

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE DE RIBEIRÃO PRETO

PROJETO DE PESQUISA

Título:

“EFEITOS DA POSIÇÃO DA BARRA NO AGACHAMENTO SOBRE A FORÇA E A
HIPERTROFIA REGIONAL DO GLÚTEO MÁXIMO”

Candidato: Conrado Maia

Orientador: Matheus Machado Gomes

Ribeirão Preto - SP

2026

RESUMO

O glúteo máximo é um dos maiores músculos do corpo humano e desempenha um papel essencial na estabilidade e na movimentação dos quadris e da pelve. Para aumentar a força e o tamanho do glúteo máximo, uma variedade de exercícios é utilizada. O agachamento com barra é considerado um exercício multiarticular essencial no treinamento de membros inferiores. Entretanto, é importante notar que faltam evidências a longo prazo sobre os efeitos de diferentes tipos de agachamentos na hipertrofia regional do glúteo máximo e na força máxima de extensão de quadril. O objetivo da pesquisa é comparar os efeitos do agachamento frontal e do agachamento com barra nas costas na hipertrofia regional do glúteo máximo e na força máxima de extensão de quadril. Vinte adultos serão divididos de forma randomizada e pareada em dois grupos: um de agachamento frontal com amplitude paralela e outro de agachamento com barra nas costas com amplitude paralela. Os participantes realizarão um programa de treinamento com duração de 12 semanas, composto por três sessões semanais. Cada sessão inicialmente incluirá 4 séries do exercício agachamento frontal ou agachamento com barra nas costas, executado até a amplitude paralela (fêmur paralelo ao solo), com intervalo de 120 segundos entre as séries. Serão analisadas a espessura muscular regional do glúteo máximo e a força máxima de extensão de quadril antes e após o programa de treinamento. Os resultados deste estudo fornecerão evidências sobre como a posição da barra durante o agachamento influencia a força de extensão do quadril e a hipertrofia regional no glúteo máximo.

Palavras-chave: Agachamento frontal; Agachamento barra nas costas; Espessura muscular; Força Isométrica; Força Isocinética

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	2
2. JUSTIFICATIVA	6
3. OBJETIVO.....	7
3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
4. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO	8
5. MATERIAIS E MÉTODOS	9
5.1. PARTICIPANTES.....	9
5.2. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	9
5.3. CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO.....	10
5.4. RISCOS E BENEFÍCIOS	10
5.5. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	10
5.6. ESPESSURA MUSCULAR	12
5.7. TESTE DE FORÇA MÁXIMA DE EXTENSÃO DE QUADRIL ISOCINÉTICA.....	13
5.8. TESTE DE FORÇA MÁXIMA DE EXTENSÃO DE QUADRIL ISOMÉTRICA.....	15
5.9. PROGRAMA DE TREINAMENTO.....	16
6. FORMA DE ANÁLISE DE DADOS.....	19
7. REFERÊNCIAS	19

1. INTRODUÇÃO

O treinamento contra resistência é uma intervenção amplamente utilizada com diferentes finalidades, incluindo estética, promoção da saúde, reabilitação e aprimoramento do desempenho esportivo. Essa modalidade de treinamento também se mostra uma ferramenta eficaz para a melhoria das capacidades funcionais, as quais são fundamentais para a realização autônoma das atividades diárias e para a manutenção da qualidade de vida dos indivíduos (Fletcher et al., 2001). Especificamente, este tipo de treinamento promove a hipertrofia muscular (Pollock et al., 2000) e promove melhorias significativas nas capacidades físicas, tais como força máxima (Aagaard et al., 2002), potência (Izquierdo et al., 2006), resistência muscular localizada e flexibilidade (Kraemer & Ratamess, 2004), especialmente quando os exercícios são realizados com amplitude de movimento completa das articulações envolvidas (Alizadeh et al., 2023).

A correlação entre a massa muscular e diversos aspectos do desempenho atlético é indiscutivelmente positiva. A massa muscular exerce uma influência direta e favorável sobre muitos componentes do desempenho atlético (Andersen et al., 2000). A eficácia do treinamento contra resistência em promover a hipertrofia muscular e melhorar o desempenho físico (força, potência e resistência) está relacionada a diversos fatores que compõem o programa de treino, como o volume total de trabalho, a intensidade do treino, os intervalos de descanso, a frequência das sessões, o tempo sob tensão muscular e o tipo de contração envolvida (American College of Sports Medicine, 2009). A manipulação das variáveis do treinamento contra resistência é amplamente reconhecida como uma estratégia fundamental para otimizar as adaptações musculares induzidas pelo exercício. Ajustes em fatores como intensidade, volume, frequência e tempo de descanso são essenciais para potencializar os ganhos de força, hipertrofia e resistência (Kraemer & Ratamess, 2004). Algumas dessas variáveis são mais relacionadas à hipertrofia do que outras. Além disso, o volume de treinamento pode ser um fator confuso nas adaptações musculares. Evidências recentes sugerem que o volume de treinamento anterior, medido pelo número de séries realizadas semanalmente para cada grupo muscular, pode influenciar essas adaptações. Assim, uma abordagem personalizada que leve em consideração o volume anterior de séries de glúteo máximo dos participantes pode ajudar a minimizar esses efeitos confusos (Aube et al., 2022; Scarpelli et al., 2022). Esse cenário reflete a complexidade do planejamento de treinamentos voltados para hipertrofia e a necessidade de mais estudos para

esclarecer as melhores estratégias para buscar hipertrofia em diferentes músculos, como o glúteo máximo por exemplo.

O glúteo máximo é um músculo grande e crucial para a extensão do quadril que desempenha um papel significativo na performance atlética, saúde e estética corporal (Ward et al., 2010). Exercícios como agachamento, afundo e levantamento terra, que envolvem a musculatura extensora do quadril (e.g., glúteos e isquiotibiais), são fundamentais não só para o fortalecimento dessa musculatura, mas também para o aprimoramento do desempenho em esportes que exigem uma alta potência, como corridas e saltos (Beardsley & Contreras, 2014). A performance atlética em vários esportes parece estar diretamente ligada a força e a capacidade de geração de energia da extensão de quadril (Watanabe et al., 2000 apud Kubo et al., 2019). Devido à sua importância, profissionais de fitness, atletas e pesquisadores estão cada vez mais interessados em encontrar estratégias para maximizar o desenvolvimento e a funcionalidade desse músculo, buscando aprimorar tanto o desempenho quanto a aparência física. A literatura científica indica que o agachamento é particularmente eficaz para induzir a hipertrofia do glúteo máximo (Kubo et al., 2019).

