

**DANILO RAIMUNDO GONZAGA
JOÃO BOSCO DA SILVA ALEXANDRE**

**CORRELAÇÃO DE VARIÁVEIS ISOCINÉTICAS DA ARTICULAÇÃO DO
OMBRO DOMINANTE E O TESTE DE ARREMESSO MEDICINE BALL EM
ATLETAS DE HANDEBOL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Educação Física, do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Câmpus Muzambinho, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Ms. Fabiano Fernandes da Silva.

**MUZAMBINHO
2014**

CORRELAÇÃO DE VARIÁVEIS ISOCINÉTICAS DA ARTICULAÇÃO DO OMBRO DOMINANTE E O TESTE DE ARREMESSO MEDICINE BALL EM ATLETAS DE HANDEBOL

Danilo Raimundo Gonzaga¹
João Bosco da Silva Alexandre¹
Fabiano Fernandes da Silva²

RESUMO: A produção literária abordando testes funcionais que avaliem e quantifiquem o arremesso no handebol, segundo suas características de força é restrita. Dessa forma, o presente estudo teve o objetivo de correlacionar as variáveis isocinéticas pico de torque (PT), potência média (PM) e trabalho total (TT) de rotadores internos de ombro (dominante) em atletas de handebol do gênero masculino com o teste funcional de arremesso de *medicine ball* (AMB). A amostra foi composta por 29 atletas de handebol do sexo masculino com idade média de $17,2 \pm 2,33$ anos. As amostras foram coletadas em 3 dias diferentes, respeitando um intervalo mínimo de 48 horas entre as sessões. Após o aquecimento, de maneira randômica, os atletas executavam o teste isocinético (duas sessões) ou o teste de AMB. Para a análise isocinética, foram usadas as velocidades de 60°/s e 180°/s avaliando a capacidade muscular dos músculos rotadores internos de ombro. Para o teste de AMB, o atleta deveria arremessar uma *medicine ball* de 3 kg de maneira semelhante ao arremesso convencional, o mais longe possível. Para análise de associações foram utilizados os testes de correlação de Pearson e regressão linear simples. Observaram-se associações moderadas ($0,60 \leq r < 0,70$; $p < 0,05$) para as variáveis PT e PM na velocidade 60°/s e para as variáveis PM e TT na velocidade 180°/s. Além disso, foram observadas associações altas ($r \geq 0,70$; $p < 0,05$) para a variável TT na velocidade 60°/s e para a variável PT na velocidade 180°/s. Podemos concluir que as variáveis isocinéticas PT, PM e TT de rotadores internos de ombro do braço dominante de atletas de handebol do gênero masculino apresentam correlação moderada a alta com o teste funcional de AMB.

Palavras-Chave: dinamômetro; teste funcional; ombro; torque; handebol; arremesso.

INTRODUÇÃO

O handebol pode ser definido como uma modalidade esportiva coletiva caracterizada por atividades que envolvem uma série de esforços de alta intensidade (SOUSA et al., 2000). Um destes esforços é o arremesso, fundamento utilizado na conclusão de jogadas. Através dele, o jogador arremessa a bola em direção à meta

¹ Graduando do Curso Superior de Bacharelado em Educação Física

² Orientador da pesquisa

adversária, visando a marcação de um gol. O arremesso é um gesto rápido e complexo e deve ser realizado de modo que o goleiro não alcance a bola arremessada (ROCHA *et al.*, 2003). Hulstyn & Fadale (1997) definem o arremesso como um movimento balístico do membro superior, no qual seu centro de massa ou objeto externo é propelido para fora do centro de massa do corpo. No handebol, os atletas realizam cerca de 48.000 arremessos por temporada, com velocidade média de 130 Km/h (EJNISMAN *et al.*, 2001).

O arremesso é um gesto técnico que produz força. Para mensurar as variáveis relacionadas ao arremesso no handebol, pode-se utilizar o dinamômetro isocinético (DI), com condições de avaliar os diferentes tipos de força com precisão (SCHNEIDER *et al.*, 2002). É consenso na literatura que a melhor maneira de quantificar as variáveis relacionadas ao arremesso no handebol é através da dinamometria isocinética, devido à boa validade e confiabilidade nesse método (O'SHEA *et al.*, 2002). Contudo, o acesso à essa tecnologia é restrita devido ao seu alto custo (SILVA *et al.*, 2013).

