

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E FISIOTERAPIA

EMERSON BATISTA SILVA

**APRENDIZAGEM MOTORA EM INICIANTES DA MUSCULAÇÃO: CRUCIFIXO
MÁQUINA X CRUCIFIXO COM HALTERES**

UBERLÂNDIA
2025

EMERSON BATISTA SILVA

**APRENDIZAGEM MOTORA EM INICIANTES DA MUSCULAÇÃO: CRUCIFIXO
MÁQUINA X CRUCIFIXO COM HALTERES**

Trabalho de Conclusão de Curso entregue a Faculdade de Educação Física e Fisioterapia (FAEFI), curso de Educação Física Bacharelado, da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), como requisito para obtenção do título de bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Fernandes Crozara

UBERLÂNDIA

2025

EMERSON BATISTA SILVA

**APRENDIZAGEM MOTORA EM INICIANTES DA MUSCULAÇÃO: CRUCIFIXO
MÁQUINA X CRUCIFIXO COM HALTERES**

Trabalho de Conclusão de Curso entregue a Faculdade de Educação Física e Fisioterapia (FAEFI), curso de Educação Física Bacharelado, da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), como requisito para obtenção do título de bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Fernandes Crozara

Banca examinadora:

Prof. Dr. Luciano Fernandes Crozara

Orientador – FAEFI/UFU

Prof. Dr. Cristiano Lino Monteiro de Barros

Examinador – FAEFI/UFU

Prof. Dr. Rodney Coelho da Paixão

Examinador – FUTEL Uberlândia

Nota

UBERLÂNDIA

2025

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha namorada, Débora, familiares, e todos os envolvidos que me permitiram realizar este trabalho.

RESUMO

Introdução: O aprendizado motor é um processo fundamental na aquisição de habilidades e na execução eficiente de movimentos, sendo influenciado por fatores neuromusculares e cognitivos.

Objetivo: Este estudo teve como objetivo comparar a aprendizagem motora do exercício crucifixo realizado com halteres e em máquina, entre praticantes iniciantes de musculação.

Métodos: A amostra utilizada foi não probabilística, composta por 30 participantes de uma academia em Uberlândia-MG, a qual foi dividida em dois grupos (uso de halteres ou máquina) a partir de um checklist técnico, sendo analisados quanto ao desempenho motor. As classificações de sucesso (de 0 a 2) e critérios como postura, amplitude, controle, simetria e sobrecarga foram registradas. A força máxima (1RM) foi estimada por equações preditivas e a 10RM determinada por tentativas diretas. Para comparar os grupos e as sequências de avaliação do desempenho motor, bem como sua interação em cada item do checklist, foi realizada uma análise de variância mista (ANOVA) com medidas repetidas no fator de aprendizagem. A esfericidade e a homogeneidade entre os grupos foram confirmadas pelos testes de Mauchly e Levene, respectivamente. Adotou-se um nível de significância de $p < 0,05$ em todas as análises, realizadas no software JASP 0.18.3 (University of Amsterdam).

Resultados: Os resultados deste estudo indicam que o exercício realizado na Máquina apresentou desempenho superior ao Crucifixo em todos os critérios biomecânicos avaliados, com a maior diferença observada na flexão dos cotovelos. O Crucifixo demonstrou maior variabilidade na execução dos movimentos, com desvios padrão mais elevados em quatro dos seis critérios. A fórmula de Brzycki foi utilizada para calcular a 1RM.

Conclusão: Os resultados indicam que o exercício crucifixo realizado na máquina oferece melhor controle biomecânico, sendo mais eficiente e com menor variabilidade na execução do movimento, especialmente para iniciantes. Em contraste, o crucifixo com halteres apresenta maior variabilidade e risco de erros de execução, podendo comprometer a eficácia.

Palavras-chave: Musculação, Exercício físico, Desempenho físico, Biomecânica, Aprendizagem.

ABSTRACT

Introduction: Motor learning is a fundamental process in skill acquisition and efficient movement execution, influenced by neuromuscular and cognitive factors.

Objective: This study aimed to compare the motor learning of the dumbbell and machine crucifix exercises among beginner weight training practitioners.

Methods: A non-probabilistic sample of 30 participants from a gym in Uberlândia-MG was divided into two groups (dumbbell or machine use) based on a technical checklist, and their motor performance was analyzed. Success ratings (0 to 2) and criteria such as posture, range, control, symmetry, and overload were recorded. Maximum strength (1RM) was estimated using predictive equations, and the 10RM was determined through direct attempts. To compare the groups and the motor performance evaluation sequences, as well as their interaction in each checklist item, a mixed analysis of variance (ANOVA) with repeated measures in the learning factor was conducted. Sphericity and homogeneity between groups were confirmed by Mauchly's and Levene's tests, respectively. A significance level of $p < 0.05$ was adopted for all analyses, performed using JASP 0.18.3 (University of Amsterdam) software.

Results: The results indicated that the machine exercise performed better than the dumbbell crucifix on all biomechanical criteria, with the greatest difference observed in elbow flexion. The dumbbell crucifix showed greater variability in movement execution, with higher standard deviations in four of the six criteria. Brzycki's formula was used to calculate the 1RM.

Conclusion: The results indicate that the machine crucifix exercise offers better biomechanical control, being more efficient and with less variability in movement execution, especially for beginners. In contrast, the dumbbell crucifix shows greater variability and a higher risk of execution errors, which may compromise its effectiveness.

Keywords: Weightlifting, Physical Exercise, Physical Performance, Biomechanics, Learning.