O agachamento é um exercício fundamental nos programas de treinamento de contra resistência, sendo amplamente utilizado para aumentar a força, potência, condicionamento físico e para reabilitação (Andersen et al., 2014; Straub & Powers, 2024). O agachamento com barra, em particular, é um exercício multiarticular que envolve vários grupos musculares simultaneamente, o que o torna altamente eficaz. É uma escolha popular entre atletas e praticantes de atividades físicas devido aos seus benefícios na melhoria das funções neuromusculares e nas adaptações morfológicas, contribuindo tanto para o desempenho esportivo quanto para a saúde geral (Ribeiro et al., 2023).

O agachamento completo (aproximadamente 140° de flexão de joelho), assim como o meio agachamento (90° de flexão de joelho) promovem aumentos nos volumes musculares dos vastos (parte dos quadríceps) e cada variação gera efeitos distintos em outros grupos musculares. Apesar de a amplitude ser um fator relevante para a hipertrofia do glúteo máximo (Kubo et al., 2019), ela apresenta grande variabilidade individual e, portanto, é difícil de padronizar entre participantes. Em função disso, alguns estudos adotam a amplitude em que o fêmur se mantém paralelo ao solo (Contreras et al., 2016; Coratella et al., 2021; Enes et al., 2024), de modo a padronizar o movimento e possibilitar comparações mais consistentes, caracterizando o agachamento paralelo. Tal controle é particularmente importante quando se

busca investigar adaptações relacionadas à extensão do quadril, função essencial em atividades como corrida e salto.

O agachamento frontal e o agachamento com barra nas costas são duas variações comuns de agachamento que se distinguem principalmente pelo posicionamento da barra em relação ao corpo. O agachamento frontal posiciona a barra ao longo da clavícula e o agachamento com barra nas costas posiciona a barra ao nível do acrômio. Essa mudança de posição da barra altera a biomecânica do exercício e as demandas articulares (Gullett et al., 2009). Essas diferenças na postura e na mecânica do movimento resultam em variações na cinética articular, ou seja, nas forças e momentos que atuam sobre as articulações durante o exercício. Em relação à ativação muscular, Gullett et al. (2009) observaram que o agachamento frontal tende a exigir maior ativação da musculatura estabilizadora do tronco e parece apresentar níveis semelhantes de ativação do vasto medial quando comparado ao agachamento com barra nas costas. Por outro lado, o agachamento com barra nas costas aparenta ter maior ativação de outros músculos dos membros inferiores, especificamente o bíceps femoral, reto femoral, semitendinoso e vasto lateral.

As variações do agachamento frontal e agachamento com barra nas costas possuem diferenças cinéticas. Gullett e colaboradores (2009) confirmaram que o agachamento com barra nas costas gera momentos de força no joelho significativamente maiores em comparação ao agachamento frontal. Essas mudanças no centro de massa e nos momentos articulares podem modificar as relações de torque entre as articulações do quadril e do joelho, afetando a tensão mecânica nos músculos (Gullett et al., 2009). Essas diferenças na distribuição de forças devem ser consideradas ao selecionar o tipo de agachamento para alcançar objetivos específicos do treinamento, seja para o desenvolvimento de força, potência ou para a reabilitação. Importante destacar que, embora essas diferenças cinéticas sejam marcantes, a análise eletromiográfica do mesmo estudo não indicou diferenças significativas na ativação dos músculos bíceps femoral, reto femoral, semitendíneo, vasto lateral, vasto medial e eretores da espinha entre as duas variações (Gullett et al., 2009). As diferenças na distribuição de forças entre as variações do agachamento podem ser explicadas pelos distintos padrões biomecânicos. O agachamento com barra nas costas apresenta maiores ângulos de flexão do tronco em comparação ao agachamento com barra à frente (Yavuz et al., 2015). Além disso, sob uma mesma magnitude de carga absoluta, o agachamento com barra nas costas tende a gerar maior pico de momento articular no quadril, enquanto o agachamento frontal impõe maior pico de momento articular no joelho (Krzyszowski & Kipp, 2020). Assim, a postura mais ereta e o posicionamento anterior da barra

no agachamento frontal parecem transferir maior demanda para os extensores do joelho, ao passo que a inclinação do tronco no agachamento com barra nas costas aumenta a exigência dos extensores do quadril. Essas diferenças biomecânicas podem resultar em padrões distintos de ativação muscular e, conseqüentemente, em adaptações específicas de força dinâmica entre as variações do exercício. Notavelmente, essa redistribuição ocorre sem alterar significativamente os níveis de ativação muscular mensurados, porém com claras implicações na cinemática articular, particularmente na redução da compressão dos joelhos observada no agachamento frontal (Gullett et al., 2009). Entretanto, é importante notar que os pesos no agachamento com barra nas costas foram maiores do que os pesos no agachamento frontal. Essa diferença de peso pode explicar por que os momentos de força no joelho foram maiores no agachamento com barra nas costas, comparado com agachamento frontal.

Outro estudo avaliou a atividade eletromiográfica de músculos do membro inferior, quando comparado o agachamento com barra nas costas com o frontal (Contreras et al., 2016). Nesse estudo, foi analisada a amplitude média e o pico da eletromiografia de diferentes músculos durante variações de agachamento: frontal completo, barra nas costas completo e barra nas costas paralelo. A conclusão principal foi que não houve diferenças estatísticas significativas entre esses tipos de agachamento para os músculos. Isso sugere que todos esses tipos de agachamento oferecem estímulos semelhantes em termos de ativação muscular para os músculos avaliados. Apesar de a eletromiografia não predizer hipertrofia (Vigotsky et al., 2022) é interessante que ambos os agachamentos analisados tiveram uma ativação similar independente da amplitude e da posição da barra, mesmo o agachamento frontal sendo realizado com menos peso.

Um estudo recente comparou como o agachamento com barra nas costas e o agachamento frontal influenciam a força dinâmica e a hipertrofia regional do quadríceps femoral em mulheres treinadas (Enes et al., 2024). O estudo concluiu que o agachamento com barra nas costas resultou em maiores ganhos de força muscular nos membros inferiores quando medidos pelo leg press a 45°, em comparação com o agachamento frontal. Entretanto, os ganhos hipertróficos foram similares entre ambas as variações de agachamento. Este estudo, entretanto, não avaliou o efeito desses dois tipos de agachamento na hipertrofia do glúteo máximo. Além disso, compreender como cada um desses exercícios influencia a hipertrofia regional do glúteo máximo pode ser útil para entender como essa musculatura responde a diferentes estímulos. A literatura científica tem buscado elucidar como a arquitetura muscular pode interferir na capacidade de produção de força em diferentes regiões do músculo. Nesse sentido, um estudo

recente demonstrou que a arquitetura do glúteo máximo apresenta variações regionais substanciais, o que resulta em diferentes potenciais de geração de torque entre suas porções (Takahashi et al., 2025). Esses achados indicam que a ação mecânica do glúteo máximo pode divergir em magnitude e direção entre suas regiões, reforçando a importância de investigar como distintos padrões de exercício podem estimular suas diferentes porções.