Os testes funcionais são testes mais simples, de fácil utilização e que não dispõem de tecnologia para mensurar as variáveis. Sendo assim, desde que sejam fundamentados cientificamente e que sejam validados perante outros testes, os testes funcionais podem ser utilizados para quantificar valores bastante próximos aos valores exatos mensurados na dinamometria isocinética (D'ALESSANDRO *et al.*, 2005). Porém, a produção literária abordando testes funcionais que avaliem e quantifiquem o arremesso no handebol, segundo suas características de força é pequena. A validação de testes funcionais para a avaliação de atletas poderia fornecer métodos capazes de selecionar os indivíduos que precisam de uma avaliação mais detalhada em equipamentos mais completos, como o dinamômetro isocinético (D'ALESSANDRO *et al.*, 2005).

Dessa forma, o presente estudo teve o objetivo de correlacionar as variáveis isocinéticas pico de torque (PM), potência média (PM) e trabalho total (TT) de rotadores internos de ombro (dominante) em atletas de handebol do gênero masculino com o teste funcional de arremesso de *medicine ball* (AMB). Além disso, propor equações preditivas para as variáveis isocinéticas estudadas a partir do teste de AMB.

METODOLOGIA

AMOSTRA

A amostra foi composta por 29 atletas de handebol do sexo masculino com idade média de $17,2 \pm 2,3$ anos, altura média de $173,4 \pm 6,5$ cm, peso médio de $71,5 \pm 13,2$ kg e percentual de gordura de $15,1 \pm 7,9$ %. Nenhum dos atletas estudados apresentava lesões nos ombros. Ainda para participar do estudo, os atletas assinaram um termo de consentimento autorizando a sua participação. Além disso, todos os procedimentos experimentais adotados estavam de acordo com a Lei 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, a qual estabelece as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (Parecer nº 566.421).

PROCEDIMENTOS

Os experimentos foram realizados na quadra interna do Centro de Ciências Aplicadas à Educação e Saúde (CeCAES) e no Laboratório Integrado de Tecnologias Aplicadas à Saúde e ao Esporte (LiTec). O CeCAES é uma unidade do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS), Câmpus Muzambinho/MG, onde são desenvolvidas especificamente as atividades do curso superior de Educação Física.

As amostras foram coletadas em 3 dias diferentes, respeitando um intervalo mínimo de 48 horas entre as sessões. Antes de cada sessão experimental, o avaliado realizou um aquecimento prévio formado por cinco minutos de corrida, seguido por cinco minutos de troca de passes e arremessos, movimentos específicos do handebol (SILVA et al., 2013). Após o aquecimento, de maneira randômica, os atletas executavam o teste isocinético (duas sessões em dias separados) ou o teste de AMB.

ARREMESSO DE MEDICINE BALL

O teste de AMB de 3 kg (figura 1) foi adaptado de Johnson e Nelson (1979), solicitando ao atleta que realizasse um arremesso semelhante ao convencional para marcar gols em uma partida de handebol. Esse arremesso, deveria ser feito com apenas uma das mãos e o mais distante possível. O atleta ficou posicionado em um espaço de 2,0 metros, com o *medicine ball* em uma das mãos (braço dominante). Usando este

espaço, o atleta poderia dar até três passos, saltando no último passo e arremessando o *medicine ball* à frente. Uma trena demarcatória foi colocada perpendicularmente em relação à linha que limitava o deslocamento do atleta, de maneira que os avaliadores conseguissem identificar a distância arremessada. Nas tentativas onde o avaliado não efetuou um salto, o dado foi descartado. O resultado do teste foi a distância arremessada (em centímetros), entre a linha limite e o primeiro contato da bola de *medicine ball* próximo à trena afixada no solo. Cada atleta efetuou três tentativas, com intervalo mínimo de três minutos entre as tentativas. A média das três tentativas foi definida como o resultado do teste.