LISTA DE TABELA E FIGURAS

Tabela 1 – Média (DP) das características dos participantes do estudo.....	9
Tabela 2 – Média, Desvio Padrão (DP) e Coeficiente de Variação (CV) para os itens de avaliação do checklist realizado durante a execução dos exercícios crucifixo com halteres e crucifixo na máquina.....	10
Figura 1 – (A) Pesos ou halteres e (B) Máquina na modalidade crucifixo para comparação. Fonte: própria.	6
Figura 2 - a1: diferença entre refinamento e pré-teste no grupo máquina; a2: diferença entre refinamento e pré-teste no grupo halteres. Fonte: JASP (2025).	12

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. MÉTODOS	6
2.1 Participantes	6
2.2 Tarefa e Procedimentos	7
2.3 Análise de dados.....	8
2.4 Análise estatística	8
4. RESULTADOS	9
5. DISCUSSÃO	13
5.1 Limitações do estudo.....	18
7. APLICAÇÃO PRÁTICA	18
REFERÊNCIAS	19
APÊNDICE	22

1. INTRODUÇÃO

O aprendizado motor refere-se ao processo de aquisição e aprimoramento de habilidades motoras, sendo fundamental para a execução efetiva e eficiente de movimentos, cujo processo é influenciado pelas capacidades mentais e motoras do indivíduo, assim como pelo seu conhecimento prévio e compreensão das bases teóricas das técnicas de movimento. No início, o aprendiz pode realizar movimentos desnecessários e ativar músculos não relevantes, resultando em posturas inadequadas (COH et al., 2004).

Para iniciantes, especialmente aqueles que estão começando a utilizar halteres, é primordial uma abordagem sistemática e orientada por profissionais de saúde, que deve incluir avaliações clínicas e monitoramento constante durante as sessões de treinamento. O aprendizado motor desempenha um papel fundamental nesse processo, uma vez que a correta execução dos exercícios pode maximizar os benefícios e minimizar o risco de lesões, e as intervenções devem ser adaptadas às necessidades individuais, levando em consideração o estado clínico atual, com a progressão gradual das cargas e a observação de sinais e sintomas que podem indicar fadiga ou outras reações adversas (TAYLOR et al., 2014). Logo, a prática de treinamento de força com halteres pode promover o desenvolvimento de força e resistência, além de contribuir para a saúde metabólica e funcional, sendo especialmente benéfica na prevenção e tratamento de condições relacionadas ao estilo de vida.

O treinamento de força é uma abordagem eficaz para promover diversos benefícios metabólicos e funcionais, sendo que, geralmente, os halteres são indicados para intermediários e avançados. Espera-se que este tipo de treinamento ofereça diversos benefícios, como o aumento da potência muscular, que inicialmente ocorre de forma rápida com o aprendizado dos exercícios e, posteriormente, com o crescimento muscular; a melhoria do condicionamento físico, incluindo maior resistência muscular e melhor capacidade cardiorrespiratória; o aumento da massa muscular magra, que favorece um maior gasto energético basal e queima de calorias em repouso; o aprimoramento do desempenho em atividades rotineiras, tornando-as mais fáceis e menos propensas a gerar problemas físicos; e a redução do risco de lesões, já que músculos fortalecidos estão mais preparados para esforços de alta performance.. Ademais, o treino de força preconiza, principalmente, o ganho de força e hipertrofia por meio de diversas adaptações neurais e estruturais (PESTA et al., 2017).

Conforme Brentano e Pinto (2012), o aumento da força muscular e da hipertrofia resulta de adaptações tanto no sistema nervoso quanto nos próprios músculos, sendo que o treinamento de força não se restringe apenas ao desenvolvimento do tamanho e da qualidade muscular, mas também envolve melhorias na ativação neural, permitindo uma contração mais eficiente dos músculos recrutados. As adaptações incluem otimização do recrutamento de unidades motoras e aprimoramento da coordenação dos movimentos, abrangendo os processos que favorecem o aumento da força e da eficiência muscular.

Essa modalidade de exercício é um método eficaz para o desenvolvimento da aptidão musculoesquelética, promoção da saúde e melhoria da qualidade de vida. Sua crescente adoção em programas de saúde e reabilitação evidencia sua relevância não apenas para objetivos estéticos, mas também para a prevenção e tratamento de patologias (ACSM, 2009).

Nesse contexto, as adaptações musculares são otimizadas por meio da manipulação de diferentes variáveis, incluindo a escolha dos exercícios, que podem variar em intensidade e modalidade. O exercício crucifixo, que envolve a adução/abdução horizontal do ombro com o cotovelo levemente fletido e ombro em abdução de aproximadamente 90°, por exemplo, pode ser realizado tanto em máquina quanto com halteres, e essa escolha pode influenciar a aprendizagem motora, especialmente entre iniciantes em musculação. A variação na técnica de execução de exercícios resistidos com pesos, como a amplitude e velocidade do movimento, e o braço de alavanca, pode influenciar o recrutamento muscular e, consequentemente, a atuação dos músculos agonistas (REISER et al., 2014).

Considerando a relação inversa entre força e velocidade, os testes de desempenho muscular adotam diferentes velocidades angulares de acordo com o objetivo da avaliação. Para mensuração da força máxima, utilizam-se velocidades mais baixas, como 60°/s, enquanto a potência muscular é geralmente avaliada em velocidades intermediárias, como 180°/s. A resistência de força, por sua vez, costuma ser mensurada em velocidades mais elevadas, como 360°/s. Esse controle da velocidade angular possibilita uma análise mais precisa das distintas manifestações da força muscular, promovendo maior fidedignidade e especificidade nos resultados obtidos (GUEDES et al., 2018).

A compreensão das particularidades de cada movimento e sua adequação aos objetivos do treinamento exige a integração de múltiplos conhecimentos, sendo fundamental para o êxito em modalidades esportivas, programas de reabilitação e intervenções voltadas à estética. Embora diversos exercícios possam ser aplicados para o desenvolvimento de um mesmo grupo muscular, geralmente há uma alternativa mais apropriada para cada contexto específico. Nesse

sentido, a análise biomecânica torna-se importante na seleção dos exercícios em cada sessão de treino, a fim de otimizar os estímulos direcionados aos diferentes grupos musculares. No que se refere aos exercícios destinados à musculatura da região anterior do tórax, destaca-se o crucifixo, cuja execução envolve a adução horizontal da articulação glenoumral. Apesar de o complexo articular do ombro ser composto pelas articulações esternoclavicular, acromioclavicular, escapulotorácica e glenoumral, o crucifixo é conceitualmente classificado como um exercício uniarticular, uma vez que o movimento ocorre predominantemente na articulação glenoumral (ROCHA JÚNIOR et al., 2007).

