilha, barra, etc.), a carga absoluta permanece constante para as fases concêntrica e excêntrica do exercício (MAROTO-IZQUIERDO et al., 2017). O treinamento com sistema isoinercial é uma opção eficaz para aplicar sobrecargas excêntricas geradas por um equipamento, quando comparado a dispositivos isocinéticos (MAROTO-IZQUIERDO et al.,

2017; PRIETO-MONDRAGÓN; CAMARGO-ROJAS; QUINCENO, 2016). O sistema isoinercial utiliza o momento da inércia de uma polia cônica giratória ou um volante sobre a fase concêntrica durante a frenagem, para resistir contra a energia cinética acumulada até parar a roda ou polia cônica no final da fase excêntrica (PRIETO-MONDRAGÓN; CAMARGO-ROJAS; QUINCENO, 2016; MONAJATI et al., 2021). Supõe-se então, que os sistemas isoinerciais permitem a contração voluntária máxima durante a fase excêntrica, evitando as ações excêntricas submáximas empregadas pela carga externa constante sobre os tradicionais sistemas de peso dependentes da gravidade (TIMÓN et al., 2018).

A resistência nos dispositivos isoinerciais é definida pelos elementos absolutos e relativos (VÁZQUEZ-GUERRERO et al., 2016; MORAS; VÁZQUEZ-GUERRERO, 2015). Os elementos absolutos são o peso e o raio do disco/cone, enquanto os elementos relativos incluem velocidade, aceleração e força (VÁZQUEZ-GUERRERO et al., 2016; MORAS; VÁZQUEZ-GUERRERO, 2015). Durante um exercício, os elementos relativos mudam de acordo com uma combinação de força desenvolvida e potência impulsionada pelo segmento ou aceleração do corpo durante o exercício, a sobrecarga também é baseada em elementos inerciais relativos (LOTURCO et al., 2017). Controlar a execução do exercício em dispositivos isoinerciais utilizando os elementos relativos de resistência, é um desafio devido à falta de sistemas que forneçam saída em tempo real durante as fases concêntrica e excêntrica. No entanto, há necessidade de se entender como a potência excêntrica máxima pode ser afetada por esses elementos relativos visando evoluir a prescrição do exercício com base em todas as variáveis controláveis.

O exercício escolhido foi o agachamento devido à sua ampla utilidade tanto em programas de reabilitação física quanto em programas de condicionamento esportivo (VÁZQUEZ-GUERRERO et al., 2016; MCALLISTER; COSTIGAN, 2019; BITTENCOURT et al., 2012). A influência dessas foi analisada por meio das avaliações das diferenças e correlações das saídas de potência máxima excêntrica e a velocidade máxima/média exercida, aceleração e força e potência excêntrico-concêntrica durante a realização de um exercício de agachamento até a fadiga.

## OBJETIVOS

Avaliar a influência dos elementos relativos em distintos perfis de potência excêntrica máxima.

## METODOLOGIA

### ASPECTOS ETICOS

Essa pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) (número 25305219.4.0000.5147). Todos os participantes leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), cada participante recebeu uma via do TCLE.

## DESENHO DO ESTUDO E AMOSTRA

Trata-se de um estudo observacional transversal composto de indivíduos de diferentes níveis de treinamento da cidade de Governador Valadares (n=38). Os participantes foram divididos em grupos por perfil de potência máxima (A e B). Grupo A (homens com altos valores de potência excêntrica máxima [ $>236W$ ] com n=11, (mulheres com altos valores de potência excêntrica máxima [ $>138W$ ] com n=9, grupo B (homens com baixos valores de potência excêntrica máxima [ $<236W$ ] com n=10, e (mulheres com baixos valores de potência excêntrica máxima [ $<138W$ ] ) com n=8.

## CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Os critérios de inclusão foram indivíduos com idades entre 18-30 anos e ser ativo de acordo com o International Physical Activity Questionnaire (IPAQ).

## CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Os critérios de exclusão foram apresentar qualquer tipo de doença neurológica, cardiorrespiratória, metabólica e/ou ortopédica de alta gravidade, problema mental, distúrbios de atenção e de fala, impossibilidade de realizar as avaliações, intervenções e ter se submetido a algum tipo de cirurgia do aparelho locomotor que inviabilize sua participação.