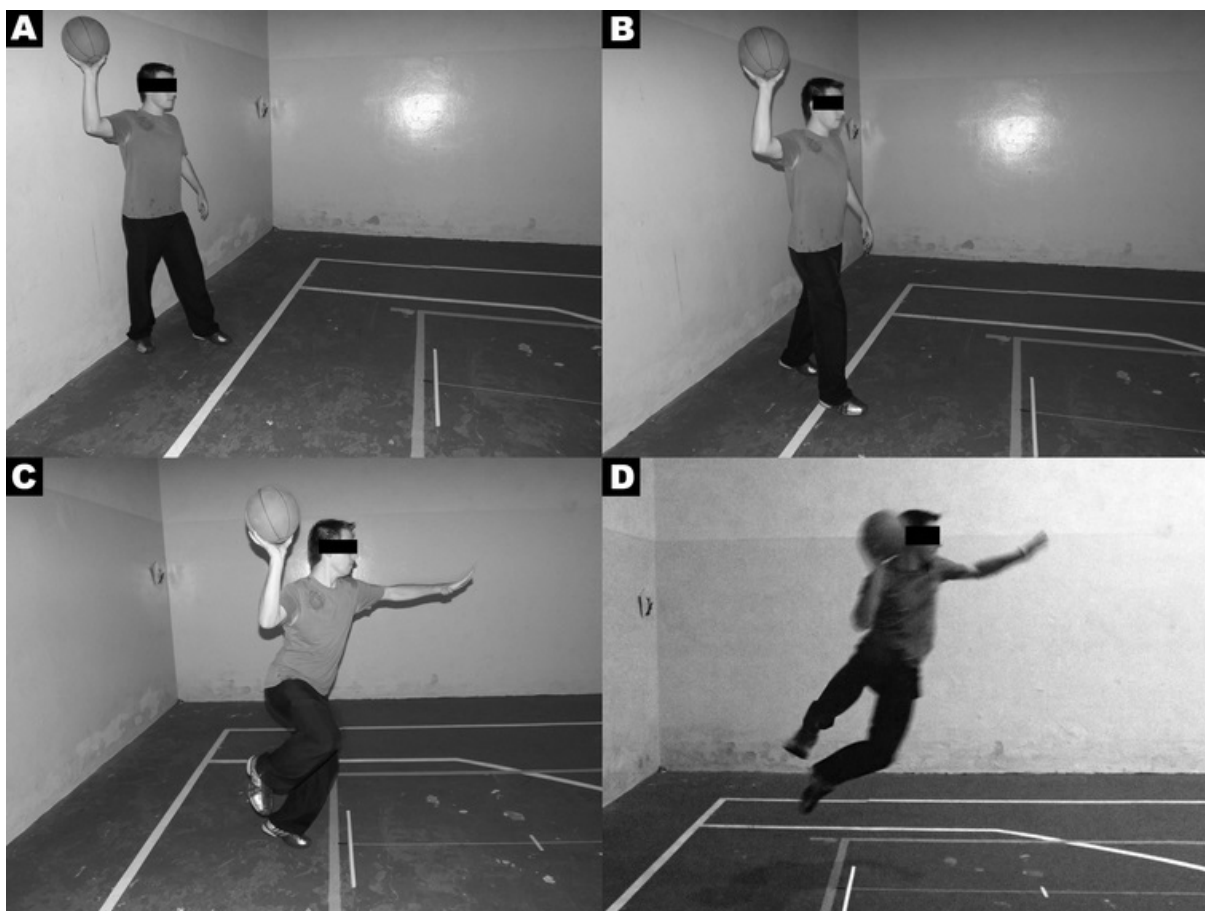


Figura 1. Vista lateral do deslocamento realizado em até 3 momentos (A, B e C) do teste de arremesso de *medicine ball* com uma das mãos adaptado de Johnson e Nelson (1979). O momento identificado na letra D é conseqüente do salto realizado durante a última passada do atleta (letra C).