A análise das diferentes modalidades de execução do exercício crucifixo, como com halteres ou em máquinas, evidencia não apenas variações na ativação muscular, mas também implicações importantes para a técnica, segurança e aprendizagem motora, especialmente entre iniciantes. Embora todas as variações envolvam majoritariamente a adução horizontal da articulação glenoumral, há diferenças significativas no padrão de recrutamento muscular, estabilidade exigida e controle motor (STEELE et al., 2017).

O crucifixo com halteres, por exemplo, demanda maior estabilização por parte dos músculos sinergistas e estabilizadores, como o deltóide anterior e os músculos do manguito rotador, devido à ação gravitacional e à ausência de suporte guiado. Já a versão em máquina permite maior controle do movimento, sendo geralmente considerada mais segura para iniciantes por reduzir a exigência de estabilização e facilitar a execução com foco no peitoral maior (GUEDES et al., 2018).

Estudos sugerem que a fase inicial da adaptação à musculação é determinante para a formação de hábitos motores adequados, e que a escolha adequada dos equipamentos pode influenciar tanto no desempenho quanto na prevenção de lesões (STEELE et al., 2017). Dessa forma, compreender as especificidades biomecânicas e funcionais de cada modalidade do crucifixo contribui para o planejamento de treinos mais eficientes e seguros, favorecendo o desenvolvimento da força e a promoção da saúde a longo prazo.

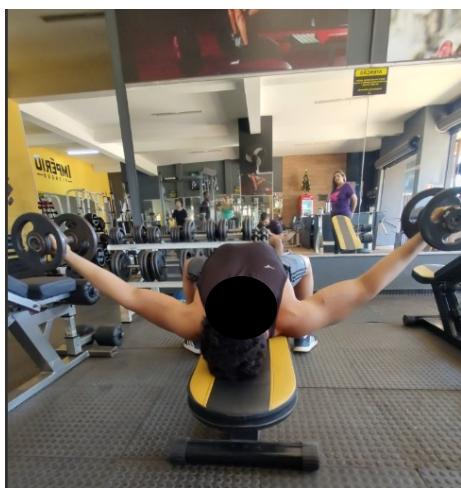
Assim, o objetivo do presente estudo foi investigar as diferenças na melhoria do desempenho motor do exercício crucifixo, comparando sua execução em máquina e com halteres por iniciantes em musculação. A hipótese do estudo é que o crucifixo realizado em máquina favorece uma aprendizagem motora mais rápida por parte dos iniciantes, em comparação à versão com halteres, o que se justifica pelo maior controle do movimento proporcionado pela máquina, que reduz a exigência de estabilização articular e facilita a execução do gesto motor nos estágios iniciais do treinamento.

2. MÉTODOS

2.1 Participantes

Trata-se de amostragem não probabilística por conveniência. A amostra do presente estudo foi composta por 30 pessoas a partir de 18 anos, que praticassem atividade física em uma academia da cidade de Uberlândia, Minas Gerais, e que utilizassem para comparação halteres e máquina.

Os critérios de inclusão adotados no estudo consideraram a disponibilidade dos participantes para comparecer e participar de todas as etapas da pesquisa. Por outro lado, foram excluídos indivíduos com idade inferior a 18 anos ou superior a 60 anos, bem como aqueles com histórico de lesões musculares ou articulares que pudessem comprometer a execução adequada dos exercícios avaliados. Também foram excluídos iniciantes em musculação que não possuíssem, no mínimo, um mês de experiência ou orientação no uso de equipamentos de força, além de participantes com limitações físicas ou técnicas que inviabilizassem a realização segura e eficaz das atividades propostas. Também foram excluídos indivíduos que não concordassem em assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aprovado pelo comitê de ética em pesquisa local (45678321.6.0000.5152).



A - Pesos ou halteres



B – Máquina

Figura 1 – (A) Pesos ou halteres e (B) Máquina na modalidade crucifixo para comparação. Fonte: própria.

2.2 Tarefa e Procedimentos

Foi utilizado um *checklist* padrão elaborado para avaliação do movimento (Apêndice). Os movimentos foram registrados por fotos ou vídeos, e o sucesso foi composto por três classificações: 0 (não obteve sucesso), 1 (obteve sucesso parcial) e 2 (obteve sucesso total).

Durante a coleta dos dados alguns procedimentos foram realizados de forma a orientar os participantes. Após a identificação da carga que seria realizado as séries, os participantes foram informados sobre a maneira em que se daria o teste, sendo realizadas três séries: Pré-teste: Nessa primeira série avaliada o participante foi instruído unicamente a realizar o movimento do crucifixo (tanto no grupo máquina quanto no grupo com pesos livres), sem nenhum ajuste prévio, visto que todos já tinham uma familiarização inicial com o exercício. Ao final da série pré-teste foi dado um descanso de 3 minutos para realização da série de aquisição. Durante o descanso o participante recebia algumas orientações e correções para as séries seguintes, orientações essas baseadas no padrão biomecânico analisado no próprio checklist. Ao fim da série de aquisição mais um descanso foi programado, esse por sua vez de 6 minutos, e novamente ajustes e orientações eram oferecidos verbalmente para possíveis correções serem realizadas na terceira e última série de refinamento.

A avaliação da execução técnica dos participantes foi realizada com base nos 6 critérios estabelecidos no *checklist* apresentado no Apêndice. Os itens observados incluíram: postura inicial (pés firmemente apoiados no chão e costas bem posicionadas no banco ou máquina), amplitude de movimento (evitar ultrapassar os 90° de abdução horizontal do ombro), manutenção da flexão dos cotovelos durante todo o exercício (prevenindo a hiperextensão), velocidade de execução (movimento controlado, sem oscilações ou impulsos), simetria do movimento (execução coordenada e simultânea dos dois braços) e sobrecarga indevida nos ombros na fase final do movimento (evitando elevação excessiva e garantindo estabilização escapular adequada).

