

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA – UFU
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E FISIOTERAPIA - FAEFI
GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

GUILHERME JOSÉ LINS SILVA

**EXISTEM DIFERENÇAS NOS RESULTADOS DO TREINAMENTO COM
MÁQUINAS QUANDO COMPARADO AO TREINAMENTO COM PESOS LIVRES
NA MUSCULAÇÃO?**

UBERLÂNDIA

2024

GUILHERME JOSÉ LINS SILVA

**EXISTEM DIFERENÇAS NOS RESULTADOS DO TREINAMENTO COM
MÁQUINAS QUANDO COMPARADO AO TREINAMENTO COM PESOS LIVRES
NA MUSCULAÇÃO?**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. João Elias Dias Nunes.

UBERLÂNDIA

2024

GUILHERME JOSÉ LINS SILVA

**EFEITOS NA MUSCULAÇÃO COM PESOS LIVRE E MÁQUINAS: UMA REVISÃO
DE ESCOPO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Educação
Física e Fisioterapia da Universidade
Federal de Uberlândia, como requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel e
Licenciada em Educação Física.

Uberlândia, ____ de _____ de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. João Elias Dias Nunes

Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Rodney Paixão

Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Eduardo Santos

Universidade Federal de Uberlândia

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela saúde e força que me permitiram superar desafios.

Agradeço a Universidade Federal de Uberlândia, seu corpo docente, direção e administração por proporcionarem a melhor experiência possível durante todos os dias que frequentei a faculdade de Educação Física.

Agradeço ao meu orientador Prof. João Elias, pelo suporte, correções e, acima de tudo, por sempre incentivar a criação de um trabalho verdadeiramente meu.

Expresso minha gratidão aos meus pais pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Agradeço à minha noiva pelo estímulo, amor e parceria.

E a todos que de alguma forma fizeram parte da minha formação, o meu sincero agradecimento.

RESUMO

O estudo aborda a musculação, comparando exercícios com pesos livres e máquinas, destacando o controle motor dos pesos livres versus a estabilidade das máquinas. Pesquisas anteriores indicam benefícios em ambos os métodos, mas há lacunas sobre as diferenças específicas nas adaptações neurais e funcionais entre eles. Foram revisados estudos entre 1977 e 2022 nas plataformas PubMed e SciELO, utilizando termos relacionados a treinamento com pesos livres e máquinas. Excluíram-se materiais envolvendo revisões sistemáticas e artigos pagos. Pesos livres foram definidos como objetos móveis tridimensionalmente, enquanto máquinas incluíram aparelhos com articulações, polias e guias. Foram analisados 17 artigos relevantes. Estudos compararam força muscular, ativação eletromiográfica, funcionalidade, modulação hormonal e respostas hemodinâmicas entre pesos livres e máquinas. Resultados mostraram que ambos os métodos aumentam a força e ativação muscular, sem diferenças significativas. No entanto, exercícios livres podem gerar maior ativação muscular e resposta hormonal aguda devido ao maior envolvimento muscular e complexidade dos movimentos. Todavia, tanto pesos livres quanto máquinas são eficazes para ganho de força e funcionalidade, com pequenas diferenças contextuais na ativação muscular e resposta hormonal. A escolha entre eles pode ser baseada nos objetivos específicos do treino e nas necessidades individuais, com ambos oferecendo benefícios significativos para a saúde e desempenho físico.

Palavras-chave: treinamento resistido; hipertrofia; força muscular.

ABSTRACT

The study addresses weight training, comparing exercises with free weights and machines, highlighting the motor control required for free weights in contrast to the stability provided by machines. Previous research indicates benefits from both methods, but there are gaps regarding the specific differences in neural and functional adaptations between them. Studies from 1977 to 2022 were reviewed on the PubMed and SciELO platforms, using terms related to training with free weights and machines. Systematic reviews and paid articles were excluded. Free weights were defined as three-dimensionally movable objects, while machines included equipment with joints, pulleys, and guides. Seventeen relevant articles were analyzed. The studies compared muscle strength, electromyographic activation, functionality, hormonal modulation, and hemodynamic responses between free weights and machines. The results showed that both methods increase strength and muscle activation, with no significant differences. However, free-weight exercises may produce greater muscle activation and acute hormonal responses due to greater muscle involvement and movement complexity. Nevertheless, both free weights and machines are effective for strength gains and functionality, with slight differences in muscle activation and hormonal responses. The choice between them can be based on specific training goals and individual needs, as both offer significant benefits for health and physical performance.

Keywords: resistance training; hypertrophy; muscle strength

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. MÉTODO.....	8
3. RESULTADOS.....	9
4. DISCUSSÃO.....	31
5. CONCLUSÕES.....	38
REFERÊNCIAS.....	40

1 - INTRODUÇÃO

A musculação é uma metodologia de treinamento caracterizada por usar pesos e máquinas para oferecer alguma carga mecânica que se opõem ao movimento de determinada musculatura alvo. (CHAGAS et al., 2015)

Exercícios com pesos livres são caracterizados por uma maior possibilidade de liberdade de movimento, o que exige do executante um maior controle motor para execução e estabilização coordenada do movimento. Já os exercícios de musculação realizados em máquinas são marcados por um menor grau de liberdade do movimento, sendo o executante obrigado, pelas estruturas adjacentes da máquina, à realização da força de uma forma guiada e com menor possibilidade de realizar involuntariamente, por descontrole, movimentos indesejados.

Johnen et al. (2018) estudou a viabilidade do treinamento resistido em máquinas para idosos de um asilo e encontrou melhorias significativas no desempenho motor através de testes que avaliaram as funcionalidades desse grupo especial.

Já, SCHICK et al. (2010) comparou a atividade eletromiográfica entre supino livre e supino no *Smith*, encontrando uma maior ativação no exercício de supino na modalidade livre se comparado ao *Smith*, potencializando, então o desenvolvimento do peitoral na sua parte superior.

Devido a essas diferenças, tem-se especulado que exercícios com pesos livres poderiam proporcionar maiores adaptações neurais, justamente por exigir do executante um maior controle, devido a sua maior complexidade de execução da técnica.

Apesar de já haver evidências científicas suficientes que atestam os benefícios dos exercícios de musculação realizados em máquinas como os realizados com pesos livres, ainda se tem dificuldades em identificar se os exercícios com pesos livres apresentam diferentes adaptações se comparado aos exercícios em máquinas.

Desse modo, o objetivo deste estudo é revisar a literatura atual os estudos que buscaram comparar os efeitos do treinamento com pesos livres em relação ao treinamento com máquinas.

2 - MÉTODOS

Foi realizada uma busca por artigos nas plataformas “pubmed” e “scielo” com as seguintes palavras “*free weigth and machina*”, “*free weigth and bodybuilding*”, “*strength*

training and machine”, e “*resistance training and free weigth*”. O período da busca foi restringido de 1977 a 2022.

Artigos que utilizaram como materiais para o treinamento superbands e elásticos não foram incluídos. Assim como, revisões sistemáticas, metanálises, artigo pagos ou trabalhos similares que revisassem o assunto proposto.

Para inclusão dos artigos foi considerado como pesos livres quaisquer objetos que possam ser movidos livremente em um espaço tridimensional utilizando barras, anilhas, halteres, pesos d’água. Já por máquinas, foram considerados os aparelhos com articulações, polias, cabos e conjunto de pesos, além de elementos de apoio suporte e guia para realização dos movimentos.

3 - RESULTADOS

Foram encontrados na plataforma de pesquisa Pubmed 534 artigos, dentre esses foram selecionados 17 devido a sua relevância considerando o objetivo proposto neste estudo.

Na plataforma de pesquisa da Scielo não foram encontrados nenhum artigo relacionado com o tema entre 1983 até 2022.