DINAMÔMETRO ISOCINÉTICO

O dinamômetro isocinético Biodex 4 System Pro (Biodex Medical Systems, Inc, Nova Iorque, EUA) foi utilizado para realização da medida das variáveis PT, PM e TT. Os 29 atletas foram testados no DI nas velocidades de 60°/s e 180°/s, concêntrico/concêntrico, para rotadores internos e externos de ombro, abduzido a 90° em duas sessões diferentes, com um intervalo mínimo de 48 horas entre cada sessão. Após o aquecimento prévio, os atletas executavam uma série de três repetições nas velocidades de 60°/s e 180°/s para familiarização com os testes, que não foram registradas como válidas. Todos eles foram posicionados assentados na cadeira do dinamômetro (figura 2) com o encosto em ângulo de 85°. O braço dominante foi alinhado com o eixo do aparelho e a amplitude de movimento foi estabelecida em 75° a partir da posição considerada inicial. Tal posição foi estabelecida da seguinte forma: deslocamento de 90° de abdução de ombro com ajuda de um flexímetro, flexão de 90° de cotovelo e rotação externa de ombro de 90°. Dessa forma, o membro dominante foi posicionado na alavanca isocinética conforme recomendação do fabricante. Entre cada velocidade foi respeitado um intervalo de 30 segundos de descanso. Foi utilizado o mesmo estímulo verbal em todos os testes, visando motivar esforço máximo dos atletas durante a realização dos testes.

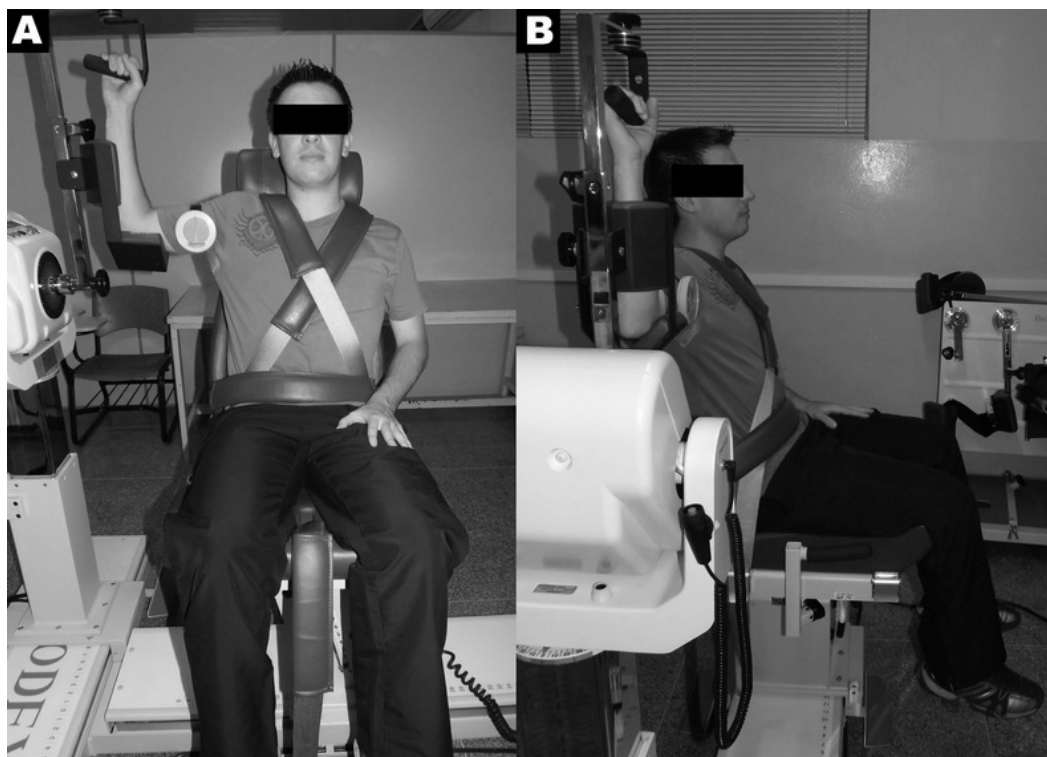


Figura 2. Vista frontal (A) e lateral (B) do teste isocinético para rotador interno de ombro.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi utilizado o teste de correlação de Pearson para a análise da associação entre as variáveis isocinéticas PT, PM e TT nas velocidades 60°/s e 180°/s com a distância máxima arremessada. Foi considerado um nível de significância de $p < 0,05$. O valor de r foi classificado como pequeno (até 0,25), baixo (0,26 a 0,49), moderado (0,50 a 0,69), alto (0,70 a 0,89) e muito alto (acima de 0,90), de acordo com os valores de referência descritos por Jhonson e Gross (1997).

