

CORRELAÇÃO ENTRE VALORES DE FORÇA MUSCULAR MENSURADOS PELOS TESTES ISOCINÉTICO, ISOMÉTRICO E DE 1RM, EM INDIVÍDUOS DE MEIA IDADE

Eurico Nestor Wilhelm Neto¹

Régis Radaelli²

Maximiliano Isoppo Schaun³

André Costa, André Luiz Lopes⁴

Álvaro Reischak de Oliveira⁵

Ronei Silveira Pinto⁶

Resumo: A avaliação da produção de força muscular é muito importante em diversas áreas. Entretanto, diferentes métodos de avaliação podem mensurar fenômenos diferentes. O objetivo do presente estudo foi calcular as correlações entre os valores de uma repetição máxima (1RM) e de pico de torque (PT) isocinético e isométrico de extensão de joelho unilateral de homens de meia idade. Quatorze sujeitos executaram os testes de 1RM, isocinético (a 60°/s) e isométrico de extensão de joelho unilateral. Para calcular as correlações utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson. Foram observadas correlações fortes entre os valores de PT isocinético e isométrico ($r = 0,78$) e entre o PT isocinético e de 1RM ($r = 0,72$). Entre os valores de 1RM e PT isométrico a correlação foi moderada ($r = 0,53$). Inúmeros fatores podem ser responsáveis pela diferença dos níveis de correlação encontrados, como a especificidade do tipo de contração e padrão de ativação muscular. Os níveis de correlação encontrados indicam que os resultados destes três diferentes testes estão relacionados.

Palavras-Chave: Força Muscular. Tensão Muscular. Contração Isométrica.

¹ Estudante do Curso de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

² Estudante do Curso de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

³ Mestre em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

⁴ Mestrando em Ciências do Movimento Humano da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

⁵ Professor Doutor da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

⁶ Professor Doutor da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Relationship Between Muscular Strength Values Recorded By The Isokinetic, Isometric And Irm Tests In Middle-Aged Individuals

Abstract: *The assessment of muscular strength production is very important in different subjects. However, different assessment methods can measure different phenomena. The aim of the present study was to calculate the correlations among values of one maximum repetition (1RM), isokinetic (at 60°/s) and isometric peak torque (PT) of unilateral knee extension in middle-aged men. Fourteen subjects performed the 1RM, isokinetic and isometric tests of unilateral knee extension. In order to calculate the correlations the Pearson's correlation coefficient was used. Strong correlations were observed between the isokinetic and isometric peak torque (PT) values ($r = 0.78$) and between the isokinetic PT and 1RM values ($r = 0.72$). Between the 1RM and isometric values the relationship was moderate ($r = 0.53$). Several factors could be responsible to the different levels of correlation found, such as the specificity of the contraction type and the muscle activation pattern. The correlation levels found indicate that the results of these three different tests are related to each other.*

Key Words: *Muscle Strength. Muscle Tonus. Isometric Contraction.*

INTRODUÇÃO

A força muscular pode ser definida como a capacidade do sistema neuromuscular em produzir tensão (BADILLO & AYESTARAN, 2006) e é influenciada principalmente por fatores neurais e estruturais (THORTENSSON *et al.*, 1977; SALE, 1988; GULICK *et al.*, 1998). Diferentes métodos têm sido utilizados para quantificar indiretamente a produção de força muscular de indivíduos sendo os mais utilizados os testes de uma repetição máxima (1RM), isométrico e isocinético (HÄKKINEN *et al.*, 1998; AAGAARD & ANDERSEN, 1998; VERDIJK *et al.*, 2009). Tais testes são utilizados como medidas indiretas para mensurar a capacidade de produção de força muscular, pois não medem a tensão muscular, mas sim o torque produzido (no caso dos testes isométricos e isocinéticos) e a carga deslocada (no caso do teste de 1RM), os quais são dependentes da força produzida pelos diversos músculos atuantes na ação.