Os estudos disponíveis na literatura sobre o agachamento com barra nas costas e o agachamento frontal tem se concentrado principalmente em análises biomecânicas agudas (Gullett et al., 2009), o que limita a capacidade de compreensão acerca das adaptações musculares a longo prazo (Vigotsky et al., 2022). Essa constatação revela uma lacuna no conhecimento científico acerca dos efeitos crônicos do treinamento com agachamento com diferentes posições da barra (frontal e nas costas) no ganho de força de extensão de quadril e na hipertrofia regional do glúteo máximo. O levantamento dessas informações é importante porque pode fornecer subsídios para que os treinadores escolham o tipo de agachamento mais eficiente para promover hipertrofia e ganho de força de extensão de quadril, otimizando, assim, a prescrição do exercício.

Desse modo, o presente projeto de pesquisa tem a seguinte pergunta central:

“Quais os efeitos da posição da barra no agachamento sobre a hipertrofia regional do glúteo máximo e a força máxima de extensão de quadril?”

2. JUSTIFICATIVA

Como já apresentado na introdução deste projeto, a literatura científica carece de estudos que avaliam de maneira longitudinal as adaptações crônicas do agachamento com barra em diferentes posições na força de extensão de quadril e na hipertrofia regional do glúteo máximo. Portanto, este estudo se justifica por preencher essa lacuna e elucidar quais são os efeitos crônicos da manipulação do posicionamento da barra no agachamento com barra.

O glúteo máximo é um grande músculo que está associado ao desempenho esportivo, saúde e estética. Entretanto, quanto à problemática deste estudo, ainda não existem abordagens na literatura investigando diferentes modelos de agachamentos e suas respectivas influências na hipertrofia do glúteo máximo. A hipertrofia muscular não ocorre de maneira uniforme ao longo do comprimento do músculo após o treinamento contra resistência (Ema et al., 2013). Isso significa que diferentes regiões de um músculo podem experimentar diferentes graus de crescimento ou adaptação em resposta ao treinamento. Ema e colaboradores afirmam que a

arquitetura muscular é complexa e uma única medida ou avaliação de uma parte específica do músculo pode não representar adequadamente a adaptação de todo o quadríceps. Portanto, ao analisar os efeitos do treinamento contra resistência, é crucial levar em conta essas variações para obter uma visão mais precisa de como os músculos estão se adaptando (Ema et al., 2013). Por esse motivo, ao analisar qual exercício ou variação dele promove mais hipertrofia em uma determinada musculatura, não basta apenas avaliar uma porção da musculatura, já que isso pode não ser suficiente para afirmar a eficiência hipertrófica do exercício. Até o momento, essa análise nunca foi feita com o agachamento com barra nas costas comparado com o agachamento frontal. Tendo isto em vista, hipertrofia regional do glúteo máximo será avaliada para melhor caracterização de como a posição da barra no agachamento afeta a hipertrofia, colaborando para o entendimento dos efeitos de diferentes tipos de agachamento.

Sobre a avaliação de força de extensão de quadril, é importante saber como diferentes posições da barra no agachamento desse estudo afetará a força de extensão de quadril. Essa capacidade está diretamente associada com um maior desempenho esportivo e com isso podemos entender qual dos tipos de agachamento, sem incorrer no viés da especificidade do exercício de força, afetará a força de extensão de quadril (Beardsley & Contreras, 2014). O que pode ajudar na escolha do tipo de agachamento para os treinadores que visem um aumento no desempenho dos seus atletas.

3. OBJETIVO

O objetivo do estudo é analisar o efeito da posição da barra no agachamento sobre adaptações neuromusculares dos extensores de quadril.

3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a força máxima de extensão de quadril antes e após o programa de treinamento com agachamento realizado com diferentes posicionamentos da barra.
- Analisar a espessura muscular de três porções do glúteo máximo (superior, média e inferior) antes e após o programa de treinamento com agachamento realizado com diferentes posicionamentos da barra.
- Analisar a espessura muscular longitudinal de uma porção de fibras contínuas do glúteo máximo (proximais, médias e distais), antes e após o programa de treinamento com agachamento realizado com diferentes posicionamentos da barra.

- Analisar os efeitos da posição da barra no agachamento sobre a cinemática das articulações do tornozelo, joelho e quadril.

4. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

O plano de trabalho previsto para o presente projeto de pesquisa será executado somente após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa para seres humanos da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto. Todos os procedimentos experimentais serão conduzidos somente após manifestação por escrito do termo de consentimento livre e esclarecido, assinado pelos participantes.

Quadro 1. Cronograma previsto para realização dos procedimentos do projeto de pesquisa.

ETAPA	Mês de Execução			
	1-4	5-8	9-12	13-16
Atualização Bibliográfica				
Disciplinas pós-graduação				
Apreciação Ética do projeto				
Registro do Ensaio Clínico				
Estudo Piloto				
Recrutamento de voluntárias				
Coleta de dados				
Análise de dados				
Relatório científico e prestação de contas				
Divulgação dos resultados nas redes sociais				
Apresentação dos resultados em congressos				
Qualificação do projeto de pesquisa				
Elaboração de artigos				
Elaboração da dissertação				
Defesa da dissertação de mestrado				

	Feito
	Andamento
	Previsto

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. PARTICIPANTES

O poder amostral foi calculado utilizando o software G*Power 3.1 para uma análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas dentro dos fatores, para determinar um número suficiente de participantes com os seguintes parâmetros: poder = 0,80, α = 0,05, um tamanho de efeito moderado de 0,3 e correlação entre medidas repetidas de 0,5. A análise indicou que 36 participantes (18 por grupo) são necessários para alcançar poder estatístico adequado. Para compensar eventuais desistências, recrutaremos 40 participantes (20 homens e 20 mulheres) adultos saudáveis e alocaremos para os grupos agachamento frontal com amplitude paralela (AF), agachamento com barra nas costas com amplitude paralela (AC). A randomização será pareada de acordo com o sexo (10 homens e 10 mulheres em cada grupo) e com anos de experiência com treinamento contra resistência. O recrutamento dos participantes e a divulgação do projeto serão realizados por meio de estratégias de divulgação ativa, incluindo publicações em redes sociais e a fixação de cartazes informativos nos murais dos departamentos e áreas comuns dos cursos de graduação e pós-graduação do Campus USP de Ribeirão Preto. Adicionalmente, parte dos participantes será recrutada por meio de divulgação interna nas dependências da academia Cia Athletica de Ribeirão Preto, com autorização prévia da instituição, utilizando cartazes informativos e abordagem direta, respeitando todas as normas éticas e de consentimento.