Foram definidas também as equações preditivas a partir de análise de regressão linear simples ajustada pela distância do arremesso e as variáveis isocinéticas. Foi utilizado o programa estatístico *GraphPad Prism 5.0* para as análises e para a confecção dos gráficos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 3 mostra as associações moderadas ($0,60 \leq r < 0,70$; $p < 0,05$) para as variáveis PT e PM na velocidade 60°/s e para as variáveis PM e TT na velocidade 180°/s. Além disso, foram observadas associações altas ($r \geq 0,70$; $p < 0,05$) para a variável TT na velocidade 60°/s e para a variável PT na velocidade 180°/s. A melhor associação foi obtida com a variável TT na velocidade de 180°/s ($0,73$; $p = 0,0001$). Nesse caso, a equação de predição pode ser descrita da seguinte forma: $y = 0,285x - 61,15$. Onde y equivale ao provável valor isocinético e x equivale à distância arremessada.

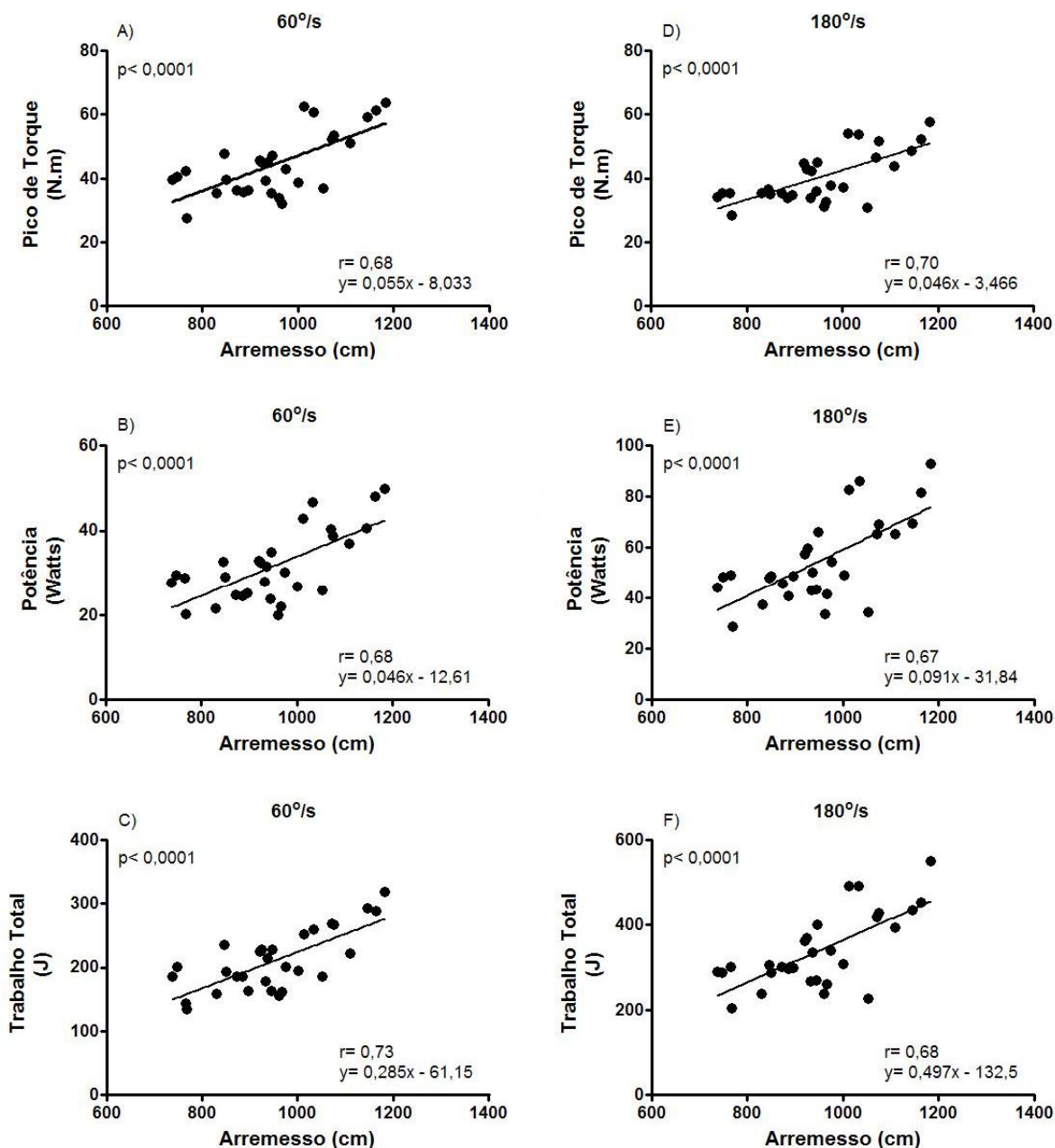


Figura 3. Associações entre as variáveis isocinéticas pico de torque, potência média e trabalho total nas velocidades avaliadas (60°/s: A, B, C; e 180°/s: D, E, F) com a distância dos arremessos no teste funcional de arremesso de *medicine ball*. (n=29). O teste de correlação de Pearson revelou associações moderadas e altas ($p < 0,05$ em todas as análises).

A tabela 1 traz as equações preditivas do PT, PM e TT a partir da distância do arremesso no teste de AMB, apresentando também o erro de estimativa dessas equações. A variável y indica a variável isocinética predita e a variável “x” equivale à distância arremessada no teste funcional.

Tabela 1. Equações de predição de variável isocinética a partir de teste de arremesso com *medicine ball*

Variáveis de previsão	Equação de previsão	Erro da estimativa
60°/s		
Pico de Torque (N.m)	$y = 0,055x - 8,033$	$0,19 \pm 7,26$
Potência Média (W)	$y = 0,046x - 12,61$	$0,49 \pm 6,12$
Trabalho Total (J)	$y = 0,285x - 61,15$	$0,57 \pm 32,58$
180°/s		
Pico de Torque (N.m)	$y = 0,046x - 3,466$	$-0,003 \pm 5,73$
Potência Média (W)	$y = 0,091x - 31,84$	$0,01 \pm 12,13$
Trabalho Total (J)	$y = 0,497x - 132,5$	$0,06 \pm 64,19$