Os testes isocinéticos têm sido considerados padrão ouro para a avaliação da função neuromuscular (VERDIJK *et al.*, 2009), pois apresentam alta reprodutibilidade (SOLE *et al.*, 2007; IMPELLIZZERI *et al.*, 2007) e reduzida influência da velocidade, permitindo ao músculo sua máxima produção de força por toda a amplitude do movimento (WALMSLEY & SZYBBO, 1987). No entanto, o custo elevado dos dinamômetros isocinéticos geralmente inviabiliza a sua aquisição. Dessa forma, a mensuração indireta da força máxima normalmente é obtida por meio do teste de 1RM.

O teste de 1RM pode ser definido como a máxima carga que pode ser levantada uma vez com a correta técnica de execução (KNUTTGEN & KRAEMER, 1987; LEVINGER *et al.*, 2009). Devida a sua praticidade, inúmeros estudos fazem uso dessa metodologia (TAGESSON & KVIST, 2007; VERDIJK *et al.*, 2009; LEVINGER *et al.*, 2009). Contudo, nesse teste, o esforço realizado pelos músculos durante toda a amplitude do movimento não é sempre máximo e ocorre influência da aceleração no movimento.

Os testes isométricos máximos são normalmente utilizados para o estudo do sinal eletromiográfico, da taxa de produção de força e do pico de torque (PT) isométrico da musculatura avaliada (HÄKKINEN *et al.*, 1998; HÄKKINEN *et al.*, 2003; ANDERSEN & AAGAARD, 2006; REMAUD *et al.*, 2009). No entanto, apesar de sua ampla utilização na literatura científica, há poucas referências que suportam que a capacidade de produção de força isométrica máxima possa ser um preditor de desempenho dinâmico (WILSON & MURPHY, 1996). Assim, foi sugerido que os valores de PT isométricos não deveriam ser relacionados aos valores dinâmicos (NOSSE, 1982). Nesse sentido, alguns autores observaram diferentes níveis de sensibilidade para medir os ganhos de força quando esses são mensurados indiretamente com diversos testes após programas de treinamento físico, devido à especificidade do movimento (ABERNETHY & JÜRIMÄE, 1996; TRACY *et al.*, 1999; FERRI *et al.*, 2003).

Apesar das possíveis diferenças entre a mensuração indireta da força muscular pelos diferentes métodos supracitados, alguns estudos demonstraram haver correlação entre os valores de força máxima obtida de diferentes maneiras. Gulick *et al.* (1998) encontraram um valor de correlação forte ($r=0,67$) entre os valores obtidos em teste isocinético e de 1RM de extensão de joelho. Já Verdijk *et al.* (2009) observaram correlação de 0,78 a 0,88 em idosos e adultos jovens, quando compararam o PT isométrico e o valores de 1RM de extensão dos joelhos. Além disso, outra forte correlação ($r = 0,72$ a $0,77$) foi vista por esses autores entre os valores de 1RM e o PT isocinético de extensão de joelhos nas velocidades angulares de $120^\circ/s$, $180^\circ/s$, $240^\circ/s$ e $300^\circ/s$. Esses estudos demonstraram tais correlações, em amostras que variam de jovens a idosos. Entretanto dados referentes a outras amostras, como indivíduos de meia idade em uma amostra mais homogenia, ainda são escassos.

Indivíduos de meia idade encontram-se em uma fase de transição, visto que reduções na capacidade de produção de força em decorrência do processo de

envelhecimento tornam-se marcadamente aparentes após a 6ª década de vida (RUNNELS *et al.*, 2008). Sendo assim, apesar dos indivíduos de meia idade ainda não estarem na faixa etária considerada determinante para a redução na capacidade de produção de força muscular, é possível que algumas formas da manifestação da força já estejam iniciando a serem reduzidas em alguns sujeitos, enquanto que em outras não, o que pode afetar as correlações entre o PT isométrico, isocinético e os valores de 1RM.

Dessa maneira, com o intuito de contrapor os dados apresentados na literatura, o objetivo do presente estudo foi calcular e verificar a existência de correlações entre os valores de força obtidos nos testes isocinético, isométrico e de 1RM de extensão do joelho de homens de meia idade.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Sujeitos

Participaram desse estudo quatorze homens de meia-idade ($56,5 \pm 5,1$ anos). Todos os sujeitos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e estavam cientes dos objetivos e riscos do estudo. Os sujeitos não estavam praticando atividade física regular em período prévio de seis meses antes do início do estudo e não apresentavam comprometimento motor ou metabólico que pudessem interferir nos resultados do mesmo. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética da universidade local (UP 4176/08).