Figura 1. Estratégias para pesquisa em banco de dados

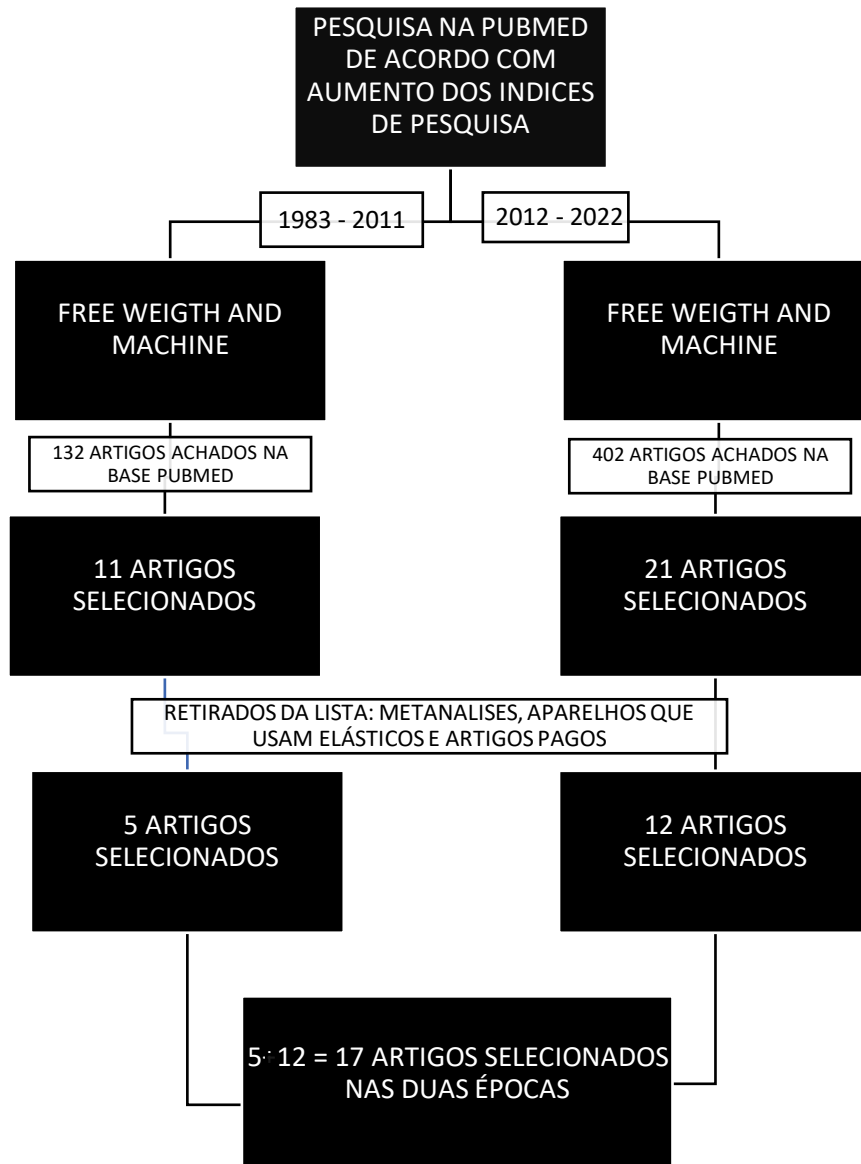


Figura 2. Tabela de resumo dos estudos.

ESTUDO	OBJETIVO	AMOSTRA	DESENHO EXPERIMENTAL	PRINCIPAIS DESFEITOS	CONCLUSÃO
<ul style="list-style-type: none"> Schott et al.,2019. 	<ul style="list-style-type: none"> Verificar respostas de força e funcionalidad es nos membros superiores e inferiores 	<ul style="list-style-type: none"> Entre 60 e 86 anos; Não ter treinado nos últimos 6 meses; Iniciantes 2 grupos; 32 Mulheres e Homens. 	<ul style="list-style-type: none"> Grupo A Pesos Livres (FWT) n = 16; FWT treinou = agachamento, supino reto, remo inclinado, tríceps deitado e Rosca barra; Grupo B Maquinas (MT) n = 16; MT treinou = leg press, chest press, remada sentada, pulley e rosca direta no cross; 2 treinos por semana; Duração 26 semanas; 3 séries de 10 a 12 repetições no máximo (70-80% do 10-RM); Mínimo 48h descanso. 	<ul style="list-style-type: none"> O Treinamento resistido atenua significativamente o declínio da força dinâmica de músculos previamente treinados; 	<ul style="list-style-type: none"> Em conclusão, o estudo mostra que o treinamento com pesos livre pode ser superior e melhorar força e/ou funcionalidades nas pernas e tríceps em relação ao treinamento em máquinas.

<ul style="list-style-type: none"> • Marshall et al.,2020. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar respostas hemodinâmicas e na função vascular 	<ul style="list-style-type: none"> • Entre 18 e 30 anos; • Treinados, por pelo menos 3 vezes na semana durante 2 anos; • 28 Indivíduos (16 homens; 12 mulheres); • Divididos em 2 grupos; • Sem comorbidades desreguladas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo A Pesos Livres (n=13); • Grupo B Máquinas(n=15); • 3 séries de 10 repetições a 75% de 1RM c/ 2 minutos de descanso entre séries. 	<ul style="list-style-type: none"> • O exercício pode induzir benefícios hemodinâmicos e vasculares agudos, reduzindo o risco de doenças cardiovasculares. 	<ul style="list-style-type: none"> • Em conclusão, os resultados do presente estudo sobre as respostas hemodinâmicas e a função vascular demonstram que as melhorias decorrentes da musculação não dependem se os exercícios são realizados com pesos livres ou em máquinas.
<ul style="list-style-type: none"> • Schwanbeck et al.,2020. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar massa muscular, força, testosterona livre e níveis de cortisol livre. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entre 18 e 25 anos; • 46 indivíduos (26 mulheres e 20 homens); • 2 Grupos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo A Pesos livres (supino reto e agachamento livre); • Grupo B Máquinas (supino no Smith e agachamento no Smith); • Duração de 8 semanas; • De 2 a 3 treinos p/ semana; • 3 a 4 séries de 4 a 10 repetições; • A espessura e força muscular foram medidas em 0 e 8 semanas; 	<ul style="list-style-type: none"> • Não foram encontradas diferenças significativas quanto a aumento de espessura do bíceps e quadríceps; • O tempo para ganho de força foi maior no grupo A pesos livres (13,9 vs. 8,6%); • Nos homens, em geral, tanto em exercícios livres 	<ul style="list-style-type: none"> • Em conclusão, os resultados do presente estudo sobre massa muscular, força, testosterona livre e níveis de cortisol livre demonstram que as melhorias decorrentes da musculação não dependem se os exercícios são

			<ul style="list-style-type: none"> • As concentrações hormonais foram avaliadas antes e depois do treino nas semanas 0, 4 e 8. 	<ul style="list-style-type: none"> ou articulados tiveram aumento maior no nível de testosterona nos pós treino de forma aguda se comparada a testosterona inicial nas duas formas de treinamento; • O nível de cortisol não apresentou diferenças entre os grupos 	<ul style="list-style-type: none"> realizados com pesos livres ou em máquinas.
<ul style="list-style-type: none"> • Parks et al.,2020. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar respostas na função vascular. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entre 18 e 28 anos; • 32 indivíduos (20 mulheres e 12 homens); • Treinados por pelo menos 1 ano por pelo menos 3 vezes na semana; • 2 grupos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo A Pesos livres (supino reto, agachamento livre e levantamento terra); • Grupo B Máquinas (Leg Press, Pulldown, cadeira extensora, supino articulado e flexor sentado); • 4 dias de testes no total;] • Dia 1: Testes de 1 RM p/ predição das cargas; • Dia 3 e 4 foram utilizados para o treinamento e a coleta dos dados (pressão arterial e medidas de 	<ul style="list-style-type: none"> • O estudo demonstra que o treinamento agudo com peso livre e máquina de peso está associado a aumentos transitórios nas medidas de reflexão da onda de pulso e rigidez aórtica, com reduções na perfusão miocárdica; • Os dados demonstram que ambas as modalidades resultam em estresse significativo no 	<ul style="list-style-type: none"> • Em conclusão, os resultados do presente estudo sobre respostas na função vascular demonstram que as melhorias decorrentes da musculação não dependem se os exercícios são realizados com pesos livres ou em máquinas.

			reflexão do pulso e rigidez aórtica de 10 a 20 minutos depois do treino);	miocárdio durante a recuperação, ao mesmo tempo em que aumentam a pressão na aorta por pelo menos 10 a 20 minutos.	
<ul style="list-style-type: none"> • Coratela et al.,2020. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar a excitação muscular em variações de supino 	<ul style="list-style-type: none"> • 10 fisiculturistas competitivos foram recrutados. • 1 treino. 	<ul style="list-style-type: none"> • Foram realizadas 4 repetições a 80% do 1RM; • Foram analisados por eletromiografia: <ul style="list-style-type: none"> - A cabeça clavicular e esterno costal do peitoral maior; - A cabeça longa do Tríceps braquial; - O deltoide anterior e lateral. • Foram registradas a fase concêntrica e excêntrica dos exercícios de supino horizontal, inclinado ou declinado e máquina de supino reto; 	<ul style="list-style-type: none"> • Este estudo demonstra que as maiores variações de ativação ocorrem nos graus de inclinações do banco em que se está sendo utilizado; • A excitação do peitoral maior na cabeça clavicular e foi mais excitada no banco inclinado (45°) em relação aos outros exercícios; • A cabeça esterno costal teve excitação inferior no banco inclinado em 	<ul style="list-style-type: none"> • Em conclusão, os resultados do presente estudo sobre a excitação muscular em variações de supino demonstram que as melhorias decorrentes da musculação não dependem se os exercícios são realizados com pesos livres ou em máquinas.