O desenvolvimento de condições laboratoriais objetivando o estudo das capacidades de rendimento do atleta tem constituído uma das principais características e avanços na investigação do treinamento desportivo (SILVA et al., 2002). Em especial, para a avaliação de força e potência muscular, a dinamometria isocinética se destaca por ser um método completo e abrangente (FERNANDES; SHINZATO, 1999). Este tipo de avaliação fornece dados de variáveis que estão diretamente envolvidas no treinamento diário de atletas visando a participação em competições esportivas.

É consenso na literatura que a melhor maneira de quantificar as variáveis de força relacionadas ao arremesso no handebol é através da dinamometria isocinética, devido à boa validade e confiabilidade nesse método (O'SHEA et al., 2002). Por outro lado, o elevado custo desse equipamento impede seu uso em várias ocasiões e impulsiona a busca de novas ferramentas para avaliação do desempenho muscular (SILVA et al., 2013). Dessa forma, inúmeros testes funcionais têm sido documentados em estudos científicos, estando presentes na avaliação de desempenho de várias modalidades esportivas, conforme os trabalhos de Shigaki et al. (2013), D'alessandro et al. (2005), Silva et al. (2013) e Silva et al. (2011). Utilizando um teste funcional, o profissional torna sua pesquisa de baixo custo financeiro. Desde que sejam validados e correlacionados com equipamentos mais sofisticados, os testes funcionais fornecem valores eficientes e confiáveis, podendo o seu resultado ser usado como parâmetro para a modulação e programação do treinamento esportivo.

Mensurando os resultados do presente estudo, na velocidade de 60°/s, foi obtida correlação moderada para as variáveis PT ($r=0,68$) e PM ($r=0,68$), e correlação alta para a variável TT ($r=0,73$), relacionando as variáveis isocinéticas e o teste AMB. Já para a velocidade de 180°/s, foi obtida correlação alta para a variável PT ($r=0,70$) e correlação moderada para as variáveis PM ($r=0,67$) e TT ($r=0,68$), também relacionando as variáveis isocinéticas e o teste de AMB. A partir das equações de predição, foi encontrado o erro das estimativas, que variou de 0,19 a 0,57 nos testes isocinéticos na velocidade de 60°/s. Durante a velocidade de 180°/s, o erro das estimativas variou de -0,003 a 0,06. Tais resultados significam um erro quase desprezível. A partir disso, podemos indicar que o teste de AMB pode ser usado para mensurar a capacidade muscular de rotadores internos.