## INSTRUMENTOS E PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO

As avaliações aconteceram na Clínica Escola de Fisioterapia da UFJF-GV, a equipe de avaliadores foi previamente treinada para a realização dos procedimentos. Inicialmente foram coletados dados de identificação (nome, idade, sexo), informações sobre realização de atividades físicas (frequência, tempo, rotina, duração) e medidas antropométricas, como peso (balança águia urso 2003A), altura (estadiômetro simples), Índice de Massa Corporal (IMC) e perimetria de membros inferiores.

O IPAQ foi utilizado para avaliar o nível de atividade física dos participantes. As propriedades psicométricas deste questionário foram previamente validadas para o uso no Brasil (IPAQ RESEARCH COMMITTEE, 2005). (ANEXO 1).

Após a realização da avaliação inicial, os participantes foram submetidos às avaliações, os dados foram obtidos por meio de um encoder linear acoplado ao equipamento isoinercial.

Antes da tarefa oficial, foram realizadas 5 repetições não registradas para familiarização do participante com o equipamento e tarefa. O perfil de potência dos grupos foram determinado baseado nos achados obtidos pelo encoder linear óptico, durante 10 tentativas de agachamento com esforço máximo. Os valores médios de homens e mulheres foram usados para definir os grupos. A tarefa de agachamento foi realizada com carga isoinercial, com o indivíduo fixado por meio

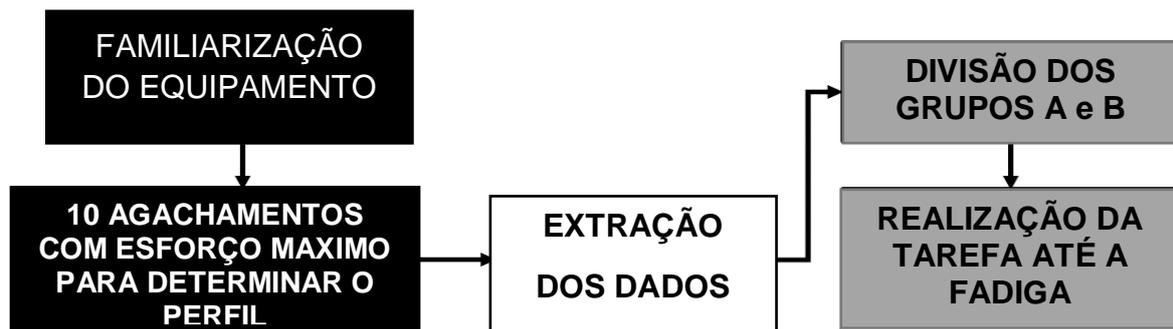
de um colete evitando a sobrecarga na região lombar, até a falha da tarefa. Foi utilizado o equipamento isoinercial do tipo cônico (Ivolution, Sunchales, Santa Fé, Argentina). Os elementos absolutos foram mantidos constantes (Inércia [cone + disco + carga] = 0,09 quilograma por metro quadrado (Kg/m<sup>2</sup>). Os sujeitos foram inicialmente posicionados com os pés apoiados em Steps de aproximadamente 15cm. A distância dos pés foi baseada na linha do ombro. Os participantes foram instruídos a aplicar força máxima durante a fase ascendente ou concêntrica e resistir à frenagem durante a fase descendente ou excêntrica. O protocolo oficialmente utilizado foi a repetição do movimento supracitado até que o participante relatasse a exaustão, ou quando não conseguiu realizar a próxima repetição.

O codificador óptico incremental-rotacional de alta resolução (Equipamento Isoinercial IVOLUTION™, Santa Fe, Argentina), foi anexado ao eixo da Polia Cônica Portátil. O cabo de saída foi conectado a uma placa A/D que foi finalmente conectada a um laptop, onde todas as informações foram gravadas e processadas offline usando o Software VALKYRIA™ (IVOLUTION™ Isoinercial Equipment, Santa Fe, Argentina). Os seguintes elementos relativos foram extraídos: velocidade máxima e média concêntrica e excêntrica (velocidade máxima; velocidade média), aceleração (aceleração máxima; aceleração média), força (força concêntrica máxima; Força concêntrica média força excêntrica máxima; força excêntrica média) e potência média (potência concêntrica média, potência excêntrica média). Os equipamentos utilizados foram reservados junto ao Núcleo de Investigação Musculoesquelética (NIME) da UFJF-GV.

## METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS

Os dados foram apresentados em forma de média e desvio padrão. Foi realizada análise multivariada de variância com medidas repetidas usadas para comparação entre grupos e intragrupo. Os dados foram submetidos ao teste post-hoc de Holm para evitar comparações múltiplas. Para comparação pareada das variáveis o tamanho de efeito foi obtido pelo teste d de Cohen, considerando

resultados menores que 0,2 irrelevantes, entre 0,2 e 0,6 fracos, entre 0,6 e 1,2 moderado, entre 1,2 e 2 forte, entre 2 e 4 muito forte, e acima de 4 quase perfeito. Para análise de correlação foi realizado cálculo do coeficiente de Pearson, considerando valores menores que 0,1 sem correlação, entre 0,1 e 0,3 correlação fraca, entre 0,3 e 0,5 correlação moderada, entre 0,5 e 0,7 correlação forte, entre 0,7 e 0,9 correlação muito forte e acima de 0,9 correlação quase perfeita. O nível de significância foi estabelecido em 5% ( $p < 0,05$ ). As análises foram feitas pelo software JAMOV 1.1.9



## RESULTADOS

Nenhuma intervenção foi realizada em nenhum dos grupos e nenhum efeito adverso foi relatado por nenhum participante durante as avaliações. Comparado ao grupo B, o grupo A apresentou maior Velocidade máxima, Velocidade média, Aceleração máxima e Aceleração média (tabela 2). O grupo A apresentou maior força máxima ( $F=5,58$ ;  $p=0,02$ ) em comparação ao grupo B. No entanto, não foram observadas diferenças para comparação grupo/fase ( $F=1,52$ ;  $p=0,22$ ), nem para comparação de fase (força concêntrica máxima vs. força excêntrica máxima:  $F=0,01$ ;  $p=0,90$ ), o que não leva a diferenças significativas em comparações pareadas (tabela 3) após as correções post-hoc de Holm. O grupo A apresentou maior força média ( $F=8,32$ ;  $p=0,007$ ) em relação ao grupo B, com diferenças adicionais observadas para as fases (força concêntrica média > força excêntrica média:  $F=13,51$ ;  $p=0,001$ ). No entanto, apenas o A mostrou diferenças dentro do grupo para comparações pareadas de fase com as correções post-hoc aplicadas (tabela 3). O grupo A apresentou maior potência média em comparação ao grupo B ( $F=21$ ;  $p=0,001$ ). Diferenças

intragrupo também foram observadas (CON>ECC:  $F=225$ ;  $p=0,001$ ), quanto à análise fatorial grupo/fase ( $F=11,3$ ;  $p=0,002$ ). A Tabela 3 resume as comparações pareadas de potência média.

Tabela II. - Comparações pareadas entre grupos: grupo de maior potência excêntrica (A) vs. grupo de menor potência excêntrica (B).

Variáveis	Grupo A	Grupo B	p	Tamanho do efeito
Velocidade máxima (m/s)	1.07±0.13	0.85±0.11	0.001	1.78
Velocidade média (m/s)	0.83±0.12	0.66±0.09	0.001	1.55
Aceleração máxima (m/s <sup>2</sup> )	2.66±0.43	2.17±0.53	0.003	1.03
Aceleração média (m/s <sup>2</sup> )	1.42±0.33	1.83±0.34	0.001	1.22

Tabela III. - Comparações entre pares (A vs. B) e dentro do grupo (Concêntrico vs. Excêntrico).

Variáveis	Tipo de contração	Grupo A	Grupo B	Comparações entre grupos	Comparações dentro do grupo
Força máxima (N)	Concêntrico	479±125	424±110	$p=0.42$ ; ES=0.46	N/A ( $F=0.01$ ; $p=0.90$ )
	Excêntrico	499±119	401±95	$p=0.06$ ; ES=0.91	
Força média (N)	Concêntrico	350±73	277±66	$p=0.01$ ; ES=1.04	A: $p=0.005$ ; ES=0.37
	Excêntrico	323±74	265±74	$p=0.04$ ; ES=0.79	B: $p=0.11$ ; ES=0.17

	Concêntrico	250±67	157±61	p=0.001;	A: p=0.001;
Potencia				ES=1.46	ES=2.01
média (W)	Excêntrico	138±41	85±31	p=0.007;	B: p=0.007;
				ES=1.44	ES=1.49