				<p>relação aos demais exercícios;</p> <ul style="list-style-type: none">• O deltoide anterior foi mais excitado usando ângulos mais inclinados;• O tríceps braquial e o deltoide lateral foram mais excitados quando a estabilidade diminuiu, uma vez que foram mais ativos no supino reto que no supino reto na máquina.• O estudo relata maior ativação do tríceps e deltoide na variação do supino reto livre em comparação a máquina devido a maiores graus de instabilidade, no entanto não relata ativação mais elevada no peitoral maior	
--	--	--	--	---	--

<ul style="list-style-type: none"> • Schwarz et al.,2019. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar a diferença entre agachamento livre e máquina na resistência para aumentar testes de desempenho. 	<ul style="list-style-type: none"> • 27 mulheres (entre 18 e 27 anos); • Não treinadas em resistência; • Os indivíduos praticavam pelo menos 30 minutos por semana; • 3 grupos por 2 vezes na semana durante 6 semanas; • Durante o estudo nenhum outro tipo de treinamento foi feito. 	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo A Pesos livres (agachamento livre); • Grupo B Máquina (agachamento no hack); • Grupo C Controle (Nenhum tipo de agachamento); • Todos os grupos completaram 6 semanas de treinos de salto, corrida e COD (tempos de sprint e tempos de mudança de direção); • Foram avaliadas a massa corporal total; Salto vertical; DQO pró agilidade; DQO zig-zag; e provas de sprint de 30 metros; • Foi feito um teste de 1RM para medição de força máxima. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ademais, a potência média e de pico de salto para o grupo B (agachamento no hack) aumentou em maior grau do que os demais grupos; • Nenhum dos agachamentos (livre ou máquina) contribuíram com qualquer benefício na altura do salto vertical, sprint ou desempenho de DQO, sugerindo que as melhorias iniciais nas alunas são resultado do treinamento direto e não de aumentos de capacidades de força máxima; • Nos achados gerais não se pode falar que o agachamento livre tem superioridade ao 	<ul style="list-style-type: none"> • Em conclusão, os resultados do presente estudo sobre a entre agachamento livre e máquina na resistência para aumentar testes de demonstram que as melhorias decorrentes da musculação não dependem se os exercícios são realizados com pesos livres ou em máquinas.
--	--	---	---	---	---

				<p>agachamento na máquina com relação a melhoria da altura, velocidade e agilidade do salto durante um período inicial de 6 semanas em mulheres não treinadas e recreativamente ativas.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Johnen et al.,2017. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar a viabilidade do treinamento de força livre vs máquinas em idosos institucionalizados e determinar efeitos sobre o desempenho físico 	<ul style="list-style-type: none"> • 45 homens e mulheres idosos institucionalizados (12 homens, 33 mulheres;); • Idade entre 31 e 95 anos; • 2 grupos, 2 vezes na semana durante 12 semanas de 45-60 minutos por sessão. 	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo A Máquina (leg press; puxada de latíssimo para baixo; extensão de cotovelo e ombro; e extensor de costas); • Grupo B Pesos livres (autor não cita exercícios, mas ressalta são exercícios que envolvem grupos musculares semelhantes ao grupo A utilizando halteres) • O treinamento foi iniciado a 50% de 8RM e o limite foi tolerado até 80% de 8RM em duas séries de 10 a 12 repetições; • O desempenho foi avaliado com o teste de escada de 11 degraus, 	<ul style="list-style-type: none"> • Ambos os programas de treinamento apresentaram alta viabilidade, adesão e podem ser eficazes para prevenir o declínio do estado funcional e cognitivo, e melhorar o desempenho físico de idosos institucionalizados 	<ul style="list-style-type: none"> • Em conclusão, os resultados do presente estudo sobre a viabilidade do treinamento de força livre vs. máquinas em idosos institucionalizados e o efeitos sobre o desempenho físico demonstram que as melhorias decorrentes da musculação não dependem se os exercícios são realizados com pesos livres ou em máquinas.

			teste de caminhada de 10 m, Timed Up and Go Test (TUG), 30 s Chair Rising Test (CRT), força de preensão, índice de massa corporal.		
<ul style="list-style-type: none"> Shaner et al., 2014. 	<ul style="list-style-type: none"> Verificar o efeito da seleção de exercícios na resposta hormonal aguda comparando exercícios livres e máquinas. 	<ul style="list-style-type: none"> 10 homens treinados; Idade de 25 ± 3 anos; 2 Grupos em 1 visita durante 4 semanas (a primeira e segunda visita foi para familiarização de exercícios e seu 1RM, para a terceira e quarta visita os participantes realizaram um teste de resistência pesada aguda). 	<ul style="list-style-type: none"> Grupo A Pesos livres (agachamento livre); Grupo B Máquinas (leg press); O teste de resistência consistiu em 6 séries de 10 repetições de agachamento ou leg press com carga inicial de 80% de 1RM e 2 minutos de descanso; Amostras de sangue foram coletadas antes; imediatamente após; e 15 e 30 minutos após o exercício; Foram analisadas concentrações de Testosterona, GH e Cortisol. 	<ul style="list-style-type: none"> Os exercícios com peso livre parecem induzir maiores respostas hormonais ao exercício de resistência do que os exercícios com peso na máquina usando movimentos multiarticulares da parte inferior do corpo e motores primários semelhantes; Imediatamente após o treinamento o agachamento livre produziu maiores concentrações em Testosterona, GH e 	<ul style="list-style-type: none"> Em conclusão, os resultados do presente estudo sobre o efeito da seleção de exercícios na resposta hormonal aguda demonstram que as melhorias decorrentes da musculação não dependem se os exercícios são realizados com pesos livres ou em máquinas.

				<p>Cortisol se comparado com o leg press;</p> <ul style="list-style-type: none"> Embora o trabalho total (carga externa e massa corporal movida) tenha sido maior no agachamento livre que no leg press a percepção de esforço não diferiu entre eles. 	
<ul style="list-style-type: none"> Wirth et al., 2016. 	<ul style="list-style-type: none"> Verificar os efeitos do treinamento de maquinas vs. Pesos livres na força e velocidade-força. 	<ul style="list-style-type: none"> 120 participantes do sexo masculino; Idade de $23,8 \pm 2,5$ anos; Três grupos em 2 sessões de treinamento por semana durante um período de 8 semanas; 	<ul style="list-style-type: none"> Grupo A Pesos livres (Agachamento livre entre 60-70°); Grupo B Máquinas (Leg press 45°, 90° ângulo do joelho); Grupo C (Controle que não realizou o treinamento); Foram avaliadas o salto agachado (SJ) e do salto em contra movimento (CMJ) no tapete de contato medindo a altura do salto e avaliando a força de velocidade; 	<ul style="list-style-type: none"> A influência da força dinâmica máxima no desempenho pode ser considerada moderada a alta; O agachamento foi significativamente mais eficaz em comparação com o leg press induzindo uma preferência em preparações para competição por exercícios que envolvam 	<ul style="list-style-type: none"> Em conclusão, os resultados do presente estudo sobre os efeitos na força e velocidade-força demonstram que as melhorias decorrentes da musculação não dependem se os exercícios são realizados com pesos livres ou em máquinas.