5.2. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Os critérios de inclusão para o estudo serão: idade 18 a 39 anos, possuir experiência com treinamento contra resistência, mas estar há pelo menos seis meses sem praticá-lo, apresentar respostas negativas a todos os itens do Questionário de Prontidão para Atividade Física (PAR-Q), não ter problemas de saúde que impossibilitem a realização do treinamento proposto e não fazer uso de hormônios anabolizantes.

5.3. CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Os critérios de exclusão para o estudo serão: começar a suplementar creatina durante o treinamento, começar a fazer uso de hormônios anabolizantes durante o período de treinamento, realizar outros exercícios de extensão de quadril, exceto os previstos no programa de treinamento do estudo, realizar exercícios de abdução de quadril, apresentar lesões musculoesqueléticas (agudas ou crônicas) que possam comprometer a execução dos exercícios, a evolução do treinamento ou a participação segura em qualquer fase do programa de treinamento proposto.

5.4. RISCOS E BENEFÍCIOS

O participante estará exposto aos riscos e desconfortos inerentes a prática de exercícios físicos moderados e intensos, como dor muscular e fadiga durante ou após as avaliações e treinamentos propostos. Para tentar reduzir estes efeitos, o responsável pela aplicação dos testes e treinamentos permanecerá ao lado do participante para controlar a intensidade dos exercícios e evitar sobrecarga excessiva.

Os benefícios diretos para a participação na pesquisa são: possibilidade de aumentar a força de extensão de quadril e a massa muscular do glúteo máximo, conhecer os resultados de força e espessura muscular por meio das análises que serão realizadas no estudo. Além disso, essa pesquisa terá como benefício indireto o avanço científico acerca dos efeitos do posicionamento da barra durante o treinamento no agachamento livre com barra na força e hipertrofia muscular.

5.5. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Será realizado um estudo longitudinal randomizado, de medidas repetidas, com delineamento intra e intersujeito, balanceado de acordo com sexo e tempo de experiência prévia em treinamento contra resistência. O objetivo é comparar os efeitos do agachamento frontal e do agachamento com barra nas costas, ambos realizados até a amplitude paralela, sobre a força máxima de extensão de quadril e a hipertrofia regional do glúteo máximo em adultos treinados. Para viabilizar a participação de um número maior de voluntários e otimizar a logística do estudo, algumas sessões experimentais serão realizadas nas instalações da academia Companhia Athletica, localizada em Ribeirão Preto (SP). Antes do início do programa de treinamento, serão realizadas avaliações da espessura muscular do glúteo máximo em três regiões transversais (superior, média e inferior) e três regiões longitudinais de uma porção contínua de fibras

(proximal, medial e distal), bem como testes de força máxima de extensão de quadril por meio de avaliações isocinéticas e isométricas. Após essas avaliações iniciais, os participantes serão alocados em um dos dois grupos experimentais (AF ou AC) e realizarão um programa de treinamento contra resistência com duração de 12 semanas, composto por três sessões semanais. Ao término da intervenção, todas as medidas serão repetidas seguindo os mesmos procedimentos adotados no período pré-intervenção, a fim de analisar e comparar as adaptações decorrentes de cada variação de agachamento.

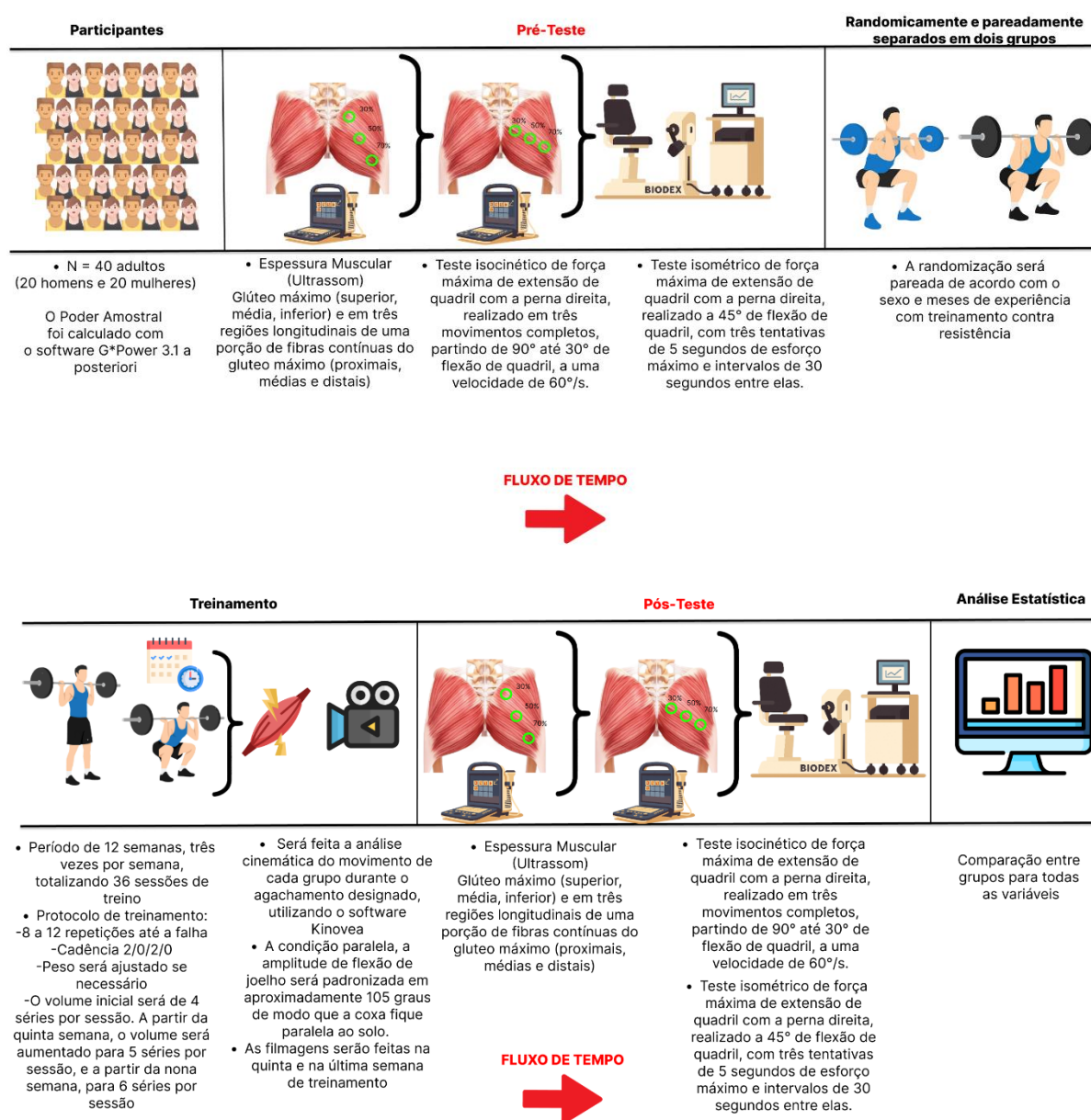


Figura 1 – Representação esquemática do desenho experimental do estudo.