---

Uma análise hierárquica mostrou os níveis de correlação entre a potência excêntrica máxima e cada um dos seguintes elementos relativos: quase perfeitamente correlacionados com velocidade máxima ( $r=0,92$ ;  $p=0,001$ ); correlações muito grandes com potência concêntrica média ( $r=0,89$ ;  $p=0,001$ ), velocidade média ( $r=0,85$ ;  $p=0,001$ ), aceleração média ( $r=0,85$ ;  $p=0,001$ ), potência excêntrica média ( $r=0,83$ ;  $p=0,001$ ), força concêntrica média ( $r=0,76$ ;  $p=0,001$ ) e aceleração máxima ( $r=0,70$ ;  $p=0,001$ ); correlações moderadas com força excêntrica máxima ( $r=0,59$ ;  $p=0,001$ ) e força excêntrica média ( $r=0,56$ ;  $p=0,001$ ); e uma pequena correlação foi observada com força concêntrica máxima ( $r=0,34$ ;  $p=0,001$ ).

## DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência dos elementos relativos em diferentes perfis de potência excêntrica máxima. A análise considerou as diferenças e correlações das saídas de potência máxima excêntrica e a velocidade máxima/média exercida, aceleração e força e potência excêntrica concêntrica durante a execução de um exercício de agachamento. Como os elementos absolutos eram constantes, a sobrecarga gerada era devido aos elementos relativos.

Os resultados mostraram que o grupo A realizou o exercício mais rapidamente em comparação com o grupo B. O A também apresentou maiores picos de aceleração, com maiores níveis de aceleração média ao longo de todo o exercício. A força máxima não diferiu entre as fases. No entanto, o grupo A

exerceu picos de força excêntrica relevantes mais altos em comparação com o grupo B considerando o tamanho do efeito. Além disso, o grupo A exerceu maior força média durante todo o exercício, e a fase concêntrica parece explicar essa diferença de magnitude. O grupo A produziu maiores níveis de potência média, principalmente durante a fase concêntrica. A análise de correlação também destacou as variáveis mais associadas à potência excêntrica máxima. Os achados mostraram que a manutenção de níveis médios mais altos de força concêntrica, velocidade, aceleração e, conseqüentemente, potência média durante todo o exercício parece estar mais correlacionada com a potência excêntrica máxima do que exercer picos máximos, exceto para Velocidade máxima, a variável mais correlacionada.

Mecanicamente, a lógica do resultado é que o produto de força e velocidade determinaria a potência máxima, (MEYLAN et al., 2015) com maiores forças propulsivas (aceleração) em fases concêntricas permitindo maior frenagem sequencial (desacelerações) em fases excêntricas (PRIETO-MONDRAGÓN; CAMARGO-ROJAS; QUINCENO, 2016). Outros estudos mostraram relações significativas entre potência, força e velocidade para produzir melhora no desempenho atlético e/ou durante a execução de um exercício (LOTURCO et al., 2017; RAHMANI et al., 2001; JIMÉNEZ-REYES et al., 2014), destacando a modulação do exercício por meio de mudanças na carga e na velocidade de execução, em vez de apenas na carga. (LOTURCO et al., 2017; PADULO et al., 2017; LOTURCO et al., 2021). Estudos anteriores já forneceram evidências para explorar a velocidade relativa do elemento como uma variável de prescrição de intensidade para treinamento de agachamento isoinercial sob diferentes cargas, indicando que a sobrecarga é possível cineticamente (CARROLL et al., 2018; CAMPOS et al., 2021). Outro estudo comparou o agachamento tradicional e o leg-press, encontrando diferentes capacidades mecânicas de os extensores de membros inferiores no agachamento em comparação com o leg-press (PADULO et al., 2017).