Teste de 1RM

O teste de 1RM de extensão do joelho unilateral foi executado em uma cadeira extensora com resistência variável (World-Sculptor, Porto Alegre, RS, resolução: 1 kg), por tentativa e erro. Como procedimento padrão foi executada uma série de aquecimento com a carga de 50% do 1RM estimado pela massa corporal total de cada indivíduo utilizando um coeficiente gerado a partir de dados de nosso laboratório (não publicados; Carga estimada de $1RM = 1,12 \times MCT$, sendo MCT a massa corporal total dos sujeitos e a constante 1,12 um valor obtido a partir da divisão dos valores de 1RM pela massa corporal de sujeitos dessa faixa etária, obtidos ao longo diversas avaliações). Em seguida a carga estimada foi utilizada para a primeira tentativa do teste.

Os sujeitos foram posicionados na cadeira extensora com os joelhos e quadris flexionados a 90° e 95°, respectivamente (sendo 180° referente ao joelho e ao quadril completamente estendidos). Nessa posição os sujeitos deveriam estender completamente os joelhos e retornar à posição inicial. A execução do movimento foi realizada em 4 segundos, determinados por metrônomo (sendo dois segundos utilizados para a fase concêntrica e dois para a fase excêntrica do movimento). Entre cada tentativa foi dado um intervalo de no mínimo cinco e no máximo 10 minutos. Não mais do que 4 tentativas foram necessárias para determinar a carga de 1RM.

Todos os sujeitos foram instruídos a executar cada repetição do aquecimento com a máxima amplitude de extensão do joelho. Esta então foi marcada por um dos avaliadores de forma que durante o teste, cada sujeito deveria executar a extensão do joelho até a amplitude máxima individual para que a repetição fosse validada. Esse procedimento foi adotado porque nem todos os sujeitos foram capazes de executar uma extensão do joelho até 180° quando posicionados para o teste.

O teste iniciou com a carga previamente estimada. Caso o sujeito realizasse mais uma repetição completa, a carga era reajustada baseando-se nos coeficientes de correção de Lombardi (1989) e uma nova tentativa era executada. Assim, o incremento na carga de teste foi feito segundo o número de repetições executadas com a carga teste anterior (LOMBARDI, 1989). Caso o sujeito não executasse uma repetição de forma completa a carga era reduzida para uma nova tentativa.

A carga de 1RM de cada indivíduo foi então determinada como a carga que o sujeito era capaz de levantar uma única vez, alcançando sua amplitude máxima de extensão dos joelhos e na cadência determinada.

Teste isocinético

Após 72 horas da realização do teste de 1RM, os sujeitos realizaram o teste de extensão de joelho em um dinamômetro isocinético (Cybex Norm, Nova Iorque, EUA), o qual foi calibrado de acordo com as instruções do fabricante. O intervalo de 72h entre o teste de 1RM e os testes isocinético e isométrico foi dado para evitar a influência da progressão da fadiga ao longo dos testes. Todos os testes foram executados de maneira semelhante à sugerida por outros autores (BROW & WEIR, 2001).

Os sujeitos realizaram o teste isocinético na posição sentada com uma flexão de quadril de 95° , estabilizados por cintos colocados em torno do tórax, e a coxa do sujeito era fixada por meio de cinto com velcro para a melhor estabilização do movimento; estes dois procedimentos foram realizados na tentativa de aumentar a estabilização e diminuir os movimentos compensatórios de outras articulações. Além disso, o epicôndilo lateral do fêmur foi alinhado com o eixo de rotação do dinamômetro. O braço mecânico do equipamento foi ajustado para cada sujeito de modo a obter a ótima distância entre o joelho e o eixo do equipamento, permitindo a máxima produção de força sem desconforto. Antes do teste também foi realizada a correção da gravidade do segmento. O teste foi realizado no segmento dominante de cada indivíduo.