			<ul style="list-style-type: none"> • Os grupos realizaram 5 séries de 8-10 repetições máximas (RM) durante as 3 primeiras semanas; na quarta, quinta e sexta semana 5 séries de 6-8 RM; Durante as duas últimas semanas foram utilizadas 5 séries de 4-6 RM; • O aumento das cargas variou entre 2,5-10 kg para próxima série ou sessão de treinamento. 	<p>agachamento melhorando mais o desempenho do salto;</p> <ul style="list-style-type: none"> • O grupo A agachamento livre apresentou ao longo das semanas aumentos altamente significativos 14,2% no salto agachado e 13,4% no salto em contra movimento, enquanto no grupo B o leg press 45 se mostrou muito inferior com aumento de 5,2% e 3,3% de salto agachado e salto contra movimento respectivamente. 	
--	--	--	---	---	--

<ul style="list-style-type: none"> • Wilke et al., 2020. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar a capacidade de melhora agudamente no desempenho do sistema cognitivo no treinamento livre vs. Máquinas. 	<ul style="list-style-type: none"> • 46 participantes (26 homens e 20 mulheres); • Idade de 27 ± 4 anos; • Dois grupos realizaram um treinamento de 45 minutos; 	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo A Pesos livres (desenvolvimento militar, agachamento livre e Supino reto) • Grupo B Máquinas (Máquina peitoral, Leg press 45 e Desenvolvimento na máquina); • Os participantes realizaram 4 séries de 6,8,10 e 12, diminuindo progressivamente a carga conforme as séries com 115s de descanso; • Fase concêntrica e excêntrica padronizada de 1:1; • Os pesos foram determinados por um teste de 6RM. • Foram analisados três testes <i>trail making</i>, <i>tarefa stroop</i> e o teste <i>digit Span</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • O uso de pesos livres parece ser o método de exercícios mais eficaz para melhorar agudamente a função cognitiva, ou seja, o controle inibitório. 	<ul style="list-style-type: none"> • Em conclusão, os resultados do presente estudo sobre a capacidade de melhora agudamente no desempenho do sistema cognitivo, demonstram que as melhorias decorrentes da musculação mostraram que os exercícios realizados com pesos livres são superiores a exercícios em máquinas.
---	--	---	--	--	--

<ul style="list-style-type: none"> • Aerenho uts et al., 2020. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar o efeito do treinamento livre vs. Articulado vs. Ambos nas mudanças da Antropometria, Força e Capacidade funcional. 	<ul style="list-style-type: none"> • 36 iniciantes do sexo masculino; • Idade de 18 a 45 anos; • Três grupos (12 participantes em cada grupo) realizaram um programa de treinamento de 10 semanas por 2 vezes na semana; 	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo A Pesos livres (Supino com halteres); • Grupo B Máquinas (Supino no Smith,) • Grupo C Misto (ambos supinos) - Mudança do treinamento livre para máquinas a partir da semana 6. • Os participantes realizaram 3 séries por exercício com pesos de 12RM; • A progressão da carga foi recomendada de 2 a 10% dependendo de cada exercício realizado • Foram analisados o tamanho muscular (circunferências braço, coxa e peito), força pelo teste de 1RM (resultado convertido através do 12RM pelo diagrama de Oddvar Holten) e capacidade funcional (Funcional movement screen); 	<ul style="list-style-type: none"> • No presente estudo em homens iniciantes é esperado ganhos de força e capacidade funcional independente do resultado e sem retrocesso quando varia-se do exercício livre para o articulado, fomentando que qualquer tipo de escolha de equipamentos pode ser feito para o treinamento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Em conclusão, os resultados do presente estudo sobre o efeito do treinamento nas mudanças da Antropometria, Força e Capacidade funcional, demonstram que as melhorias decorrentes da musculação não dependem se os exercícios são realizados com pesos livres ou em máquinas.
---	---	---	--	---	---

			<ul style="list-style-type: none"> • As avaliações ocorreram antes do início, meio e fim do programa de treinamento; 		
<ul style="list-style-type: none"> • Rossi et al., 2018. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar a força, composição corporal e medidas de resultados funcionais 	<ul style="list-style-type: none"> • 26 iniciantes do sexo masculino; • Idade de 18 a 26 anos; • Três grupos; • 10 semanas realizando; • 2 exercícios para a parte inferior do corpo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo A Pesos livres (Agachamento livre) • Grupo B Máquinas (Leg press) • Grupo C Misto (Agachamento e Leg press); • Para medir a força foram feitas 6 séries por semana com cargas compreendendo a 8 a 12RM com intervalos de descanso entre séries de 90 e 120 segundos; • Para a medidas funcionais foi utilizado um teste de equilíbrio de excursão em estrela (SEBT) e Salto vertical contra movimento; 	<ul style="list-style-type: none"> • Os resultados mostraram que ocorreu maior transferência para a força máxima do agachamento, seguido do grupo c e logo após o grupo b; • Não teve diferenças significativas nas composições corporais entre os grupos; • O salto vertical assim como a força teve uma melhora mais significativa no grupo agachamento seguido 	<ul style="list-style-type: none"> • Em conclusão, os resultados do presente estudo sobre a força, composição corporal e medidas de resultados funcionais, demonstram que as melhorias decorrentes da musculação mostraram que os exercícios realizados com pesos livres são superiores a exercícios em máquinas.

			<ul style="list-style-type: none"> • Para a composição corporal foi feita através do DEXA(absorimetria de raios-x de dupla energia). 	<p>logo após do grupo leg + agachamento e do grupo leg press, respectivamente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • No teste de SEBT na maioria das métricas favoreceu o grupo combinado em relação aos outros grupos 	
<ul style="list-style-type: none"> • Jones et al., 2008. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar características cinéticas (força, velocidade e potência) entre levantamento olímpico na máquina vs. Barra livre. 	<ul style="list-style-type: none"> • 14 indivíduos treinados no levantamento olímpico foram recrutados; • Idades de 17 a 30 anos; • 1 exercício de duas formas diferentes. • 1 Grupo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Os indivíduos foram submetidos a uma sucessão de testes para familiarização do exercício, seguido de um teste de 1RM para a predição das cargas para o estudo; • Os voluntários foram sujeitos a 3 séries de uma repetição a 85% de 1RM com intervalos de descanso de 2 a 3 minutos no exercício de levantamento olímpico na barra livre e levantamento olímpico na máquina (máquina <i>Power trainer</i>); 	<ul style="list-style-type: none"> • Os resultados demonstraram que o levantamento olímpico livre parece ser um pouco diferente do levantamento na máquina o que fez a capacidade máxima de levantamento livre ser 25% superior a máquina; • A relação velocidade-força pode ser diferente quando comparada com pesos livres e o principal 	<ul style="list-style-type: none"> • Em conclusão, os resultados do presente estudo sobre características cinéticas (força, velocidade e potência), demonstram que as melhorias decorrentes da musculação mostraram que os exercícios realizados com pesos livres são superiores a exercícios em máquinas.

			<ul style="list-style-type: none"> Foi utilizado um dinamômetro de fitrodyne para analisar força, velocidade e potência; 	<p>motivo pode ser a trajetória de elevação da máquina;</p> <ul style="list-style-type: none"> Portanto, treinar na barra livre apresenta maior produção de força na mesma intensidade relativa (85% de 1RM). 	
<ul style="list-style-type: none"> Schick et al., 2009. 	<ul style="list-style-type: none"> Verificar ativação muscular (deltoide anterior, deltoide medial e peitoral maior) no supino com peso livre se 	<ul style="list-style-type: none"> 26 Indivíduos foram recrutados (14 experientes e 12 iniciantes) para fazer duas sessões de teste em que envolveu o peso livre ou articulado.; Idades entre 18 e 22 anos; 	<ul style="list-style-type: none"> Os indivíduos foram submetidos a dois dias de testes. <ul style="list-style-type: none"> - Dia 1: Determinas o 1RM de cada participante no supino reto no Smith ou peso livre seguido de 2 repetições a 70% 1RM e 2 repetições a 90% de 1RM no modo testado; - Dia 2: Uma semana depois do primeiro teste o mesmo teste foi repetido invertendo o exercício 	<ul style="list-style-type: none"> Não houve diferença significativa na amplitude eletromiográfica (EMG) para peitoral maior ou deltoide anterior; O valor médio do deltoide medial foi significativamente maior no supino com peso livre do que no supino na máquina Smith; 	<ul style="list-style-type: none"> Em conclusão, os resultados do presente estudo sobre a ativação muscular (deltoide anterior, deltoide medial e peitoral maior) no supino livre e máquina, demonstram que as melhorias decorrentes da musculação não dependem se os exercícios são