Os autores concluíram que a potência máxima foi devido a capacidades de velocidade muito maior. Os autores também encontraram uma correlação polinomial de 2ª ordem entre potência e velocidade, de acordo com a presente correlação linear quase perfeita. O tipo de agachamento (tradicional vs.

isoinercial) e a variação de carga podem ser responsáveis por esses tipos distintos de correlação. A relação potência-velocidade individual ideal produziria os melhores resultados de desempenho atlético imediatos e acumulados (curto e longo prazo), geralmente medidos por preditores como altura do salto, força, velocidades lineares de sprint e mudança de direção durante o sprint. (FIORILLI et al., 2020; LOTURCO et al., 2019). Um estudo recente comparou o treinamento pliométrico convencional de futebol e o treinamento isoinercial para sobrecarga de movimentos multidirecionais em condições esportivas específicas (FIORILLI et al., 2020). O treinamento isoinercial mostrou maiores melhorias de desempenho em força explosiva e reativa, capacidade de sprint, mudança de desempenho de direção e precisão de chute de futebol. Evidências apoiam a superioridade do treinamento de resistência isoinercial em comparação com o exercício tradicional para promover adaptações do músculo esquelético em termos de resistência muscular, força e potência ao longo de um treinamento de resistência isoinercial de 4 semanas (MAROTO-IZQUIERDO et al., 2017; ILLERA-DOMÍNGUEZ et al., 2018).

À medida que o exercício evolui em função do aumento da potência, a atividade geralmente se torna difícil de sustentar. Do ponto de vista prático, a estratégia de estimulação permite que o sujeito tolere mais o exercício. O presente estudo não controlou o ritmo de agachamento, permitindo que os participantes autorregulassem a execução do exercício. Independentemente disso, ambos os grupos tiveram o mesmo tempo até a fadiga, número de repetições e cadência, que representam estratégias de ritmo semelhantes dos grupos.

Assim, de acordo com nossos achados, a estratégia de estimulação bem-sucedida para produzir níveis mais altos de potência isoinercial excêntrica parece privilegiar o esforço concêntrico imediato e o nível de velocidade máxima de cada agachamento executado e manter o mesmo nível desses parâmetros durante todo o exercício do que controlar o gasto de energia para permitir mais repetições. Esses resultados estão de acordo com achados anteriores que sugerem que a sobrecarga experimentada durante um agachamento em um dispositivo isoinercial (volante) é principalmente um produto das características do impulso (concêntrico), impondo maior tempo sob tensão mecânica

(CARROLL et al., 2018). Ao impor uma força concêntrica maior, o A consequência é um efeito de frenagem maior sob velocidade elevada, produzindo o resultado de potência excêntrica observado. Por outro lado, um estudo anterior encontrou maior potência excêntrica sobre concêntrica após um treinamento isoinercial de polia cônica de 9 semanas (2-3 séries de 6 repetições) em atletas de futebol em comparação com um grupo controle (NUÑEZ et al., 2019). O exercício, no entanto, foi um front-Step executado com suporte de peso de uma perna, o que exige um nível bastante maior de coordenação muscular e desenvolvimento de força. Além disso, o resultado primário foi resultado de um regime de treinamento prospectivo, enquanto o presente estudo teve como objetivo avaliar uma única sessão de exercício com foco nos elementos relativos como moduladores da potência excêntrica produzida. Outro estudo muito interessante mostrou o início precoce da hipertrofia muscular total (4 semanas; 2-3 sessões/semana) com cinco séries de 10 agachamentos volantes usando um momento fixo de inércia de 0,09 kg/m<sup>2</sup>, muito semelhante ao presente protocolo; (ILLERA-DOMÍNGUEZ et al., 2018). A diferença foi a pausa entre as séries (3 min), o que não foi permitido no presente estudo. Os elementos relativos não foram controlados durante cada sessão, portanto, a magnitude de cada fator não foi avaliada com precisão. O exercício isoinercial, como o exercício de resistência tradicional, mostrou o potencial de evocar desempenhos funcionais e atléticos ótimos se os treinadores forem capazes de controlar ambos: os elementos absolutos e relativos da prescrição. A carga de treinamento ideal durante um programa isoinercial dependeria, em última análise, desses elementos.

Algumas limitações devem ser abordadas. Apenas adultos jovens ativos compuseram a amostra, contrabalançada por gênero. Outras faixas de idade podem apresentar resultados diferentes. Apenas 2 perfis de potência excêntrica máxima foram usados para dividir a amostra e as conclusões são limitadas a esses perfis. Com o objetivo de avaliar as variáveis de resultado com uma amostra maior de ciclos, o exercício foi realizado de forma contínua e sem intervalos de descanso até a falha da tarefa, para que fossem registradas múltiplas sequências de agachamento. Outros volumes com outros períodos de recuperação podem apresentar resultados diferentes, pois o sistema

neuromuscular seria capaz de recuperar parte da energia gasta. A polia cônica permite cargas menores enquanto acelerações maiores são realizadas devido ao raio variável do cone. Outros dispositivos podem evocar resultados diferentes.