O protocolo do teste isocinético consistiu de flexão e extensão concêntrica de joelho, sendo que os sujeitos realizaram cinco repetições submáximas a $60^\circ/s$ com o objetivo de familiarização com o teste. Após todos os procedimentos de calibração e posicionamento dos indivíduos, cada sujeito realizou cinco repetições máximas a $60^\circ/s$, sendo que entre a familiarização e o teste máximo havia um período de recuperação de 60 segundos.

Apenas o valor de PT da extensão foi utilizado para realização das correlações, sendo que o maior valor das cinco repetições foi utilizado para a realização destas.

Teste isométrico

Após 10 minutos da execução do teste isocinético foi realizado o teste isométrico de extensão de joelho, no mesmo dinamômetro isocinético utilizado anteriormente. Os 10 minutos de intervalo foram selecionados para permitir a recuperação dos indivíduos, do teste isocinético, visto que apenas cinco repetições isocinéticas foram executadas. Além disso, o teste isométrico ocorreu no mesmo dia que o teste isocinético para evitar qualquer alteração no posicionamento dos indivíduos no dinamômetro, o que poderia afetar os resultados. O protocolo de teste isométrico consistiu de três tentativas de contração isométrica máxima de extensão de joelho no ângulo de 120° , sendo que entre cada tentativa havia um período de recuperação de 60 segundos. O ângulo articular de 120° foi selecionado. Este é um dos ângulos de maior capacidade de produção de força isométrica para a extensão do joelho (FOLLAND & MORRIS, 2008). Em ambos os testes (isocinético

e isométrico) foi dado aos sujeitos incentivo verbal e visual. O incentivo verbal não foi vigorosamente fornecido durante o teste de 1RM para que o sujeito pudesse escutar adequadamente o metrônomo. O valor de PT isométrico usado para as correlações foi o maior valor das três tentativas.

Avaliação antropométrica

Para a caracterização dos sujeitos da amostra, a antropometria foi realizada utilizando um adipômetro (Harpenden, UK), balança e estadiômetro (Filizola, São Paulo, BR). As marcações e a técnica das dobras seguiram os padrões da *The international Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK, 2006). Os cálculos para avaliar a composição corporal foram realizados usando protocolo para público geral de Durnin e Womersley (1974), o qual leva em consideração a massa corporal, dobras do tríceps, bíceps, subescapular e crista ilíaca. Todas as avaliações foram executadas pelo mesmo avaliador devidamente capacitado pela ISAK.

Análise estatística

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de *Shapiro-wilk*. Aceitando a sua normalidade foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson (r) para calcular a correlação entre as variáveis obtidas com o teste de 1RM, isométrico e isocinético. Os dados foram analisados no programa SPSS (versão 17.0, para Windows), e foi assumido um nível de significância (α) igual a 0,05.

RESULTADOS

Os resultados do presente estudo mostram que houve correlação significativa entre as variáveis. Para a classificação das correlações foi utilizada a classificação sugerida por Callegari-Jacques (2003). A correlação entre os valores do teste de 1RM e os valores do teste isocinético apresentou forte associação ($r = 0,72$, $p = 0,004$) (figura 1A). O mesmo ocorreu entre os valores obtidos nos testes isocinético, a 60°/s e isométrico ($r = 0,78$, $p = 0,001$) (figura 1B). Porém, a correlação entre os valores obtidos no teste de 1RM e no teste isométrico foi de associação moderada ($r = 0,53$, $p = 0,05$) (figura 1C).

Os dados de caracterização da amostra estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Caracterização da amostra

Variável	Média e Desvio padrão
Sujeitos (n)	14
Idade (anos)	56,5 ± 5,1
Massa corporal Total (kg)	83,4 ± 14,6
Massa corporal magra (kg)	60,8 ± 8,7
1RM (kg)	84,1 ± 11,5
PT isocinético (N.m)	243,8 ± 43,2
PT isométrico (N.m)	287,9 ± 57,7