	<p>comparado ao supino na máquina Smith em indivíduos experientes e inexperientes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Os testes ocorreram em duas visitas; • 1 Grupo. 	<p>feito, ou seja, quem fez no teste anterior supino no Smith agora vai fazer supino reto nos mesmos protocolos;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para a medição da ativação muscular foi utilizado um aparelho de eletromiografia, nos músculos do deltoide anterior, medial e peitoral maior; • Foram analisados na eletromiografia a fase concêntrica do exercício tanto com cargas relativamente moderadas como intensidades mais altas. 	<ul style="list-style-type: none"> • A amplitude EMG para a condição de 90% de 1RM foi significativamente maior do que para a 70% de 1RM; • Como esperado os indivíduos treinados tiveram um nível de 1RM maiores do que os não treinados; • Os resultados sugerem que o exercício de supino livre pode levar a um aumento na estabilização sobre a articulação glenoumeral de músculos como o deltoide anterior, sugerindo também que em reabilitações pode ser mais sensato utilizar o supino no Smith. 	<p>realizados com pesos livres ou em máquinas.</p>
--	--	--	--	--	--

<ul style="list-style-type: none"> • Schwanbeck et al., 2009. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar ativação muscular (tibial anterior, gastrocnêmio, vasto medial, vasto lateral, bíceps femoral, eretor da coluna lombar e reto abdominal) no agachamento com peso livre vs. Agachamento no Smith. 	<ul style="list-style-type: none"> • 6 Indivíduos (3 homens e 3 mulheres) com experiência no treinamento de força foram recrutados para fazer 1 série para cada variação de agachamento; • Idade entre 20 e 23 anos; • Os testes ocorreram em 3 dias; 	<ul style="list-style-type: none"> • Os participantes fizeram 2 a 3 sessões de teste por 8 repetições de aquecimento e de 2 a 3 séries de trabalho com 4 a 5 minutos de descanso para determinar melhor as 8RM de cada participante; • Após uma semana dos pré-testes cada um dos seis participantes fez entre 2 a 3 séries de 8RM de agachamento em ambas variações aleatoriamente com 3 dias de descanso entre um exercício e outro; • Participantes foram lembrados da técnica do exercício antes do teste e orientado a fazer aproximadamente 90 graus de flexão de joelho durante o teste; • Durante o teste foi medido o nível de ativação muscular por meio da atividade eletromiográfica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não ocorreram diferenças significativas entre peso livre e máquina Smith, no entanto a média da eletromiografia em todos os músculos no agachamento livre apresentou ser maior em 43% se comparado ao agachamento na máquina. 	<ul style="list-style-type: none"> • Em conclusão, os resultados do presente estudo sobre a ativação muscular (tibial anterior, gastrocnêmio, vasto medial, vasto lateral, bíceps femoral, eretor da coluna lombar e reto abdominal), demonstram que as melhorias decorrentes da musculação mostraram que os exercícios realizados com pesos livres são superiores a exercícios em máquinas.
--	--	--	---	---	---

<ul style="list-style-type: none"> • Mayhew et al., 2010. 	<ul style="list-style-type: none"> • O objetivo deste estudo foi determinar o grau de força da parte superior do corpo adquirida por mulheres universitárias que estão abaixo do peso e obesas usando diferentes modos de treinamento de resistência. 	<ul style="list-style-type: none"> • 166 universitárias foram selecionadas classificadas com base no índice de massa corporal; • Foram analisadas a composição corporal por meio das dobras cutâneas; • O trabalho foi dividido em 6 grupos, sendo que 3 grupos repetiam, pois eram divididos entre indivíduos obesos e abaixo do peso; • O teste de força geral e específica foi medido por um teste de 1RM no supino reto livre, supino vertical na máquina e supino reto na máquina; 	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo A n=38(Supino reto livre); • Grupo B n=76(Supino reto máquina); • Grupo C n=52(Supino vertical na máquina); • Cada grupo foi submetido aos mesmos programas de treinamento 3 vezes por semana durante 12 semanas; <ul style="list-style-type: none"> - Primeiras cinco semanas: 3 séries de 10-12RM; - Da sexta a nona semana: 3 séries de 6-8RM; - Durante as três últimas semanas: 3 séries de 3-5RM. • Cada participante foi avaliado antes e depois do treinamento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Os aumentos de força geral foram significativamente maiores para os participantes obesos que para os participantes abaixo do peso; • Os ganhos de força foram maiores significativamente em todos os grupos; • O estudo sugere que não importa onde fazer exercícios para ganho de força em peitoral, mas abre pretextos para que mais estudos sejam feitos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Em conclusão, os resultados do presente estudo sobre o grau de força da parte superior do corpo adquirida por mulheres universitárias que estão abaixo do peso e obesas usando diferentes modos de treinamento de resistência, demonstram que as melhorias decorrentes da musculação não dependem se os exercícios são realizados com pesos livres ou em máquinas.
--	--	---	---	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> • Na semana subsequente ao teste de 1RM com as máquinas 			
<ul style="list-style-type: none"> • Lyons et al., 2010. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar a relações entre 1RM realizada em máquinas em comparação com pesos livres, além de desenvolver equações para predição de 1RM. 	<ul style="list-style-type: none"> • 31 indivíduos do sexo masculino treinados foram selecionados para realizar levantamentos de 1RM em 3 máquinas e 3 exercícios de peso livre comparáveis; • Idade de 21 a 25 anos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Foram feitas três sessões de testes para completar um total de 6 exercícios de 1RM, então os exercícios foram divididos em três dias diferentes com 48 a 72 horas de recuperação; • As sessões foram contrabalanceadas para o indivíduo fazer somente 2 modalidades de exercícios por dia aleatoriamente; • Os exercícios livres foram supino reto barra, supino reto com halteres, rosca direta; • Os exercícios articulares foram rosca Scott, máquina peitoral vertical e máquina de supino reto; 	<ul style="list-style-type: none"> • O estudo mostrou diferenças significativas entre os exercícios livres e os equipamentos articulados, sendo os 1RM dos exercícios de máquinas mais altos que os exercícios livres. 	<ul style="list-style-type: none"> • Em conclusão, os resultados do presente estudo sobre as relações do teste de 1RM, demonstram que o 1RM dos pesos nas máquinas é maior que nos exercícios livres.

			<ul style="list-style-type: none"> • Para o protocolo de 1RM foi feito uma série de aquecimento por todos os indivíduos aproximadamente 50% de sua percepção de 1RM por 10 repetições, • Logo após o aquecimento, foi dado 1 minuto de intervalo e foi feito uma série de aproximadamente 75% 1RM por 5 repetições. • Após essa série de 2 minutos foi feito uma série de aproximadamente 90%, por 3 repetições; • Foi dado um período de 4 minutos de descanso da série de 90% fizeram um teste com incrementos de 5 a 10 libras até o esforço máximo 		
--	--	--	--	--	--

RM: Repetição Máxima; SEBT: teste de equilíbrio de excursão estelar; DEXA: Absorciometria de Energia Dupla de Raios X.

4 - DISCUSSÃO

A musculação se mostra muito eficaz para aumento dos níveis de força, hipertrofia, potência, ativação muscular, modulação hormonal e prescrição de testes preditivos. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi comparar os efeitos entre a utilização de máquinas e pesos livres para conseguir esses resultados.

Dentre os 17 artigos revisados, cinco se concentram na temática da força muscular, conceituada por Kraemer et al. (2004) como a capacidade de um músculo ou grupo muscular gerar tensão em um padrão específico e velocidade de movimento determinada. Uma discussão recorrente nesse contexto é a comparação entre o uso de pesos livres e máquinas.

Em um estudo conduzido por Schwanbeck et al. (2020), foi analisado o impacto do agachamento livre em comparação com o agachamento no *Smith*, ambos realizados com 6-10 repetições máximas (RM) e amplitude de 90°, assim como o efeito do supino reto livre em relação ao supino no *Smith*, também de 6-10RM, ao longo de oito semanas, em dois grupos mistos compostos por 36 indivíduos, entre 18 e 30 anos. Não foram observadas diferenças significativas no aumento da força entre os dois tipos de exercícios, mesmo ao se avaliar a evolução do nível de força por meio da estimativa do 1RM a partir das repetições máximas. Neste estudo, foi identificada uma interação significativa entre grupo e tempo para a força no supino realizado em máquina ($p = 0,05$), indicando mudanças distintas ao longo do período de avaliação nos dois grupos. Notavelmente, o grupo que utilizou a máquina apresentou um aumento maior (13,9%) em comparação com aquele que empregou pesos livres (8,6%). Além disso, tanto a força no supino quanto no agachamento com pesos livres e no agachamento na máquina *Smith* aumentaram em ambos os grupos (entre 11% e 19%), sendo essa mudança estatisticamente significativa ($p < 0,01$). Importante ressaltar que não foram identificadas diferenças significativas entre os grupos em relação a esses exercícios.