5.6. ESPESSURA MUSCULAR

Para esse propósito, empregaremos um aparelho de ultrassonografia modo B (Saevo, Ultrassom FP 102, Ribeirão Preto, SP, Brasil) equipado com um transdutor de 39 mm de matriz paralela e uma frequência de captação ajustável de 6 a 12 MHz (Modelo FP 102, FigLabs Healthcare Innovation, Ribeirão Preto, SP, Brasil). O transdutor será colocado sobre a pele do participante com a mínima pressão necessária para obtenção dos dados. A fim de assegurar o contato acústico e evitar o aumento da pressão de contato, será utilizado um gel à base de água entre a pele e o transdutor (Caresio et al., 2015). Para todas as medições, será adotado um ganho de 55dB, e frequência de 10MHz. Essa configuração visa otimizar a qualidade das imagens capturadas, em concordância com estudos prévios (Ruas et al., 2017, 2018). Para avaliação, serão mensuradas a espessura do músculo glúteo máximo. As medições serão realizadas no glúteo máximo direito, três regiões do glúteo máximo (superior, média, inferior) e em três regiões longitudinais de uma porção de fibras contínuas do glúteo máximo (proximal, média e distal). Glúteo Máximo Superior: Imagem obtida em local correspondente a 30% proximal entre a crista ilíaca e a inserção do glúteo máximo. Glúteo Máximo Medial: Imagem obtida em local correspondente a 50% da distância entre a crista ilíaca e a inserção do glúteo máximo. Glúteo Máximo Inferior: Imagem obtida em um local correspondente a 70% da distância entre a crista ilíaca e a inserção do glúteo máximo. Em relação as medidas longitudinais de uma porção de fibras do glúteo máximo serão realizadas as seguintes medidas: Fibras Proximais: Imagem obtida em local correspondente a 30% da distância entre a espinha ilíaca pósterio-superior e o trocânter maior do fêmur. Fibras Mediais: Imagem obtida em local correspondente a 50% da distância entre a espinha ilíaca pósterio-superior e o trocânter maior do fêmur. Fibras Distais: Imagem obtida em local correspondente a 70% da distância entre a espinha ilíaca pósterio-superior e o trocânter maior do fêmur. Como não encontramos nenhum estudo que analisou imagens de diferentes porções do glúteo máximo com ultrassonografia, decidimos usar como referência outros estudos que mediram espessuras musculares e usam a proporção 30%, 50% e 70% do comprimento muscular (Abe et al., 2000; Diniz et al., 2022; Hisaeda et al., 1996; Maeo et al., 2018).

Um técnico de ultrassom treinado, cego para a alocação de grupos, será designado para avaliar cada um dos participantes. Previamente às avaliações, os indivíduos permanecerão em repouso supino por cinco minutos com os membros axiais estendidos, assegurando o relaxamento muscular adequado e a normalização da distribuição de fluidos corporais (Lopez et al., 2019). Os participantes serão instruídos a abster-se de qualquer exercício extenuante ou

outra atividade física moderada a vigorosa 72 horas antes do início da ultrassonografia, para evitar a influência potencial do inchaço muscular no resultado (Cadeo et al., 2023). A ultrassonografia pós-intervenção será realizada 72 horas depois da última sessão de treino. Esse período está de acordo com a literatura científica, que aponta que, após uma sessão de treinamento contra resistência, o aumento da espessura muscular é temporário, retornando aos níveis normais em aproximadamente 48 horas (Ogasawara et al., 2012).

5.7. TESTE DE FORÇA MÁXIMA DE EXTENSÃO DE QUADRIL ISOCINÉTICA

O presente estudo adotará a velocidade de 60°/s, por ser considerada intermediária, permitindo a execução completa da amplitude de movimento proposta em um tempo adequado, sem tornar o movimento excessivamente rápido ou lento.

O protocolo de avaliação da força máxima de extensão de quadril isocinética será conduzido conforme os seguintes procedimentos. O participante será posicionado em decúbito dorsal, com o membro inferior direito fixado ao dinamômetro isocinético (Biodex System 4-Pro). Em seguida, serão realizados o ajuste da alavanca e a calibração da amplitude de movimento, configurada de 90° a 30° de flexão de quadril, totalizando 60° de amplitude articular. Essa amplitude justifica a escolha da velocidade angular de 60°/s para o teste. Antes da avaliação principal, os participantes realizarão uma fase de familiarização, composta por três repetições submáximas completas de extensão de quadril, partindo de 30° até 90° de flexão. Essa etapa terá como objetivo proporcionar adaptação ao movimento e ao funcionamento do dinamômetro, que só se desloca mediante a aplicação de força de extensão, interrompendo automaticamente o movimento em caso de ausência de esforço, por segurança. Durante a familiarização, os participantes também se acostumarão ao sinal sonoro que indicará o início e o término de cada tentativa.

Após um intervalo de 60 segundos, será realizado o teste de força máxima isocinética propriamente dito, com as mesmas condições de amplitude e velocidade. O teste consistirá em três repetições máximas completas de extensão de quadril, partindo de 30° até 90° de flexão, assim como realizado na fase de familiarização. Durante o teste, o pesquisador responsável fornecerá incentivo verbal padronizado ao longo de todo o movimento e sinalizará os momentos de início e término do esforço. Importante destacar que o mesmo pesquisador supervisionará e incentivará todos os participantes, a fim de minimizar variações experimentais relacionadas à motivação verbal.



Figura 2 – Imagem da fase inicial (30° de flexão de quadril) do teste de força máxima isocinética de extensão de quadril.



Figura 3 – Imagem da fase final (90° de flexão de quadril) do teste de força máxima isocinética de extensão de quadril.

5.8. TESTE DE FORÇA MÁXIMA DE EXTENSÃO DE QUADRIL ISOMÉTRICA

No presente estudo, será adotado o ângulo de 45° de flexão de quadril no dinamômetro (Biodex System 4-Pro). O protocolo de avaliação da força máxima isométrica será conduzido da seguinte forma: após o teste de força máxima isocinética, os participantes realizarão um teste de familiarização, executando uma contração submáxima de extensão de quadril isométrica com a perna direita, mantida na posição que foi utilizada no teste isocinético, durante 5 segundos. Em seguida, será concedido um intervalo de 30 segundos antes do início do teste principal. O teste de força máxima isométrica será composto por três contrações máximas de extensão de quadril a 45° de flexão, cada uma com duração de 5 segundos e intervalo de 30 segundos entre as tentativas. Durante as execuções, os participantes receberão incentivo verbal contínuo dos pesquisadores e seguirão um sinal sonoro que indicará o momento de iniciar e encerrar o esforço, com a auxílio dos avaliadores para garantir a sincronia com o som.