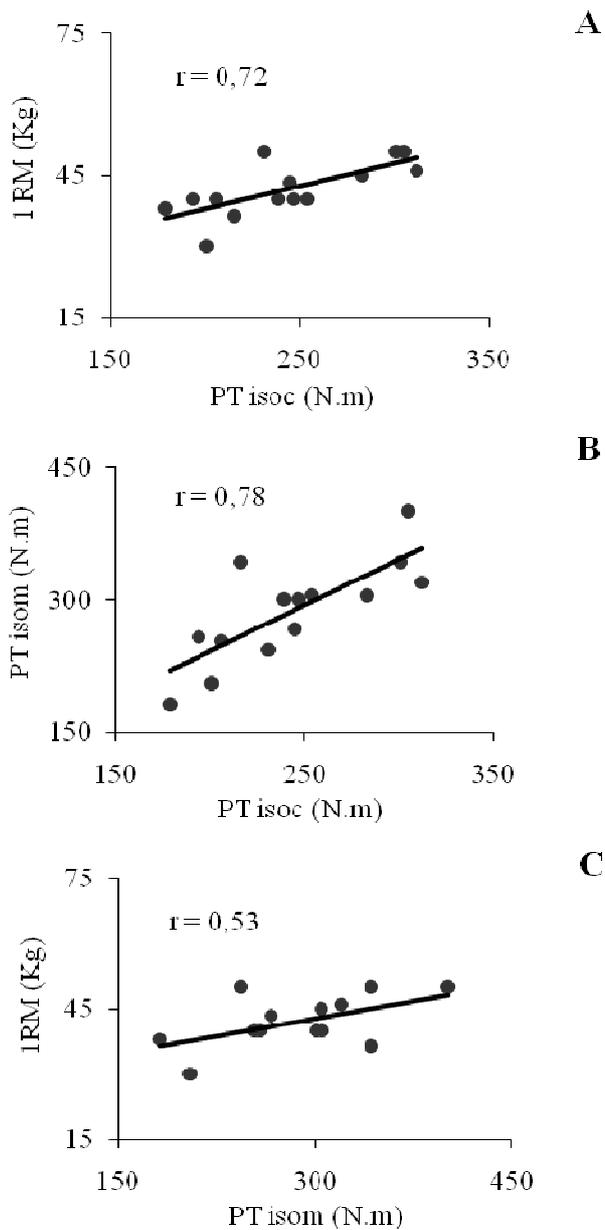


Figura 1. Correlações entre os valores de 1RM e PT isocinético (A), PT isométrico e PT isocinético (B) e PT isométrico e 1RM (C).

DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi calcular e verificar a existência de possíveis correlações entre os valores de PT isocinético, isométrico e de 1RM de extensão de joelho

em homens de meia idade. Os resultados demonstraram que há correlação entre os dados de PT obtidos no teste isocinético, isométrico e no teste de 1RM de extensão de joelho.

Os resultados do presente estudo vão ao encontro dos encontrados por Verdijk *et al.* (2009), que mostraram forte correlação entre os valores de PT e a carga levantada na extensão de joelho, e de Gulick *et al.* (1998), que também observaram correlações entre os valores de 1RM e das variáveis obtidas durante um teste isocinético. O fato de ter sido encontrado correlação forte ($r = 0,72$) no presente estudo entre os valores de PT isocinético e de 1RM da mesma forma como em outras investigações (GULICK *et al.*, 1998; VERDIJK *et al.*, 2009), pode ser atribuído à metodologia utilizada no teste de 1RM, a qual teve o ritmo de execução determinado por metrônomo.

O controle do ritmo do teste de 1RM em uma cadência relativamente lenta (resultando em uma velocidade angular média de aproximadamente 45°/s para cada fase do movimento) deve ter influenciado positivamente a correlação entre este teste e o isocinético a 60°/s. Apesar do teste de 1RM não ter sido executado com uma mesma velocidade angular média do que a do teste isocinético, as velocidades de execução de ambos os testes são relativamente lentas e próximas. Foi reportado que o aumento na velocidade angular (de 120 a 300°/s) do teste isocinético pode promover redução no nível de correlação entre o teste de 1RM e o PT (VERDIJK *et al.*, 2009), provavelmente por questões de especificidade. Portanto, o fato de o ritmo ter sido controlado durante a execução do teste de 1RM pode ter influenciado de maneira positiva a correlação encontrada no presente estudo.