Analisando os valores do coeficiente de determinação (R^2) quando geradas as equações de predição (FERNANDES et al., 2012), constatamos que os valores de R^2 variam entre 0,46, 0,46 e 0,53 na velocidade 60°/s e 0,49, 0,45 e 0,47 na velocidade 180°/s, para as equações de predição do PT, PM e TT, respectivamente. Podemos dizer que a variável distância arremessada no teste de AMB representa 45% a 53% da variabilidade das variáveis isocinéticas estudadas. A partir disso, consideramos que existem outros fatores que causam interferência na capacidade muscular mensurada, relacionada aos rotadores internos de ombro. Devido a isso, é importante frisar que mesmo com um erro estatisticamente baixo, a utilização das equações de predição merece cuidado. Fatores como uma população com características físicas diferentes da amostra estudada e a dificuldade técnica em garantir no teste funcional o melhor desempenho ou até mesmo o padrão biomecânico de arremesso mais semelhante são limitadores para a generalização dos resultados entre amostras distintas. O trabalho de dinamometria isocinética e teste AMB de Silva et al. (2013) corrobora com o parágrafo acima, alertando para a cautela na aplicação do protocolo e utilização das equações preditivas.

Trabalhos semelhantes também correlacionam a dinamometria isocinética a um teste funcional, buscando descobrir sua correlação (r) e validar o teste funcional para determinado fim. D'alessandro et al. (2005) verificaram a existência ou não de associação entre o *hop test* e dados da função muscular fornecidos pela avaliação do joelho no dinamômetro isocinético em atletas profissionais de voleibol. Foi encontrada baixa correlação entre os testes funcionais e a dinamometria isocinética, indicando que o salto unipodal triplo horizontal e o *hop test* não são indicados para substituir o dinamômetro na

avaliação da capacidade muscular. Por outro lado, Silva et al. (2013) usaram em seu estudo uma metodologia similar à deste trabalho, abordando também as variáveis PT, PM e TT, ambas nas velocidades 60°/s e 180°/s. Seus resultados apresentaram correlação moderada na velocidade 60°/s ($r=0,63$; $r=0,60$ e $r=0,64$, respectivamente para PT, PM e TT) e a distância arremessada do *medicine ball* em um teste funcional de membro superior. Contudo, seus resultados na velocidade 180°/s apresentaram correlação alta ($r=0,72$; $r=0,73$ e $r=0,70$, respectivamente para PT, PM e TT). Os resultados do presente estudo corroboram com o autor citado acima, apresentando correlações moderadas a altas nas velocidades 60°/s ($r=0,68$; $r=0,68$ e $r=0,73$, respectivamente para PT, PM e TT) e 180°/s ($r=0,70$; $r=0,67$ e $r=0,68$, respectivamente para PT, PM e TT). Dessa maneira, podemos recomendar o teste AMB para identificação e previsão da capacidade muscular de jogadores de handebol.

Para concluir, consideramos que os resultados encontrados não excluem a importância da realização do teste no dinamômetro isocinético. Além disso, novos estudos são indicados para identificar outras variáveis causais, visando a elaboração de equações mais complexas e que usem análise de regressão múltipla.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos concluir que as variáveis isocinéticas PT, PM e TT de rotadores internos de ombro do braço dominante de atletas de handebol do gênero masculino apresentam correlação moderada a alta com o teste funcional de AMB.

REFERÊNCIAS

D'ALESSANDRO, R.L.; SILVEIRA, E.A.P.; ANJOS, M.T.S.; SILVA, A.A.; FONSECA, S.T. **Análise da associação entre a dinamometria isocinética da articulação do joelho e o salto horizontal unipodal, hop test, em atletas de voleibol.** Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v. 11, n. 5, p. 271-275, 2005.