Esses itens foram registrados por um observador treinado durante a realização do exercício crucifixo, tanto na modalidade com halteres quanto na máquina. A amostra foi composta por grupos independentes de 15 participantes para cada condição, totalizando 30 indivíduos avaliados. As observações foram registradas em planilhas específicas, permitindo a posterior análise dos padrões de desempenho motor em cada modalidade.

Para a padronização da intensidade do exercício em ambos os grupos, a repetição máxima (1RM) foi calculada segundo Nascimento et al. (2007), que consiste na aplicação de equações preditivas a partir do desempenho em múltiplas repetições submáximas. Inicialmente, foi realizado um aquecimento com carga leve, seguido de tentativas progressivas até identificar a carga máxima que o participante conseguia levantar entre 6 a 10 repetições com execução técnica adequada. A partir desse valor, a 1RM foi estimada de forma indireta utilizando o protocolo proposto por Nascimento et al. (2007). A carga adotada para a realização de 10 repetições em cada uma das três séries válidas foi de 75% de 1RM.

2.3 Análise de dados

Os dados coletados por meio do checklist foi organizado e tabulado em planilha eletrônica no software Microsoft Excel. As informações foram categorizadas de acordo com as variáveis investigadas, e, em seguida, os dados foram preparados para análise, com verificação de possíveis inconsistências, padronização de respostas e codificação das variáveis qualitativas, possibilitando a posterior aplicação das análises estatísticas apropriadas.

Para estimar a carga referente à 1RM foi utilizada a fórmula de Brzycki adaptada:

$$1RM = \frac{\text{Carga levantada (kg)}}{1.0278 - (0.0278 \times \text{nº de repetições})}$$

Por exemplo, se foram utilizados 20 kg e realizadas 10 repetições, a 1RM resultou em 26,7 kg. Portanto, esse participante realizou 10 repetições com 18,4 kg (24,5x75%) em cada uma das três séries.

2.4 Análise estatística

Para as comparações entre os grupos e entre as sequências de avaliação do desempenho motor e sua interação em cada item do checklist foi conduzida uma análise de variância (ANOVA) mista (Grupo x Aprendizagem) com medidas repetidas no último fator. A esfericidade das medidas repetidas e a homogeneidade entre os grupos foram testas e confirmadas pelos testes de Mauchly e Levene, respectivamente.

Para todos os procedimentos foi considerado o nível significância de $p < 0,05$. Todas as análises foram realizadas utilizando o software JASP 0.18.3 (University of Amsterdam).

4. RESULTADOS

A tabela 1 demonstra a média e desvio padrão das características dos participantes do estudo.

Tabela 1– Média (DP) das características dos participantes do estudo.

	Grupo Crucifixo com Halteres	Grupo Crucifixo com Máquina	Valor de <i>p</i>
Estatura (m)	1,68 (0,10)	1,67 (0,07)	0,984
Idade (anos)	33 (8)	31 (9)	0,289
Massa Corporal (kg)	80,1 (15,5)	76,5 (9,6)	0,443
Sexo (frequência)	H:7 / M:8	H:9 / M:6	-

H: homem; M: mulher

A tabela 2 apresenta os dados de avaliação do *checklist* de execução de movimento para dois tipos de exercícios: Máquina e Crucifixo. Os escores variam entre 0 e 2, sendo que valores mais próximos de 2 indicam melhor desempenho. Foram avaliados seis critérios biomecânicos, sendo eles postura inicial, amplitude do movimento, flexão dos cotovelos, velocidade do movimento, simetria bilateral do movimento e sobrecarga do ombro nas etapas de pré-teste, aquisição e refinamento (Apêndice).

Tabela 2 – Média, Desvio Padrão (DP) e Coeficiente de Variação (CV) para os itens de avaliação do *checklist* realizado durante a execução dos exercícios crucifixo com halteres e crucifixo na máquina.

Movimento	Etapa	Máquina		Halteres	
		Média	DP	Média	DP
Postura inicial	Pré-teste	1,27	0,70	0,87	0,99
	Aquisição	1,60	0,51	1,53	0,83
	Refinamento	2,00	0,00	1,87	0,35
Amplitude de movimento	Pré-teste	1,20	0,56	1,00	0,76
	Aquisição	1,47	0,52	1,53	0,52
	Refinamento	1,87	0,35	1,73	0,46
Flexão dos cotovelos	Pré-teste	1,20	0,86	1,07	0,70
	Aquisição	1,60	0,51	1,27	0,70
	Refinamento	1,87	0,35	1,73	0,46
Velocidade do movimento	Pré-teste	1,40	0,51	1,20	0,68
	Aquisição	1,67	0,49	1,53	0,52
	Refinamento	1,87	0,35	1,87	0,35
Simetria Bilateral do movimento	Pré-teste	1,47	0,64	1,13	0,74
	Aquisição	1,67	0,49	1,47	0,64
	Refinamento	1,73	0,46	1,87	0,35
Sobrecarga ombro	Pré-teste	1,13	0,74	1,00	0,76
	Aquisição	1,47	0,64	1,40	0,51
	Refinamento	1,80	0,41	1,80	0,41
MÉDIA (DP)		1,57	(0,26)	1,44	(0,34)
CV (%)		17		23	

Os resultados da ANOVA indicaram um efeito principal significativo da aprendizagem (Pre-teste, Aquisição e Refinamento) sobre o desempenho motor nos itens posição inicial ($F(2, 56) = 22,426, p < 0,001$), amplitude de movimento ($F(2, 56) = 24,930, p < 0,001$), flexão dos cotovelos ($F(2, 56) = 22,179, p < 0,001$), velocidade do movimento ($F(2, 56) = 17,561, p < 0,001$), simetria bilateral ($F(2, 56) = 17,397, p < 0,001$), sobrecarga no ombro ($F(2, 56) = 19,034, p < 0,001$), sugerindo que houve mudanças significativas no desempenho motor ao longo das medições (Figura 2).