Aerenhouts et al. (2020), comparou em 3 grupos: pesos livres, máquinas e combinado, diversos exercícios em máquinas (leg press, peitoral na máquina, extensão de quadril, remada baixa e desenvolvimento na máquina) e exercícios livres (agachamento livre, supino com halteres, levantamento terra, remada curvada com halter e desenvolvimento com halteres), em 36 homens iniciantes de 18 a 45 anos durante 10 semanas, com três séries por exercícios com pesos de 12 repetições máximas(RM) aumentando a carga, perceptivamente, variando entre 2 a 10%. O único grupo que alternou os exercícios foi o grupo combinado que saiu dos exercícios livre para em máquinas ao meio do estudo. Nesse contexto, foram feitos testes de força, de 10 a 12 RM para estabelecer a carga máxima e convertida segundo o diagrama de Oddvar Holten

para o teste direto de 1RM, no meio do projeto com 5 semanas e no fim do projeto com 10 semanas de treinamento em todos os movimentos. Ambos os exercícios em máquinas e com pesos livres variaram na força por tempo, porém não houve diferenças significativas entre os ganhos de força entre os grupos.

Já no estudo de Rossi et al (2018), foram comparados 26 voluntários do sexo masculino com idade entre 18 e 26 anos em três grupos diferentes, o agachamento livre (SQ), Leg press (LP) e a combinação Agachamento - Leg Press (SQ-LP). O tempo do estudo foi de 10 semanas com os indivíduos realizando 6 séries por sessão com cargas correspondentes a 8-12 (RM) e intervalos inter-séries de 90 a 120 segundos. O estudo em questão identificou um maior ganho de força no exercício livre de agachamento (31,5%) seguido da combinação entre os dois exercícios (19,8%) e, subsequente, o leg press (7,3%) apresentando superioridade do exercício livre ao articulado no quesito ganho de força. No entanto, o estudo comparou dois exercícios com os movimentos diferentes e com biomecânicas diferentes nas flexões de quadril e joelhos. Além disso, a maior amplitude utilizada no agachamento pode ter favorecido a maiores ganhos de força devido ao recrutamento muscular. O agachamento também pode ter sido favorecido pelas musculaturas estabilizadoras do movimento (erectores da espinha, glúteos, core abdominal), outro motivo pode ser devido a maior semelhança do agachamento com as atividades do cotidiano como se sentar e se levantar.

Quando analisados os aumentos dos níveis de força em dois grupos musculares de idosos durante 26 semanas, 2 vezes por semana, com no mínimo 48 horas de intervalo entre os treinamentos com duração média entre 75 e 90 minutos Schott et al., (2019) relataram que o aumento de força no grupo de treinamentos em máquinas variou entre 28 a 75%, enquanto com pesos livres de 44 a 111%, sendo os aumentos mais significativos de pesos livres para membros inferiores (113 contra 44%) e tríceps (89 contra 28,3%). O treinamento realizado seguiu o protocolo de cinco exercícios com duas séries de 15 a 20 repetições de aquecimento no próprio aparelho selecionado seguido de três séries de 10 a 12 repetições no máximo (10 - RM), usando máquinas ou pesos livres em dois grupos diferentes. O grupo treinamento em máquinas (MT) fez exercícios envolvendo os grupamentos musculares quadríceps (leg press), peitoral maior (máquina peitoral), latíssimo do dorso (remada sentada), tríceps braquial (tríceps pulley) e o bíceps braquial (rosca direta na polia baixa) e o grupo treinamento com pesos livres (FWT) utilizou com halteres agachamentos, supino, remada inclinada, tríceps deitado e rosca bíceps. Os procedimentos de testes utilizados para obtenção do nível de força foi o teste de 10 RM com escala perceptiva, ou seja, se o participante atingiu 12 repetições e ele relata que foi fácil é dado

a ele um descanso de 5 minutos, aumentado a carga em aproximadamente 20% e em até 3 séries é procurada a 10RM. Os resultados inferem que os níveis de força de forma geral foram superiores e progrediram mais no treinamento com pesos livres (44 – 111%) se comparado com o treinamento com máquinas (28 – 75%).

Ao examinar a diferença de efeito entre o supino reto livre e articulado na força dos membros superiores durante 12 semanas em 166 mulheres com peso abaixo do normal e com obesidade, Mayhew et al., (2010) dividiu-as em 2 grupos diferentes baseado no Índice de Massa Corporal (IMC). Elas fizeram um aquecimento entre 50-70% da 1RM e após o aquecimento e o peso aproximado fizeram de 3 a 5 tentativas para 1RM. Os autores constataram que, apesar da tendência de mulheres acima do peso a ganhar mais força absoluta do que mulheres abaixo do peso, não foram observadas diferenças significativas no ganho de força entre as duas formas de treinamento.

Em conjunto, baseado no que a literatura nos trás em relação a força muscular não temos diferenças significativas do treinamento de máquinas se comparado com o treinamento com pesos livres. As possíveis explicações levantadas para essa não diferenciação nos ganhos de força se dá devido a biomecânica no movimento das máquinas mimetizarem o movimento de pesos livres. Ao que parece, as diferenças de estabilidade na utilização de máquinas e pesos livres não é suficiente para promover diferenças nos ganhos de força entre 4 e 12 semanas de treinamento

A funcionalidade pode ser entendida como a capacidade de executar atividades básicas essenciais no cotidiano, como correr, agachar e puxar. Um estudo conduzido por Johnen et al. (2017) investigou os efeitos do treinamento resistido com máquinas e pesos livres no desempenho físico de 45 idosos em uma casa de repouso. O treinamento ocorreu duas vezes por semana ao longo de 3 meses e foi avaliado por meio de testes como a caminhada de 10 minutos e o teste de subida de 11 degraus. Ao término do estudo, não foram encontradas diferenças significativas entre o treinamento com pesos livres e o treinamento com máquinas articuladas em relação às funcionalidades avaliadas.

Posteriormente, Aerenhouts et al. (2019) investigaram a capacidade funcional utilizando o teste *Functional Movement Screen* (FMS) em 36 homens adultos iniciantes entre 18 e 45 anos, por 10 semanas em três grupos (n=12 cada): apenas máquinas (M); apenas pesos livres (FW) e um grupo combinado (COMB). A análise dos dados revelou que não houve diferenças significativas nas pontuações totais da FMS entre os grupos de intervenção ao longo do tempo ($F(4,64) = 0,824$, $p = 0,514$, $\eta = 0,049$). Além disso, não foram observadas diferenças

significativas nas pontuações entre os diferentes grupos de intervenção ($F(2,33) = 0,599$, $p = 0,555$, $\eta = 0,035$). Esses resultados indicam que o efeito da intervenção não variou significativamente entre os grupos ao longo do tempo, e nenhum grupo de intervenção demonstrou uma melhoria significativamente em relação ao outro.

Rossi et al. (2018), por meio do teste de SBPE, observaram melhorias no equilíbrio após o treinamento livre e com máquinas. O grupo que realizou uma combinação de exercícios demonstrou uma melhora significativa no equilíbrio da perna esquerda em comparação com o grupo que praticou apenas agachamentos (diferença: 26,7, IC 95%: 0,8-52,6, $P = 0,05$). Por outro lado, o grupo que praticou apenas agachamentos apresentou um melhor equilíbrio na perna direita em comparação com o grupo que realizou apenas prensa de pernas (diferença: 5,7, IC 95%: 0,2-11,3, $P = 0,03$). Notavelmente, o grupo que realizou a combinação de exercícios também obteve um equilíbrio superior na perna direita em comparação com o grupo que praticou apenas prensa de pernas (diferença: 7,9, IC 95%: 2,5-13,2, $P = 0,004$), e em relação ao grupo de prensa de pernas isoladamente (diferença: 11,5, IC 95%: 2,4-20,5, $P = 0,01$). Adicionalmente, o grupo que realizou a combinação de exercícios teve um melhor equilíbrio na perna direita em comparação com o grupo que praticou apenas agachamentos (diferença: 28,1, IC 95%: 6,2-49,9, $P = 0,01$). Houve também melhorias significativas ao longo do tempo em 15 dos 18 resultados do teste de equilíbrio (SEBT).

Em conjunto, podemos concluir que não há evidências suficientes para afirmar a superioridade da utilização de pesos livres em relação às máquinas para melhora na funcionalidade.