Os testes de força máxima isocinética e isométrica pós-intervenção serão realizados após as medidas de ultrassonografia da espessura muscular das três regiões do glúteo máximo (superior, média, inferior) e em três regiões longitudinais de uma porção de fibras contínuas do glúteo máximo (proximal, média e distal). A escolha de um exercício diferente para analisar os

efeitos do ganho de força entre os dois grupos é essencial. Essa abordagem visa evitar que os resultados sejam influenciados pela especificidade do exercício e proporciona uma análise precisa do ganho de força de diferentes tipos de exercício. (Costa et al., 2022).



Figura 4 – Imagem da posição a 45° de flexão de quadril do teste de força máxima isométrica de extensão de quadril.

5.9. PROGRAMA DE TREINAMENTO

O programa de treinamento será realizado ao longo de 12 semanas, com três sessões semanais, totalizando 36 sessões. Cada sessão de treino será espaçada por, no mínimo, 48 horas para garantir um período adequado de recuperação. Os participantes serão orientados a manter a alimentação habitual durante o estudo, garantindo que a refeição pré-treino seja consumida ao menos duas horas antes de cada sessão. Antes de cada treino, será realizado um aquecimento específico composto por uma série de agachamentos com a barra, sem magnitude de carga adicional. Em seguida, os participantes executarão o número de séries de agachamento correspondente ao protocolo do grupo experimental ao qual foram alocados.

Para ampliar o número de participantes elegíveis, alunos do Projeto Gratuito de Musculação para a Comunidade que atenderem aos critérios de inclusão poderão integrar o estudo. Para esses participantes, as sessões poderão incluir exercícios multiarticulares e uniarticulares para membros superiores e inferiores, exceto exercícios de extensão de quadril, que será realizada apenas no agachamento específico de cada grupo.

A amplitude de movimento será padronizada para ambos os grupos em aproximadamente 105° de flexão de joelho, de modo que a coxa fique paralela ao solo. Ambos os grupos serão orientados a manter o foco de atenção interno, ou seja, concentrando-se na contração do glúteo durante o movimento. A largura de base padronizada, para ambos os agachamentos, será com os pés afastados na largura dos ombros. No agachamento barra costas a barra será posicionada sobre os ombros, na porção descendente do trapézio, abaixo da sétima vértebra cervical (High bar). No agachamento frontal, será permitida a escolha entre a pegada cruzada (com os braços cruzados sobre a barra) ou a pegada limpa (onde a barra repousa sobre os ombros com os cotovelos apontando para frente), visando evitar que limitações de mobilidade do ombro comprometam a técnica.

Os participantes iniciarão o programa com 12 séries semanais de agachamento (4 séries por sessão). O volume será aumentado em 25% após a quarta semana e em 20% adicionais após a oitava semana. Essa progressão gradual é sustentada pela literatura, que indica que aumentos moderados no volume de treino favorecem a hipertrofia muscular em indivíduos treinados quando, em comparação com aumentos acentuados e abruptos no número de séries (Angleri et al., 2017; Scarpelli et al., 2022). Isso oferece uma progressão mais segura, permitindo que o sistema muscular e nervoso se adaptem às novas demandas, permitindo ganhos consistentes sem comprometer a integridade física (B. Schoenfeld et al., 2021). O volume total de treinamento será monitorado exclusivamente para o exercício de agachamento, sem considerar os demais exercícios complementares incluídos no protocolo. Além disso, a carga de treino dos grupos não será equiparada, pois o agachamento com barra nas costas permite o uso de magnitudes de carga significativamente maiores do que o agachamento frontal, mesmo quando realizados na mesma intensidade relativa (Yavuz et al., 2015). No entanto, o volume de séries de agachamento será igual entre os grupos. Esta decisão metodológica fundamenta-se em evidências científicas que estabelecem o volume de séries como variável determinante para hipertrofia muscular (Baz-Valle et al., 2021; B. Schoenfeld & Grgic, 2018). A tabela 1 mostra como será a rotina de treino dos participantes do estudo.

Tabela 1- Rotina de treino de 12 semanas

Exercícios	Sessão A	Sessão B	Sessão C
Agachamento com barra nas costas ou frontal (amplitude paralela)	4 x 8-12	4 x 8-12	4 x 8-12

Nota: O volume de séries para glúteo máximo será aumentado em 25% após as 4 primeiras semanas e será aumentado novamente em 20% após 8 semanas de treino.

Os participantes seguirão um protocolo de treinamento de 8 a 12 repetições, onde cada série deverá ser realizada até a falha (Drinkwater et al., 2005; Grgic et al., 2022). Caso um participante não consiga atingir a faixa de repetições esperada em uma série, o supervisor do estudo oferecerá assistência para manter a segurança dos participantes. A magnitude de carga será ajustada conforme o desempenho: se o participante finalizar a série com mais facilidade do que o esperado (atingir 12 repetições), a magnitude de carga será aumentada em 10% e se não atingir o número mínimo de repetições (não atingir 8 repetições), a magnitude de carga será reduzida na próxima série (American College of Sports Medicine, 2009).

Entre cada série e exercício, os participantes descansarão por 2 minutos. Esse tempo descanso está de acordo com a literatura científica, descansos maiores promovem maiores ganhos em força, comparados a descansos curtos (Schoenfeld et al., 2016). A cadência de execução das repetições será controlada por um metrônomo eletrônico (Intervals Pro – Interval Timer, Fourth Frame Technologies LLC, Columbus, Ohio, USA), sendo 2 segundos para a fase concêntrica e 2 segundos para a fase excêntrica, sem pausas nas transições. Durante o período da intervenção, os participantes serão orientados a não realizar quaisquer outros exercícios de intensidade moderada ou alta para extensão de quadril, ou abdução de quadril a fim de evitar interferências nos resultados do estudo.

Essa abordagem visa garantir que a intensidade e o esforço sejam padronizados entre os participantes, promovendo um estímulo adequado às adaptações desejadas, como o ganho de força e a hipertrofia.

Na quinta e na última semana de treinamento, será realizada a avaliação do padrão de movimento de cada participante durante o agachamento designado, utilizando o software Kinovea (versão 2023.1.2).