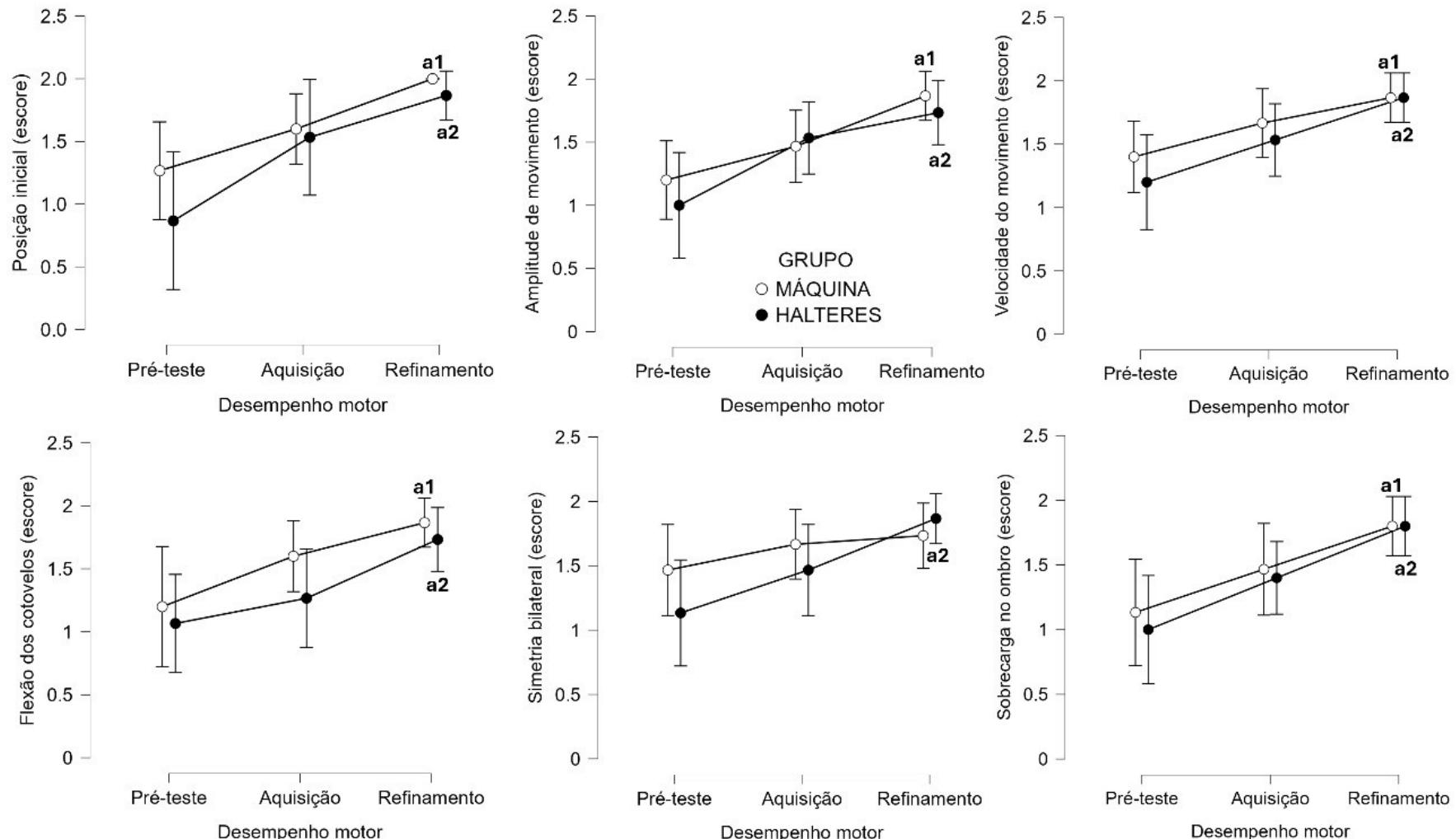


Figura 2 - a1: diferença entre refinamento e pré-teste no grupo máquina; a2: diferença entre refinamento e pré-teste no grupo halteres. Fonte: JASP (2025).

Por outro lado, não foi observada uma interação significativa entre grupo e aprendizagem para os itens posição inicial ($F(2, 56) = 0,922, p = 0,404$), amplitude de movimento ($F(2, 56) = 0,973, p = 0,384$), flexão dos cotovelos ($F(2, 56) = 0,663, p = 0,519$), velocidade do movimento ($F(2, 56) = 0,566, p = 0,571$) e sobrecarga no ombro ($F(2, 56) = 0,157, p = 0,855$), indicando que os padrões de mudança na aprendizagem foram semelhantes entre os grupos, exceto para simetria bilateral ($F(2, 56) = 4,015, p = 0,023$), no qual houveram diferenças no desempenho motor ao longo das avaliação entre os grupos (Figura 2). Além disso, a comparação entre os grupos (Máquina vs Halteres) não revelou diferenças estatisticamente significativas na aprendizagem sobre o desempenho motor nos itens posição inicial ($F(1, 28) = 1,169, p = 0,289$), amplitude de movimento ($F(1, 28) = 0,307, p = 0,584$), flexão dos cotovelos ($F(1, 28) = 1,046, p = 0,315$), velocidade do movimento ($F(1, 28) = 0,606, p = 0,443$), simetria bilateral ($F(1, 28) = 0,529, p = 0,473$), sobrecarga no ombro ($F(1, 28) = 0,156, p = 0,696$) (Figura 2).

Observa-se que, em todos os critérios, a média obtida com o exercício crucifixo realizado na máquina foi numericamente superior à obtida no exercício crucifixo feito com halteres. A menor diferença entre os dois exercícios ocorreu no critério Ombros sobrecarregados, enquanto a maior diferença foi observada na Flexão dos cotovelos. De forma geral, considerando todos os itens do *checklist* agrupados, o coeficiente de variação foi ligeiramente superior no grupo halteres quando comparado ao grupo máquina.

5. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi investigar as diferenças na melhoria do desempenho motor no exercício crucifixo, comparando sua execução em máquina e com halteres por iniciantes em musculação. A hipótese inicial do estudo foi suportada parcialmente. Nossos resultados demonstraram que, em todos os critérios analisados, houve uma tendência geral do desempenho motor do grupo máquina ser superior do que o do grupo halteres. Essa diferença, porém, não foi uniforme em todos os aspectos, com a maior discrepância ocorrendo na flexão dos cotovelos, enquanto a sobrecarga nos ombros apresentou uma diferença menor entre os dois exercícios. Apenas no item Simetria Bilateral do *checklist* houve uma interação significativa entre grupo e aprendizagem (melhoria do desempenho motor), na qual o grupo halteres demonstrou melhoria do desempenho motor do pré-teste para o refinamento, enquanto o grupo máquina não apresentou aumento significativo ao longo da sessão (3 séries de 10RM). Isso

pode ter acontecido devido a própria demanda mecânica imposta pelo uso de halteres, uma vez que esse modo de exercício exige maior coordenação bilateral comparado com a máquina. Além disso, houve um evidente aumento do desempenho motor ao longo das séries realizadas, porém, esse aumento foi semelhante entre os grupos.

A dispersão dos dados em relação à média observada nos resultados, medida pelos desvios padrão, foi intermediária ou mediana, indicando uma boa consistência nos dados. No entanto, o exercício de crucifixo apresentou uma maior variação em quatro dos seis critérios analisados, sugerindo que, nesse tipo de exercício, os participantes apresentaram um padrão de execução mais heterogêneo. Isso pode ser atribuído às características biomecânicas do exercício, que envolvem um movimento multiarticular mais complexo, o que exige uma maior coordenação e controle muscular (ROCHA JÚNIOR et al., 2007).

O princípio da individualidade indica que cada pessoa responde de maneira distinta aos estímulos de treinamento, sendo influenciada por fatores como experiência prévia, composição corporal e até histórico de lesões (SANDS et al., 2012). Essa resposta diferenciada aos exercícios pode justificar, em parte, a maior variação observada no exercício de crucifixo. O movimento de adução horizontal da articulação escápuloumral, presente no crucifixo, exige uma maior coordenação entre os músculos envolvidos, o que pode resultar em diferentes padrões de ativação muscular entre os indivíduos.

Ademais, a ativação muscular nos exercícios de força depende não apenas da técnica, mas também do padrão de recrutamento das unidades moto-ras. Em exercícios multiarticulares como o crucifixo, a coordenação entre os músculos agonistas e antagonistas é importante para o movimento fluido e eficaz (SANDS et al., 2012). Esse fator pode explicar a maior variabilidade observada entre os participantes ao realizar o crucifixo, uma vez que a complexidade do movimento pode exigir diferentes níveis de habilidade técnica e controle motor.

As adaptações neurais geradas por um programa de treinamento de força podem influenciar diretamente os resultados dos exercícios, especialmente no que se refere à ativação muscular e à eficiência do movimento. A prática de exercícios como o crucifixo, que envolvem múltiplas articulações e um recrutamento coordenado de diferentes grupos musculares, pode levar a uma melhoria na coordenação intermuscular, o que facilita a execução do movimento e reduz as variações individuais (YENDRIZAL et al., 2023). A maior variação observada no crucifixo pode ser interpretada como uma consequência dessa adaptação, onde a coordenação neural e a ativação muscular ainda estão em processo de otimização.

Com base nos resultados apresentados e no referencial teórico discutido, é possível analisar a eficácia dos exercícios realizados na máquina e no crucifixo em relação aos critérios de desempenho, como a flexão dos cotovelos e a sobrecarga nos ombros, além das variações nos desvios-padrão observadas entre os dois métodos. Para isso, deve-se considerar as características dos tipos de aparelhos utilizados e os aspectos biomecânicos e fisiológicos que influenciam a execução e os resultados dos exercícios.

Rodrigues (2001) e Araújo Filho (1994) apresentam importantes considerações sobre as vantagens e desvantagens de diferentes tipos de equipamentos de musculação. Os pesos livres, como halteres e anilhas, são conhecidos pela maior versatilidade e por envolverem um maior número de músculos sinérgicos para estabilização articular, como mencionado por Rodrigues (2001). Esses exercícios, como o crucifixo, exigem maior coordenação e controle do movimento por parte do praticante, o que pode justificar a variabilidade observada nos desvios-padrão, já que a execução correta depende de maior controle motor e estabilidade.

Por outro lado, os aparelhos, como os utilizados na máquina de musculação, oferecem uma resistência mais controlada e direcionada, reduzindo o risco de compensações e permitindo um movimento mais específico e direcionado para a musculatura-alvo (ARAÚJO FILHO, 1994). A observação de uma tendência de superioridade no desempenho da máquina em comparação ao crucifixo sugere que a máquina pode proporcionar um maior foco e controle na ativação muscular, o que, em termos práticos, pode se traduzir em uma maior eficiência na execução do exercício para alguns indivíduos. Além disso, a menor variabilidade no desempenho (desvios-padrão mais baixos) também pode ser explicada pelo fato de o aparelho oferecer um movimento guiado, com uma maior estabilidade e menor dependência de ajustes posturais, como ocorre com o crucifixo e os pesos livres.

Campos (2002) e Crisostomo (2002) acrescentam que os aparelhos de resistência variável e articulados são comuns nas academias e possuem a vantagem de ajustar a resistência de acordo com a amplitude do movimento, o que pode resultar em uma carga mais adequada à capacidade muscular em diferentes momentos do exercício. Esse fator poderia explicar as diferenças observadas entre os dois tipos de exercício. No caso da máquina, a resistência poderia ser ajustada para otimizar o momento de maior torque, como observado nos resultados de sobrecarga nos ombros, enquanto o crucifixo, por ser um exercício mais livre e menos controlado mecanicamente, pode exigir maior esforço e coordenação para estabilizar a articulação durante o movimento, o que pode gerar maior variabilidade na execução e nos resultados.

Além disso, o treinamento de força também promove adaptações neurais e musculares que impactam a performance dos exercícios, como destacado por Yendrizal et al. (2023). O treinamento com pesos livres, como o crucifixo, pode ser mais desafiador em termos de recrutamento motor e ativação dos músculos estabilizadores, o que pode justificar o maior desvio-padrão observado neste tipo de exercício. Já a máquina, por fornecer um movimento mais controlado e estável, pode facilitar a execução, reduzindo as variações entre os participantes e resultando em um desempenho mais consistente.