A comparação entre o treinamento livre e articulado também levanta dúvidas em relação à modulação hormonal que o exercício pode provocar no corpo. Nesse contexto, Shaner et al. (2014) conduziram uma pesquisa sobre a resposta hormonal aguda, examinando as concentrações de testosterona, hormônio do crescimento (GH) e cortisol(C) em 10 homens treinados no pré(antes do início do exercício) e pós(imediatamente depois, 15 minutos depois e 30 minutos) depois de 6 séries de 10 repetições no leg press em comparação ao agachamento livre. Observou-se que o exercício de agachamento livre desencadeou uma resposta aguda mais pronunciada do que o exercício de leg press, utilizado como exercício articulado, tanto antes quanto depois da atividade. Essa discrepância provavelmente ocorreu devido ao envolvimento de uma maior massa muscular durante o agachamento livre, incluindo os músculos eretores da espinha e o core abdominal, o que parece promover uma secreção hormonal mais elevada. Além disso, foi notável que a quantidade total de testosterona ao longo do tempo foi

consideravelmente maior durante o agachamento ($1527 \pm 258 \text{ nmol} \cdot \text{L}^{-1}$) em comparação com o leg press ($1362 \pm 143 \text{ nmol} \cdot \text{L}^{-1}$). Em relação à concentração de cortisol, a área sob a curva foi significativamente maior para o agachamento ($34.344 \pm 10.179 \text{ nmol} \cdot \text{L}^{-1}$) do que para o leg press ($29.193 \pm 8.456 \text{ nmol} \cdot \text{L}^{-1}$). Da mesma forma, em relação ao hormônio do crescimento (GH), a área sob a curva foi significativamente maior para o agachamento ($433 \pm 315 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) do que para o leg press ($163 \pm 122 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$).

Esse fato pode ser refutado pelo estudo de Schwanbeck et al. (2020), que comparou, ao longo de 8 semanas, o exercício de agachamento livre com agachamento no *Smith* em homens e mulheres. Nesse estudo, os níveis de testosterona e cortisol não apresentaram diferenças significativas ao longo de 8 semanas em relação às diferentes formas de treinamento. Apesar da ausência de diferenças significativas a médio prazo, um resultado interessante é o aumento significativo observado nos homens em relação à razão entre a testosterona livre e o cortisol livre durante os treinos, passando de $7,0 \pm 3,7$ para $8,8 \pm 5,3$ ($p < 0,01$).

Em conjunto, os estudos investigados não nos permitem concluir se há diferenças na produção hormonal quando o exercício é realizado em máquinas comparado com os pesos livres.

O estudo conduzido por Coratella et al. (2020) investigou a ativação muscular em diferentes variações de supino, comparando o uso de pesos livres com a máquina de supino, em um grupo de 10 fisiculturistas. Utilizando eletromiografia, foram analisadas as musculaturas do peitoral maior (cabeça clavicular e esterno costal), tríceps braquial (cabeça longa) e deltoídes anterior e lateral durante a execução do supino horizontal, inclinado e declinado, com controle de cadência na fase concêntrica e excêntrica. O protocolo consistiu em 4 repetições a 80% de 1 repetição máxima (1RM). Durante a fase concêntrica do movimento, observou-se que a ativação da cabeça clavicular do peitoral maior foi 278% maior no supino inclinado (IBP) em comparação com as outras variações. Em contrapartida, a ativação muscular durante o uso da máquina de supino foi 969% menor em comparação com os exercícios com pesos livres. Embora a cabeça esterno costal tenha apresentado uma ativação semelhante entre o supino declinado (DBP) e horizontal (BP), houve um aumento de 242% no declinado em relação ao inclinado (IBP). Quanto ao tríceps braquial, sua ativação foi geralmente 201% maior durante o supino horizontal (BP) e declinado (DBP) em comparação com as outras variações. Por outro lado, o deltoíde anterior apresentou uma redução de 384% na ativação durante o uso da máquina de supino em comparação com pesos livres. Na fase excêntrica do movimento, foi observada uma ativação 389% maior da cabeça clavicular do peitoral maior durante o supino horizontal

(BP) em comparação com as outras variações. Este resultado sugere uma maior demanda muscular nessa variação específica do exercício. Esses achados evidenciam que tanto a escolha da variação de supino quanto o tipo de equipamento utilizado exercem influência significativa na ativação muscular durante o exercício, tendo implicações importantes na prescrição de programas de treinamento personalizados para fisiculturistas e praticantes de musculação.

Schick et al. (2010) conduziram um estudo comparativo entre a supino com peso livre e o supino no *Smith*, com o objetivo de avaliar a ativação dos músculos deltoide anterior, deltoide medial e peitoral maior em baixas intensidades (70% de 1 repetição máxima) em 26 indivíduos do sexo masculino, divididos em experientes (n=12) e inexperientes (n=14). Utilizando eletromiografia (EMG) durante a fase concêntrica do movimento, observou-se uma interação significativa na comparação do deltoide medial, que foi aproximadamente 64,2% maior quando o exercício era realizado com pesos livres. No entanto, não foram encontradas diferenças significativas na amplitude eletromiográfica para o peitoral maior ou deltoide anterior entre os dois modos de exercícios.

Por outro lado, Schwanbeck et al. (2009) realizaram um estudo semelhante, porém comparando o agachamento livre ao agachamento no *Smith*, usando EMG para avaliar o tibial anterior, gastrocnêmio, vasto medial e lateral, bíceps femoral, eretor da espinha lombar e o reto abdominal em 6 participantes saudáveis com experiência no treinamento resistido. Mediante 8 repetições máximas tanto na máquina com peso livre quanto no *Smith*, o agachamento livre demonstrou diferenças significativas maiores na ativação muscular, com o gastrocnêmio (34%), bíceps femoral (26%) e vasto medial (49%) apresentando uma maior ativação em comparação ao agachamento na máquina ($p < 0,05$). Além disso, embora não tenha atingido significância estatística ($p = 0,057$), o agachamento livre demonstrou uma ativação 25% maior no vasto lateral. Em média, o agachamento livre mostrou uma superioridade na ativação muscular de 43% em relação ao agachamento na máquina *Smith* ($p < 0,05$). Esses resultados sugerem uma maior eficácia dos exercícios livres em comparação aos articulados quando se trata de ativação muscular, o que reforça a importância de considerar esses aspectos na prescrição de programas de treinamento resistido.

Em conjunto, podemos concluir que os exercícios com pesos livres apresentam uma maior ativação muscular comparado com os exercícios realizados em máquinas.

O estudo conduzido por Parks et al. (2019) comparou os efeitos do exercício de musculação utilizando pesos livres (FW) e máquinas (WM) sobre as respostas vasculares e a tensão aórtica em indivíduos treinados. Foram avaliadas medidas de reflexão da onda de pulso

e da tensão aórtica através da análise da velocidade da onda de pulso carotídeo-femoral (cf-VOP). Um grupo de 32 indivíduos treinados foi dividido em dois grupos, FW (realizando supino reto, agachamento e levantamento terra) e WM (usando leg press, puxada aberta, pulldown, cadeira extensora, supino na máquina e flexor sentado). Cada participante realizou um teste de 1 repetição máxima (1RM) com cinco tentativas e três minutos de descanso, e a maior resistência levantada nos dois dias de teste foi utilizada para determinar os efeitos agudos e suas análises subsequentes. Os grupos FW e WM obtiveram respostas semelhantes ao longo do tempo após o exercício resistido agudo ($p > 0,05$). Portanto, os resultados sugerem que uma única sessão de exercício resistido, independentemente da modalidade (FW ou WM), aumenta o trabalho do miocárdio e a deficiência aórtica, enquanto diminui a perfusão miocárdica por pelo menos 10-20 minutos após o término do exercício. Além disso, os resultados indicam que a ativação muscular adicional necessária durante o exercício com pesos livres não influencia significativamente as respostas de reflexão da onda de pulso ou a rigidez aórtica após o exercício.

O estudo conduzido por Marshall et al. (2020) também investigou as respostas hemodinâmicas e vasculares durante o descanso na realização de exercícios utilizando pesos livres e máquinas em dois grupos compostos por um total de 28 indivíduos treinados, submetidos a duas sessões de treinamento. O grupo que utilizou máquinas executou três séries de 10 repetições, a 75% 1RM, nos exercícios de leg press, puxada aberta, cadeira extensora, supino na máquina e flexor sentado. Enquanto isso, o grupo que realizou exercícios livres executou agachamento livre, supino reto e levantamento terra. Foram avaliados parâmetros hemodinâmicos, incluindo débito cardíaco (DC), frequência cardíaca (FC), resistência total periférica (RTP), pressão arterial média (PAM) e volume sistólico (VS). Além disso, foram examinadas condutância vascular do antebraço (FVC) e medidas vasculares, como fluxo sanguíneo no antebraço (FBF), pico de fluxo sanguíneo (PFS) e hiperemia reativa total (RH). Os resultados da pesquisa indicaram resultados semelhantes ($p > 0,05$) entre o uso de pesos livres e máquinas em relação às alterações na hemodinâmica e função vascular.