## CONCLUSÃO

Os elementos relativos afetam a potência máxima excêntrica durante um exercício isoinercial de agachamento. Implicações práticas foram provocadas por essas descobertas. A resistência do exercício pode ser controlada por meio das variáveis avaliadas: velocidade, aceleração, força e potência. Para sobrecarregar o exercício de agachamento isoinercial, essas variáveis biomecânicas podem ser um recurso adicional para apenas aumentar os elementos absolutos. Treinadores e fisioterapeutas podem usar essas variáveis biomecânicas e/ou os perfis para definir, controlar e desenvolver os protocolos de exercícios resistidos isoinerciais.

## REFERENCIAS

BITTENCOURT, N. F. N. N. et al. Foot and hip contributions to high frontal plane knee projection angle in athletes: a classification and regression tree approach. **J Orthop Sports Phys Ther.**, v. 42, n. 12, p. 996-1004, 2012.

CAMPOS, D. B. et al. Acceleration Profiles and the Isoinertial Squatting Exercise: is there a direct effect on concentric eccentric force, power, and neuromuscular efficiency? **Journal Of Sport Rehabilitation**, v. 30, n. 4, p. 646-652, 2021.

CARROLL, K. M. et al. Characterising overload in inertial flywheel devices for use in exercise training. **Sport Biomech.**, v. 18, n. 4, p. 390-401, 2019.

DOUGLAS, J. et al. Chronic Adaptations to Eccentric Training: A Systematic Review. **Sport Med.**, v. 47, n. 5, p. 917-941, 2017.

FIORILLI, G. et al. Isoinertial eccentric-overload training in young soccer players: Effects on strength, sprint, change of direction, agility and soccer shooting precision. **J Sport Sci Med.**, v. 19, n. 1, p. 213-223, 2020.

GOODE, A. P. et al. Eccentric training for prevention of hamstring injuries may depend on intervention compliance: A systematic review and meta-analysis. **Br J Sports Med.**, v. 49, n. 6, p. 349-356, 2015.

HEDAYATPOUR, N. & FALLA, D. Physiological and Neural Adaptations to Eccentric Exercise: Mechanisms and Considerations for Training. **Biomed Res Int.**, v. 2015, p. 1-7, 2015.

ILLERA-DOMINGUEZ, V. et al. Early functional and morphological muscle adaptations during short-term inertial-squat training. **Front Physiol.**, v. 9, p. 1-12, 2018.

ISNER-HOROBETI, M. E. et al. Eccentric Exercise Training: Modalities, Applications and Perspectives. **Sport Med.**, v. 43, n. 6, p. 483-512, 2013.

IPAQ RESEARCH COMMITTEE. Guidelines for Data Processing and Analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) – Short and Long Forms. n. November, 2005.

JIMENEZ-REYES, P. et al. Effect of countermovement on power–force–velocity profile. **Eur J Appl Physiol.**, v. 114, n. 11, p. 2281-2288, 2014.

LOTURCO, I. et al. Acceleration and Speed Performance of Brazilian Elite Soccer Players of Different Age-Categories. **J Hum Kinet.**, v. 64, p. 205-218, 2018.

LOTURCO, I. et al. Predicting the Maximum Dynamic Strength in Bench Press: The High Precision of the Bar Velocity Approach. **J Strength Cond Res.**, v. 31, n. 4, p. 1127-1131, 2017.

LOTURCO, I. et al. Predictive Factors of Elite Sprint Performance: Influences of Muscle Mechanical Properties and Functional Parameters. **J Strength Cond Res.**, v. 33, n. 4, p. 974-986, 2019.

MAROTO-IZQUIERDO, S. et al. Skeletal muscle functional and structural adaptations after eccentric overload flywheel resistance training: a systematic review and meta-analysis. **J Sci Med Sport.**, v. 20, n. 10, p. 943-951, 2017.

MARTIN-RIVERA, F. et al. Use of concentric linear velocity to monitor flywheel exercise load. **Frontiers In Physiology**, v. 13, p. 324-344, 2022.

MCALLISTER, M. & COSTIGAN, P. Evaluating movement performance: What you see isn't necessarily what you get. **Hum Mov Sci.**, v. 64, p. 67-74, 2019.