Por fim, as considerações sobre a ergonomia e segurança no uso de equipamentos (SIMIÃO et al., 2010) também são relevantes, uma vez que a adaptação dos equipamentos ao corpo do usuário pode influenciar diretamente na eficácia e segurança dos exercícios. A utilização de aparelhos modernos e articulados pode oferecer mais conforto e menor risco de lesões, como discutido por Crisostomo (2002), especialmente em exercícios mais intensos ou para iniciantes, onde a estabilidade e a segurança são essenciais para o sucesso do treinamento.

Portanto, ao analisar os resultados e com base na teoria sobre os diferentes tipos de equipamentos de musculação, fica claro que a escolha entre máquinas e pesos livres deve considerar as necessidades específicas dos praticantes, a segurança e os objetivos do treinamento, levando em conta as adaptações musculares e neurais que ocorrem em ambos os casos.

Além das considerações biomecânicas e fisiológicas, o conforto e a segurança durante a execução dos exercícios são fatores essenciais para o sucesso do treinamento e para a prevenção de lesões. A ergonomia, ao garantir que os equipamentos e o ambiente de treino sejam adaptados às necessidades dos usuários, promove um ambiente mais seguro e confortável, facilitando a adesão ao treinamento, especialmente para iniciantes (SIMIÃO et al., 2010). A utilização de máquinas, como observada nos resultados, pode contribuir para uma execução mais controlada do movimento, reduzindo a chance de erros técnicos e, consequentemente, as variações entre os participantes.

Em contraste, exercícios como o crucifixo, que dependem do controle individual do movimento, podem apresentar maior risco de lesões e variações no desempenho, especialmente se o praticante não estiver adequadamente orientado ou se o equipamento não for ajustado corretamente para sua anatomia. Dessa forma, o cuidado com a organização e adaptação dos exercícios é fundamental para otimizar o treinamento e promover segurança (FARIAS, 2012).

5.1 Limitações do estudo

Este estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas ao interpretar os resultados. A primeira limitação refere-se ao número de participantes, que pode não ser representativo da população geral de praticantes de musculação, limitando a generalização dos achados.

Além disso, o estudo não levou em consideração as variáveis como o nível de experiência dos participantes com os exercícios de musculação ou suas condições físicas mais específicas pré-existentes, fatores que poderiam influenciar diretamente a execução dos movimentos e os resultados obtidos.

6. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que o exercício crucifixo realizado na máquina é uma opção mais vantajosa em termos de controle biomecânico para os praticantes de musculação, especialmente para aqueles que buscam maior eficiência e menor variabilidade na execução do movimento. Por outro lado, quando realizado com halteres, o exercício crucifixo, apesar de ser uma opção válida para o treino de força, apresenta maior variabilidade entre os praticantes e pode requerer maior atenção e supervisão durante sua execução até atingir um nível de desempenho comparável ao obtido no crucifixo máquina.

Espera-se que exercícios realizados em máquinas proporcionem maior facilidade ao aprendizado (melhoria do desempenho motor) de indivíduos iniciantes ou inexperientes. No entanto, exercícios uni-articulares, como o crucifixo, podem não evidenciar substancialmente esse efeito por sua menor complexidade e necessidade de coordenação muscular quando comparado com exercícios multiarticulares (e.g. supino reto). Recomenda-se futuros estudos com exercícios multiarticulares para confirmar esta hipótese.

7. APLICAÇÃO PRÁTICA

Os resultados deste estudo têm várias implicações práticas para a intervenção profissional em academias e programas de treinamento de força. Primeiramente, a escolha entre o uso de máquinas ou pesos livres deve ser baseada nas necessidades individuais dos

praticantes, considerando fatores como o nível de experiência, a habilidade técnica e os objetivos específicos de treinamento.

Para iniciantes ou indivíduos com limitações físicas, o uso de máquinas pode ser mais vantajoso, uma vez que proporcionam maior controle e estabilidade no movimento, reduzindo a chance de erros técnicos. Por outro lado, o exercício com pesos livres, como o crucifixo, pode ser mais indicado para indivíduos mais experientes, que buscam melhorar a coordenação e ativação muscular de forma mais complexa e desafiadora.

Além disso, a análise biomecânica dos movimentos pode ser utilizada para ajustar e otimizar a execução dos exercícios, garantindo que os participantes realizem os movimentos de forma mais eficiente e segura.

REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687-708, 2009. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181915670. PMID: 19204579.

ARAÚJO FILHO, J. L. **Considerações sobre os equipamentos de musculação**. São Paulo: Editora XYZ, 1994.

BRENTANO, M. A.; PINTO, R. S. Adaptações Neurais ao Treinamento de Força. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 6, n. 3, p. 65–77, 2012. DOI: 10.12820/rbafs.v.6n3p65-77.

CAMPOS, M. R. **A influência da biomecânica no treinamento de força**. Rio de Janeiro: Editora ABC, 2002.

ČOH, M.; JOVANOVIĆ-GOLUBOVIĆ, D.; BRATIĆ, M. Motor learning in sport. UDC 796.012:591.513. [S.l.]: ResearchGate, 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/255671200>. Acesso em: 4 nov. 2024.

CRISOSTOMO, D. M. **A importância dos aparelhos de musculação na performance física**. Belo Horizonte: Editora ABC, 2002.

FARIAS, S. **Avaliação ergonômica de um studio de Personal Trainer situado na cidade de João Pessoa-PB**. 2012. 50 p. Monografia (D.Sc. em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, João Pessoa, 2012.

GUEDES JÚNIOR., D. P.; ROCHA, A. C.; LA SCALA TEIXEIRA, C. V.; GUEDES, K. M.; SILVA, R. P. **Hipertrofia muscular: a ciência na prática em academias**. São Paulo: CREF4/SP, 2018. 128 p. (Selo Literário 20 anos da Regulamentação da Profissão de Educação Física, 12).