Em conjunto, os resultados indicam que não há diferenças entre a resposta hemodinâmica entre exercícios realizados com máquinas e pesos livres.

Wilke et al. (2020) investigaram a eficácia do exercício resistido utilizando pesos livres em comparação com máquinas na função cognitiva. Eles examinaram 46 adultos divididos em dois grupos: treinamento com pesos livres e treinamento com máquinas. Antes e depois de uma sessão de treinamento, os participantes foram submetidos a três testes neuropsicológicos:

Tarefa *Stroop* (S), Teste *Trail Making* (TMT) e Teste *Digit Span* (TDS). O exercício realizado com pesos livres, como parte do treinamento resistido, resultou em melhorias significativas no Teste *Trail Making* (TMT) - parte A (+34,6%) e parte B (+24,3%), assim como nos testes de Stroop (S) - parte A (+2,9%) e parte B (+4,2%) em comparação com o ponto inicial. Em contrapartida, o treinamento baseado em máquinas mostrou melhorias apenas no desempenho do TMT-A (+23,5%) em relação à linha de base. O TDS não trouxe diferença entre os grupos.

Lyons et al. (2010) contribuíram com um estudo investigando a possível relação entre a capacidade de realizar 1RM na porção superior do corpo em exercícios realizados em máquinas versus pesos livres. O estudo envolveu 31 indivíduos do sexo masculino treinados em exercícios com pesos livres, que foram submetidos a testes de 1RM em exercícios como supino reto com barra, desenvolvimento com halteres e rosca direta com barra, bem como exercícios em máquinas, como supino vertical, desenvolvimento na máquina e rosca assentada. Os resultados revelaram diferenças significativas ($p < 0,05$) nos valores de 1RM entre os exercícios realizados em máquinas e aqueles realizados com pesos livres. Mais especificamente, o 1RM no supino reto com barra foi aproximadamente 31,5% menor que o 1RM no supino vertical na máquina, enquanto o desenvolvimento com halteres foi 36% menor que o desenvolvimento na máquina. Da mesma forma, o 1RM na rosca direta com barra foi 20% menor que a rosca assentada na máquina. Esses resultados sugerem uma contribuição significativa para a menor demanda de equilíbrio e estabilização proporcionada pelas máquinas em relação aos pesos livres, o que pode facilitar a execução de cargas mais elevadas.

O estudo conduzido por Schwanbeck et al (2020), também analisou as respostas do treinamento livre *versus* articulado para os níveis de hipertrofia na espessura do quadríceps e bíceps antes e depois de 8 semanas utilizadas no agachamento livre e agachamento *Smith* e no supino livre e supino no *Smith*. No entanto, não houve diferenças significativas na espessura dos músculos do bíceps e quadríceps entre os grupos, tendo aumento gradual ao longo do programa de treinamento.

5 - CONCLUSÃO

Mesmo frente as limitações deste estudo, foi possível verificar que ambos os treinamentos, articulado ou com pesos livres, apresentam desempenho semelhantes para tópicos como força, funcionalidade, modulação hormonal e resposta hemodinâmica. Já a ativação muscular é maior quando os exercícios são realizados em máquinas do que em pesos livres. Apesar disso, no longo prazo essa diferença parece não produzir adaptações diferentes. Desta

forma, sugerimos que para a escolha do equipamento, o treinador deve considerar as variáveis segurança, conforto e preferência do praticante.

REFERÊNCIAS

1. AERENHOUTS, Dirk; D'HONDT, Eva. Usando máquinas ou pesos livres para treinamento de resistência em homens novatos? Um estudo paralelo randomizado. **Revista Internacional de Pesquisa Ambiental e Saúde Pública**, v. 17, n. 21, pág. 7848, 2020; <https://doi.org/10.3390/ijerph17217848>;
2. CORATELLA, Giuseppe et al. Excitação de motores primários específicos durante variações de supino de peso livre e máquina de supino em fisiculturistas competitivos. **Revista Europeia de Ciências do Desporto**, v. 20, n. 5, pág. 571-579, 2020; <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1768424>;
3. JOHNEN, Bettina; SCHOTT, Nadja. Viabilidade de um programa de treinamento de força com máquina versus peso livre e seus efeitos no desempenho físico em residentes de asilos: um estudo piloto. **Pesquisa Clínica e Experimental do Envelhecimento**, v. 30, n. 7, pág. 819-828, 2018; <https://doi.org/10.1016/j.arr.2018.03.004>;
4. JONES, R. Murry e cols. Comparação cinética de peso livre e potência da máquina limpa. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 22, n. 6, pág. 1785-1789, 2008; <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31817ae69c>;
5. KRAEMER, W. J. HAKKINEN, K. **Treinamento de força para o esporte**. Porto Alegre Art med, 2004;
6. LYONS, Thomas S. et al. Especificidade das modalidades de treinamento no desempenho máximo de uma repetição da parte superior do corpo: pesos livres versus equipamento de força de martelo. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 11, pág. 2984-2988, 2010. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e381fa>;
7. MARSHALL, Erica M. et al. Os Efeitos do Exercício de Resistência com Peso em Máquina e Peso Livre na Hemodinâmica e na Função Vascular. **International Journal of Exercise Science**, v. 13, n. 2, pág. 526, 2020; <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000683577.42015.43>
8. MAYHEW, Jerry L. et al. Ganhos de força na parte superior do corpo de diferentes modos de treinamento de resistência em mulheres com baixo peso e mulheres obesas. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 10, pág. 2779-2784, 2010; <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e381c3>;
9. PARKS, Jason C. et al. Exercício de resistência com peso livre versus máquina de peso na reflexão de ondas de pulso e rigidez aórtica em indivíduos treinados em resistência. **Revista Europeia de Ciências do Desporto**, v. 20, n. 7, pág. 944-952, 2020; <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1768423>;
10. ROSSI, Fabrício Eduardo et al. Força, composição corporal e resultados funcionais nos exercícios de agachamento versus leg press. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 58, n. 3, pág. 263-270, 2018; <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.08247-X>;
11. SCHICK, Evan Epstein. **Uma comparação da ativação muscular entre uma máquina Smith e um supino com peso livre**. Universidade Estadual da Califórnia, Fullerton, 2009;
12. SCHOTT, Nadja; JOHNEN, Bettina; HOLFELDER, Benjamim. Efeitos de pesos livres e treinamento de máquina na força muscular em idosos de alto funcionamento. **Gerontologia experimental**, v. 122, p. 15-24, 2019; <https://doi.org/10.1016/j.exger.2019.02.003>;
13. SCHWANBECK, Shane R. et al. Efeitos do treinamento com pesos livres versus máquinas na massa muscular, força, testosterona livre e níveis de cortisol livre. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 34, n. 7, pág. 1851-1859, 2020; <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003121>;

14. SCHWANBECK, Shane; CHILIBECK, Philip D.; BINSTED, Gordon. Uma comparação do agachamento com peso livre com o agachamento da máquina Smith usando eletromiografia. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 23, n. 9, pág. 2588-2591, 2009; <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b7f517>;
15. SCHWARZ, Neil A. et al. Uma comparação de agachamento com máquina versus peso livre para o aprimoramento da força, velocidade e capacidade de mudança de direção da parte inferior do corpo durante uma fase inicial de treinamento de mulheres recreativamente ativas. **Esportes**, v. 7, n. 10, pág. 215, 2019, <https://doi.org/10.3390/sports7100215>;
16. SHANER, Aaron A. et al. A resposta hormonal aguda ao exercício de resistência com peso livre e máquina. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 28, n. 4, pág. 1032-1040, 2014, <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000439>;
17. WILKE, Jan; STRICKER, Vanessa; USADAMENTE, Susanne. O exercício de resistência com peso livre é mais eficaz em melhorar o controle inibitório do que o treinamento baseado em máquina: um estudo randomizado e controlado. **Ciências do cérebro**, v. 10, n. 10, pág. 702, 2020, <https://doi.org/10.3390/brainsci10100702>;
18. WIRTH, Klaus e cols. Efeito de 8 semanas de treinamento de força com peso livre e máquina no desempenho de força e potência. **Jornal de cinética humana**, v. 53, n. 1, pág. 201-210, 2016; <https://doi.org/10.1515/hukin-2016-0001>.