EJNISMAN B.; ANDREOLI CV.; CARRERA EF.; ABDALLA RJ.; COHEN M. **Lesões músculo-esqueléticas no ombro do atleta: mecanismo de lesão, diagnóstico e retorno à prática esportiva.** Revista Brasileira de Ortopedia, v. 36, n. 10, p. 389-393, Outubro, 2001.

FERNANDES, A.A.; SILVA, C.D.; VIEIRA, B.C.; MARINS, J.C.B. **Validade preditiva de equações de referência para força de preensão manual em homens brasileiros de meia idade e idosos.** Revista Fisioterapia e Pesquisa, 2012.

FERNANDES, T.B.F.; SHINZATO, G.T. **Avaliação isocinética de rotadores externos e internos do ombro de atletas sobre cadeira de rodas e indivíduos sedentários - estudo comparativo.** Acta Fisiátrica, v. 6, n. 1, p. 40-44, 1999.

HULSTYN MJ.; FADALE PD. **Shoulder injuries in the athlete.** Clinical Sports Medicine, v. 16, p. 663-667, 1997.

JOHNSON, L. C.; GROSS, M. T. **Intraexaminer Reliability, Interexaminer Reliability, and Mean Values for Nine Lower Extremity Skeletal Measures in Healthy Naval Midshipmen.** Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, v. 25, n. 4, p. 253-263, 1997.

JOHNSON, B. L.; NELSON, J. K. **Practical measurements for evaluation in physical education.** Minnesota, 1979.

O'SHEA, K.; KENNY, P.; DONOVAN, J.; CONDON, F.; MCELWAIN, J. P. **Outcomes following quadriceps tendon ruptures.** International Journal of the Care of the Injured, v. 33, p. 257-260, 2002.

ROCHA, E. K.; SOARES, D. P.; SILVA, F. C.; LOSS, J. F. **Análise do arremesso do handebol a partir das velocidades de segmentos e bola.** Anuais do Congresso Brasileiro de Biomecânica, v. 1, n. 1, p. 219-223, 2003.

SCHNEIDER, P.; RODRIGUES, L.; MEYER, F. **Dinamometria computadorizada como metodologia de avaliação de força muscular de meninos e meninas em diferentes estágios de maturidade.** Revista Paulista de Educação Física, v. 16, p. 35-42, 2002.

SHIGAKI, L.; RABELLO, L. M.; CAMARGO, M. Z.; SANTOS, V. B. C.; GIL, A. W. O.; OLIVEIRA, M. R.; SILVA JUNIOR, R. A.; MACEDO, C. S. G. **Análise comparativa do equilíbrio unipodal de atletas de ginástica rítmica.** Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v. 19, n. 2, São Paulo, Março/Abril, 2013.

SILVA, F. F.; SOUZA, R. A.; COUTO, C. L. B.; MAGALHÃES, R. F.; KAWATAKE, J. P. **Efeitos agudos do alongamento estático no rendimento de testes funcionais em atletas de voleibol e futebol.** Revista Terapia Manual, v. 9, p. 138-142, 2011.

SILVA, P. R. S.; PEDRINELLI, A.; TEIXEIRA, A. A. A.; ANGELINI, F. J.; FACCI, E.; GALOTTI, R.; GONDO, M. M.; FAVANO, A.; GREVE, J. M. D.; AMATUZZI, M. M. **Aspectos descritivos da avaliação funcional de jogadores de futebol.** Revista Brasileira de Ortopedia, v. 37, n. 5, p. 205-210, 2002.

SILVA, F. F.; PENIDO, C. A. F. O.; JUNIOR, V. L. P.; SOUZA, R. A. **Correlação entre o pico de torque da articulação do ombro e o teste de arremesso medicine ball em atletas de handebol.** In: ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO E INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2013, Fernandópolis-SP. Anais do Encontro de Pós-Graduação e Iniciação Científica, Fernandópolis-SP: UNICASTELO, 2013, v. 1, n.1, p. 237-238.

SOUZA, J.; RIBEIRO, M.A.; RAMIRES, G.A.; BREVILHÉRI, J.C. **Evolução da potência aeróbia máxima em atletas de handebol adulto durante o período de preparação.** Revista Treinamento Desportivo, v. 5, p. 29-34, 2000.