MEYLAN, C. M. P. et al. The reliability of isoinertial force–velocity–power profiling and maximal strength assessment in youth. **Sport Biomech.**, v. 14, n. 1, p. 68-80, 2015,

MONAJATI, A. et al. Injury Prevention Programs Based on Flywheel vs. Body Weight Resistance in Recreational Athletes. **J Strength Cond Res.**, v. 35, n.1, p. 188-196, 2021.

MONDRAGON, L. D. P.;ROJAS, C. D. A.;QUICENO, C. A. Isoinertial technology for rehabilitation and prevention of muscle injuries of soccer players: Literature review. **Rev Fac Med.**, v. 64, n. 3, 2016.

MORAS, G. & GUERRERO, J. V. Force production during squats performed with a rotational resistance device under stable versus unstable conditions. **J Phys Ther Sci.**, v. 27, n. 11, p. 3401–3406, 2015.

NUNEZ, F. J. et al. Eccentric-concentric Ratio: A Key Factor for Defining Strength Training in Soccer. **Int J Sports Med.**, v. 40, n. 12, p. 796-802, 2019.

PADULO, J. et al. Lower Limb Force, Velocity, Power Capabilities during Leg Press and Squat Movements. **Int J Sports Med.**, v. 38, n. 14, p. 1083-1089, 2017.

RAHMANI, A. et al. Force/velocity and power/velocity relationships in squat exercise. **Eur J Appl Physiol.**, v. 84, n. 3, p. 227-232 2001.

ROIG, M. et al. The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: A systematic review with meta-analysis. **Br J Sports Med.**, v. 43, n. 8, p. 556-568, 2009.

STASINOPOULOS, D. & STASINOPOULOS , I. Comparison of effects of eccentric training, eccentric-concentric training, and eccentric-concentric training combined with isometric contraction in the treatment of lateral elbow tendinopathy. **J Hand Ther.**, v. 30, n. 1, p. 13-19 2017.

TIMON, R. et al. Inertial flywheel resistance training and muscle oxygen saturation. **J Sports Med Phys Fitness.**, v. 58, n. 11, p. 1618-1624, 2018.

VAZQUEZ-GUERRERO, J. et al. Force outputs during squats performed using a rotational inertia device under stable versus unstable conditions with different loads. **PLoS One.**, v. 11, n. 4, 2016.

VOGT, M. & HOPPELER, H. H. Eccentric exercise: Mechanisms and effects when used as training regime or training adjunct. **J Appl Physiol.**, v. 116, n. 11, p. 1446-54, 2014.

WALKER, S. et al. Greater strength gains after training with accentuated eccentric than traditional isoinertial loads in already strength-trained men. **Front Physiol.**, v. 7, n. 149, 2016.



## QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – VERSÃO CURTA -

Nome: \_\_\_\_\_  
Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Idade : \_\_\_\_ Sexo: F ( ) M ( )

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação !

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

**1a** Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias \_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**1b** Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: \_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_

**2a.** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar

CENTRO COORDENADOR DO IPAQ NO BRASIL- CELAFISCS -  
INFORMAÇÕES: ANÁLISE, CLASSIFICAÇÃO E COMPARAÇÃO DE RESULTADOS NO BRASIL  
Tel-Fax: - 011-42298980 ou 42299643. E-mail: celafiscs@celafiscs.com.br  
Home Page: www.celafiscs.com.br IPAQ Internacional: www.ipaq.ki.se

**moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**2b.** Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**3a** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**3b** Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentado durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

**4a.** Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

**4b.** Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

#### **PERGUNTA SOMENTE PARA O ESTADO DE SÃO PAULO**

5. Você já ouviu falar do Programa Agita São Paulo? ( ) Sim ( ) Não

6. Você sabe o objetivo do Programa? ( ) Sim ( ) Não

CENTRO COORDENADOR DO IPAQ NO BRASIL- CELAFISCS -  
INFORMAÇÕES: ANÁLISE, CLASSIFICAÇÃO E COMPARAÇÃO DE RESULTADOS NO BRASIL  
Tel-Fax: - 011-43296980 ou 43296643. E-mail: celafiscs@celafiscs.com.br  
Home Page: www.celafiscs.com.br IPAQ Internacional: www.ipaq.ki.se