6. FORMA DE ANÁLISE DE DADOS

Caso os requisitos de homogeneidade de variância e homocedasticidade sejam satisfeitos, serão realizadas análises de variância (ANOVAs) tendo grupo (AC e AF) e momento (pré-treinamento x pós-treinamento) como fatores, sendo este último tratado como medidas repetidas. As variáveis dependentes serão a espessura muscular e a força máxima isocinética e isométrica de extensão de quadril. Quando houver necessidade, testes Post Hoc (Bonferroni) serão realizados. Todas as análises estatísticas serão realizadas utilizando o programa SPSS e o nível de significância será mantido em $p < 0,05$.

A partir dos experimentos propostos, os resultados serão apresentados em forma de relatório para os voluntários e serão publicados em resumos, em congressos e artigo científico.

7. REFERÊNCIAS

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Neural adaptation to resistance training: changes in evoked V-wave and H-reflex responses. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 92(6), 2309–2318. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01185.2001>
- Abe, T., DeHoyos, D. V, Pollock, M. L., & Garzarella, L. (2000). Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. *European journal of applied physiology*, 81(3), 174–180. <https://doi.org/10.1007/s004210050027>
- Alizadeh, S., Daneshjoo, A., Zahiri, A., Anvar, S. H., Goudini, R., Hicks, J. P., Konrad, A., & Behm, D. G. (2023). Resistance Training Induces Improvements in Range of Motion: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 53(3), 707–722. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01804-x>
- American College of Sports Medicine. (2009). Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(3), 687–708. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181915670>
- Andersen, J. L., Schjerling, P., & Saltin, B. (2000). Muscle, genes and athletic performance. *Scientific American*, 283(3), 48–55. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0900-48>
- Andersen, V., Fimland, M. S., Brennsset, O., Haslestad, L. R., Lundteigen, M. S., Skalleberg, K., & Saeterbakken, A. H. (2014). Muscle activation and strength in squat and Bulgarian squat on stable and unstable surface. *International journal of sports medicine*, 35(14), 1196–1202. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1382016>
- Angleri, V., Ugrinowitsch, C., & Libardi, C. A. (2017). Crescent pyramid and drop-set systems do not promote greater strength gains, muscle hypertrophy, and changes on muscle architecture compared with traditional resistance training in well-trained

men. *European journal of applied physiology*, 117(2), 359–369. <https://doi.org/10.1007/s00421-016-3529-1>

Aube, D., Wadhi, T., Rauch, J., Anand, A., Barakat, C., Pearson, J., Bradshaw, J., Zazzo, S., Ugrinowitsch, C., & De Souza, E. O. (2022). Progressive Resistance Training Volume: Effects on Muscle Thickness, Mass, and Strength Adaptations in Resistance-Trained Individuals. *Journal of strength and conditioning research*, 36(3), 600–607. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003524>

Baz-Valle, E., Fontes-Villalba, M., & Santos-Concejero, J. (2021). Total Number of Sets as a Training Volume Quantification Method for Muscle Hypertrophy: A Systematic Review. *Journal of strength and conditioning research*, 35(3), 870–878. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002776>

Beardsley, C., & Contreras, B. (2014). The Increasing Role of the Hip Extensor Musculature With Heavier Compound Lower-Body Movements and More Explosive Sport Actions. *Strength & Conditioning Journal*, 36(2), 49–55. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000047>

Cadeo, G. M., Fujita, R. A., Villalba, M. M., Silva, N. R. S., Júnior, C. I., Pearcey, G. E. P., & Gomes, M. M. (2023). Myoelectric activity and improvements in strength and hypertrophy are unaffected by the ankle position during prone leg curl exercise - a within person randomized trial. *European journal of sport science*, 23(11), 2200–2209. <https://doi.org/10.1080/17461391.2023.2214794>

Caresio, C., Molinari, F., Emanuel, G., & Minetto, M. A. (2015). Muscle echo intensity: reliability and conditioning factors. *Clinical physiology and functional imaging*, 35(5), 393–403. <https://doi.org/10.1111/cpf.12175>

Contreras, B., Vigotsky, A. D., Schoenfeld, B. J., Beardsley, C., & Cronin, J. (2016). A Comparison of Gluteus Maximus, Biceps Femoris, and Vastus Lateralis Electromyography Amplitude in the Parallel, Full, and Front Squat Variations in Resistance-Trained Females. *Journal of applied biomechanics*, 32(1), 16–22. <https://doi.org/10.1123/jab.2015-0113>

Coratella, G., Tornatore, G., Caccavale, F., Longo, S., Esposito, F., & Cè, E. (2021). The Activation of Gluteal, Thigh, and Lower Back Muscles in Different Squat Variations Performed by Competitive Bodybuilders: Implications for Resistance Training. *International journal of environmental research and public health*, 18(2), 772. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020772>

Costa, B. D. de V., Kassiano, W., Nunes, J. P., Kunevaliki, G., Castro-E-Souza, P., Sugihara Junior, P., Fernandes, R. R., Cyrino, E. S., & Fortes, L. de S. (2022). Does Varying Resistance Exercises for the Same Muscle Group Promote Greater Strength Gains? *Journal of strength and conditioning research*, 36(11), 3032–3039. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004042>

Diniz, R. C. R., Tourino, F. D., Lacerda, L. T., Martins-Costa, H. C., Lanza, M. B., Lima, F. V., & Chagas, M. H. (2022). Does the Muscle Action Duration Induce

Different Regional Muscle Hypertrophy in Matched Resistance Training Protocols? *Journal of strength and conditioning research*, 36(9), 2371–2380. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003883>

Drinkwater, E. J., Lawton, T. W., Lindsell, R. P., Pyne, D. B., Hunt, P. H., & McKenna, M. J. (2005). Training leading to repetition failure enhances bench press strength gains in elite junior athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 19(2), 382–388. <https://doi.org/10.1519/R-15224.1>

Ema, R., Wakahara, T., Miyamoto, N., Kanehisa, H., & Kawakami, Y. (2013). Inhomogeneous architectural changes of the quadriceps femoris induced by resistance training. *European journal of applied physiology*, 113(11), 2691–2703. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2700-1>

Enes, A., Oneda, G., Leonel, D. F., Lemos, L., Alves, F., Ferreira, L. H. B., Escalante, G., Schoenfeld, B. J., & Souza-Junior, T. P. (2024). The effects of squat variations on strength and quadriceps hypertrophy adaptations in recreationally trained females. *European Journal of Sport Science*, 24(1), 6–15. <https://doi.org/10.1002/ejsc.12042>

Fletcher, G. F., Balady, G. J., Amsterdam, E. A., Chaitman, B., Eckel, R., Fleg, J., Froelicher, V. F., Leon, A. S., Piña, I. L., Rodney, R., Simons-Morton, D. A., Williams, M. A., & Bazzarre, T. (2001). Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation*, 104(14), 1694–1740. <https://doi.org/10.1161/hc3901.095960>

Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Orazem, J., & Sabol, F. (2022). Effects of resistance training performed to repetition failure or non-failure on muscular strength and hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *Journal of sport and health science*, 11(2), 202–211. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.01.007>

Gullett, J. C., Tillman, M. D., Gutierrez, G. M., & Chow, J. W. (2009). A Biomechanical Comparison of Back and Front Squats in Healthy Trained Individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 284–292. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31818546bb>

Hisaeda, H., Miyagawa, K., Kuno, S., Fukunaga, T., & Muraoka, I. (1996). Influence of two different modes of resistance training in female subjects. *Ergonomics*, 39(6), 842–852. <https://doi.org/10.1080/00140139608964505>

Izquierdo, M., Ibañez, J., González-Badillo, J. J., Häkkinen, K., Ratamess, N. A., Kraemer, W. J., French, D. N., Eslava, J., Altadill, A., Asiain, X., & Gorostiaga, E. M. (2006). Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 100(5), 1647–1656. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.01400.2005>

Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(4), 674–688. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000121945.36635.61>

Krzyszowski, J., & Kipp, K. (2020). Load-dependent mechanical demands of the lower extremity during the back and front squat. *Journal of sports sciences*, 38(17), 2005–2012. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1766738>

Kubo, K., Ikebukuro, T., & Yata, H. (2019). Effects of squat training with different depths on lower limb muscle volumes. *European journal of applied physiology*, 119(9), 1933–1942. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04181-y>

Lopez, P., Pinto, M. D., & Pinto, R. S. (2019). Does Rest Time before Ultrasonography Imaging Affect Quadriceps Femoris Muscle Thickness, Cross-Sectional Area and Echo Intensity Measurements? *Ultrasound in medicine & biology*, 45(2), 612–616. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2018.10.010>

Maeo, S., Saito, A., Otsuka, S., Shan, X., Kanehisa, H., & Kawakami, Y. (2018). Localization of muscle damage within the quadriceps femoris induced by different types of eccentric exercises. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 28(1), 95–106. <https://doi.org/10.1111/sms.12880>

Ogasawara, R., Thiebaud, R. S., Loenneke, J. P., Loftin, M., & Abe, T. (2012). Time course for arm and chest muscle thickness changes following bench press training. *Interventional medicine & applied science*, 4(4), 217–220. <https://doi.org/10.1556/IMAS.4.2012.4.7>

Pollock, M. L., Franklin, B. A., Balady, G. J., Chaitman, B. L., Fleg, J. L., Fletcher, B., Limacher, M., Piña, I. L., Stein, R. A., Williams, M., & Bazzarre, T. (2000). Resistance Exercise in Individuals With and Without Cardiovascular Disease. *Circulation*, 101(7), 828–833. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.101.7.828>

Ribeiro, A. S., Santos, E. D., Nunes, J. P., Nascimento, M. A., Graça, Á., Bezerra, E. S., & Mayhew, J. L. (2023). A Brief Review on the Effects of the Squat Exercise on Lower-Limb Muscle Hypertrophy. *Strength & Conditioning Journal*, 45(1), 58–66. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000709>

Ruas, C. V., Brown, L. E., Lima, C. D., Gregory Haff, G., & Pinto, R. S. (2018). Different Muscle Action Training Protocols on Quadriceps-Hamstrings Neuromuscular Adaptations. *International journal of sports medicine*, 39(5), 355–365. <https://doi.org/10.1055/s-0044-100391>

Ruas, C. V., Pinto, R. S., Lima, C. D., Costa, P. B., & Brown, L. E. (2017). Test-Retest Reliability of Muscle Thickness, Echo-Intensity and Cross Sectional Area of Quadriceps and Hamstrings Muscle Groups Using B-mode Ultrasound. *International Journal of Kinesiology and Sports Science*, 5(1), 35. <https://doi.org/10.7575/aiac.ijkss.v.5n.1p.35>

Scarpelli, M. C., Nóbrega, S. R., Santanielo, N., Alvarez, I. F., Otoboni, G. B., Ugrinowitsch, C., & Libardi, C. A. (2022). Muscle Hypertrophy Response Is Affected by Previous Resistance Training Volume in Trained Individuals. *Journal of*

strength and conditioning research, 36(4), 1153–1157.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003558>

Schoenfeld, B., Fisher, J., Grgic, J., Haun, C., Helms, E., Phillips, S., Steele, J., & Vigotsky, A. (2021). Resistance Training Recommendations to Maximize Muscle Hypertrophy in an Athletic Population: Position Stand of the IUSCA. *International Journal of Strength and Conditioning*, 1(1). <https://doi.org/10.47206/ijsc.v1i1.81>

Schoenfeld, B., & Grgic, J. (2018). Evidence-Based Guidelines for Resistance Training Volume to Maximize Muscle Hypertrophy. *Strength & Conditioning Journal*, 40(4), 107–112. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000363>

Schoenfeld, B. J., Pope, Z. K., Benik, F. M., Hester, G. M., Sellers, J., Nooner, J. L., Schnaiter, J. A., Bond-Williams, K. E., Carter, A. S., Ross, C. L., Just, B. L., Henselmans, M., & Krieger, J. W. (2016). Longer Interset Rest Periods Enhance Muscle Strength and Hypertrophy in Resistance-Trained Men. *Journal of strength and conditioning research*, 30(7), 1805–1812.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001272>

Straub, R. K., & Powers, C. M. (2024). A Biomechanical Review of the Squat Exercise: Implications for Clinical Practice. *International journal of sports physical therapy*, 19(4), 490–501. <https://doi.org/10.26603/001c.94600>

Takahashi, K., Kawama, R., & Wakahara, T. (2025). End-divergent architecture diversifies within-muscle mechanical action in human gluteus maximus in vivo. *Journal of biomechanics*, 179, 112488.
<https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2024.112488>

Vigotsky, A. D., Halperin, I., Trajano, G. S., & Vieira, T. M. (2022). Longing for a Longitudinal Proxy: Acutely Measured Surface EMG Amplitude is not a Validated Predictor of Muscle Hypertrophy. *Sports Medicine*, 52(2), 193–199.
<https://doi.org/10.1007/s40279-021-01619-2>

Ward, S. R., Winters, T. M., & Blemker, S. S. (2010). The architectural design of the gluteal muscle group: implications for movement and rehabilitation. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 40(2), 95–102.
<https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3302>

Yavuz, H. U., Erdağ, D., Amca, A. M., & Aritan, S. (2015). Kinematic and EMG activities during front and back squat variations in maximum loads. *Journal of sports sciences*, 33(10), 1058–1066. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.984240>