JASP TEAM. JASP 0.18.3. University of Amsterdam, 2025. Disponível em: <https://jasp-stats.org/>. Acesso em: 1 maio 2025.

NASCIMENTO, M. A.; CYRINO, E. S.; NAKAMURA, F. Y.; ROMANZINI, M.; PIANCA, H. J. C.; QUEIRÓGA, M. R. Validação da equação de Brzycki para a estimativa de 1-RM no exercício supino em banco horizontal. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 47-50, jan./fev. 2007.

PESTA, D. H.; GONCALVES, R. L. S.; MADIRAJU, A. K.; STRASSER, B.; SPARKS, L. M. Resistance training to improve type 2 diabetes: working toward a prescription for the future. **Nutrients & Metabolism**, v. 14, p. 24, 2017. DOI: 10.1186/s12986-017-0173-7. PMID: 28270856; PMCID: PMC5335813.

REISER, F. C.; MOURA, J. A. R.; CARDOSO, J. M. D.; GRZELCZAK, M. T.; SOUZA, W. C.; MASCARENHAS, L. P. G.. Eletromiografia do exercício de crucifixo em diferentes planos e angulações de movimento. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**. v. 8, n. 50, p. 864-870, nov./dez. 2014. ISSN 1981-9900. Disponível em: <http://www.ibpefex.com.br/www.rbpfex.com.br>. Acesso em: 04 nov. 2024.

ROCHA JÚNIOR, V. A.; GENTIL, P.; OLIVEIRA, E.; DO CARMO, J. Comparação entre a atividade EMG do peitoral maior, deltóide anterior e tríceps braquial durante os exercícios supino reto e crucifixo. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n. 1, p. 1-5, 2007. DOI: 10.1590/S1517-86922007000100012.

RODRIGUES, A. F. **Biomecânica e os tipos de exercícios em musculação**: uma análise crítica. São Paulo: Editora XYZ, 2001.

SANDS, W.; WURTH, J. J.; STREN, A. Basics of Strength and Conditioning: The National Strength and Conditioning Association's (NSCA) **Basics of Strength and Conditioning Manual**. **National Strength and Conditioning Association**, 2012. Disponível em: https://www.nsca.com/contentassets/116c55d64e1343d2b264e05aaf158a91/basics_of_strength_and_conditioning_manual.pdf. Acesso em: 4 nov. 2024.

SIMIÃO, A. L. P.; ASSIS, J. F.; ANDRADE, R. S.; GALINDO, V. A.; VALERETTO, J. L.; FERNANDE, S. A. A importância da ergonomia na prática do exercício físico na academia. **Revista de Ciências do Esporte**, v. 13, n. 3, p. 01-10, 2021. ISSN 2178-7514.

STEELE, J.; FISHER, J.; SKIVINGTON, M. et al. A higher effort-based paradigm in physical activity and exercise for public health: making the case for a greater emphasis on resistance training. **BMC Public Health**, v. 17, n. 300, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4209-8>. Acesso em: 04 nov. 2024.

TAYLOR, R. S.; SAGAR, V. A.; DAVIES, E. J.; BRISCOE, S.; COATS, A. J. S.; DALAL, H.; LOUGH, F.; REES, K.; SINGH, S. J.; MORDI, I. R. Exercise-based rehabilitation for heart failure. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n. 4, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003331.pub4>. Acesso em: 4 nov. 2024.

YENDRIZAL; YANUAR KIRAM; RONNI YENES; ANTON KOMAINI; NURUL IHSAN; DEBY TRI MARIO. Effect of weight training and motor skills on muscle strength: A factorial experimental design. **Journal of Physical Education and Sport**, v. 23, n. 6, art. 173, p. 1416-1424, jun. 2023. DOI: 10.7752/jpes.2023.06173. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4174628/mod_resource/content/2/ David%20A.%20Winter-Biomechanics%20and%20Motor%20Control%20of%20Human%20Movement-Wiley%20\(2009\).pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4174628/mod_resource/content/2/ David%20A.%20Winter-Biomechanics%20and%20Motor%20Control%20of%20Human%20Movement-Wiley%20(2009).pdf). Acesso em: 4 nov. 2024.

APÊNDICE

Checklist Padronizado para avaliação do Movimento de Crucifixo com Halteres ou na Máquina

Foram analisados postura inicial, amplitude do movimento, flexão dos cotovelos, velocidade do movimento, simetria bilateral do movimento e sobrecarga do ombro nas etapas de pré-teste, aquisição e refinamento, levando-se em consideração os itens do *checklist* abaixo.

Preparação do Exercício

- Postura Inicial: Verificar se os pés estão firmemente apoiados no chão e as costas bem posicionadas na máquina ou banco.
- Ajuste de Equipamento: Certificar-se de que banco/máquina está ajustado à altura do praticante para conforto e segurança.
- Aquecimento Realizado: Confirmar se foi realizado um aquecimento adequado antes do início do exercício.

Execução do Movimento

- Amplitude de Movimento: Avaliar se a abdução horizontal do ombro não ultrapassa os 90°, respeitando os limites anatômicos.
- Flexão dos Cotovelos: Verificar se os cotovelos estão levemente flexionados durante todo o movimento, evitando hiperextensão.
- Velocidade do Movimento: Observar se o movimento é controlado, sem oscilações ou uso de impulsos.
- Movimento Simétrico: Confirmar que os dois braços se movem de forma coordenada e simétrica durante toda a execução.

Estabilidade e Postura

- Estabilização Corporal: Avaliar se o praticante mantém o core ativado para estabilidade postural.
- Controle Escapular: Verificar se os ombros não estão sendo elevados ou sobrecarregados indevidamente no final do movimento (evitar depreciação escapular excessiva).

Segurança e Conforto

- Carga Adequada: Certificar-se de que a carga utilizada permite execução técnica correta e controlada, sem compensações.

Feedback ao Praticante

- Correções de Técnica: Fornecer orientações imediatas quando forem identificados desvios de movimento.
- Reforço Positivo: Valorizar posturas e execuções corretas, incentivando o praticante a manter os pontos positivos.