Talvez se o controle da velocidade não tivesse ocorrido durante os testes de 1RM, valores diferentes de correlação entre estes testes seriam encontrados. Além da possível influência da relativa semelhança entre as velocidades dos testes, a natureza dinâmica dos dois testes deve ter influenciado positivamente os valores de correlação. Esses dados sugerem que o teste isocinético, na velocidade angular investigada, e de 1RM apesar de diferentes em sua complexidade motora, estão relacionados.

No presente estudo foi encontrada forte correlação entre o valor de PT isocinético e isométrico. Esses valores podem ter ocorrido devido a semelhanças entre os testes, como por exemplo, o fato do teste isocinético sofrer pouca influência da aceleração na velocidade angular utilizada (BROWN *et al.*, 2005), aumentando o período de velocidade constante,

enquanto que no teste isométrico não há influência da aceleração e da velocidade durante a execução do mesmo. Dessa forma, o teste isométrico pode representar a capacidade de produção de força isocinética na velocidade utilizada, assim como em outras velocidades (VERDIJK *et al.*, 2009).

Os dados a respeito da correlação entre valores de 1RM e PT no teste isométrico não estão totalmente de acordo com os observados por Verdijk *et al.* (2009), que mostraram forte correlação ($r = 0,88$), enquanto que os presentes resultados apresentaram correlação moderada ($r = 0,53$). Isso pode ter ocorrido devido à diferença entre o ângulo articular utilizado para a execução do teste isométrico, o qual pode ter afetado o comprimento muscular, ativação muscular e conseqüentemente a produção de força muscular (KUBO *et al.*, 2004; QI, 2007). No entanto, o valor de correlação entre 1RM e PT isométrico encontrado nesse estudo parece ser semelhante aos obtidos no estudo de Baker (apud WILSON & MURPHY, 1996), que correlacionaram dados de PT isométrico de agachamento com o valor de 1RM do mesmo exercício. Contudo é difícil comparar os resultados desse estudo com os do presente estudo, pois no trabalho citado anteriormente o exercício utilizado para a determinação dos valores de 1RM foi o agachamento enquanto que no presente estudo a extensão do joelho foi utilizada, o que dificulta a comparação dos resultados.

Os fatores que possivelmente atuaram de maneira positiva para um valor forte de correlação entre o PT isocinético e 1RM podem ser a explicação para o menor valor de correlação encontrada entre 1RM e PT isométrico. Por exemplo, no teste de 1RM, mesmo com preocupação de controlar a velocidade de execução, existe a influência da aceleração enquanto que no teste isométrico não há influência da aceleração. Além disso, a ativação muscular durante contrações concêntricas e isométricas parece ser diferente (BABAULT *et al.*, 2001). Tais dados nos levam a sugerir que os valores de força isométrica podem ser utilizados como representantes da produção de força muscular dinâmica mensurada pelo teste de 1RM, apesar de estarem menos associados a esse do que a avaliação isocinética, o que deve ocorrer por questões de especificidade das ações dinâmicas em relação às isométricas.

Somado a isso, as diferenças nas correlações encontradas no presente estudo em relação às pesquisas anteriores podem ter ocorrido devido à amostra estudada no presente

estudo. Apesar de ter sido reportado por Runnels *et al.* (2005) que o decaimento na capacidade de produção de força em decorrência do envelhecimento só se torna significativo para os extensores do joelho em diversos testes após os 60 anos, é possível que alguns dos sujeitos do presente estudo já estejam sofrendo com a redução da capacidade de produção de força de alguma das contrações investigadas, o que poderia afetar negativamente as correlações encontradas.

Algumas limitações do presente estudo devem ser ressaltadas. Primeiramente, os dados encontrados são limitados à velocidade angular e ângulo articular investigados. Tal limitação torna-se aparente no estudo de Verdijk *et al.* (2009) em que foram observados diferentes valores de correlação entre os testes quando diferentes velocidades angulares eram utilizadas. Somado a isso, o número dos sujeitos investigados do presente estudo é relativamente pequeno, o que pode ter afetado parcialmente os valores de correlação encontrados. Por fim, pode-se especular que a falta de randomização da ordem dos testes (1RM em um dia e os testes isocinético e isométrico em outro dia) e o diferente tempo de intervalo entre os testes podem ter influenciado os resultados encontrados. Entretanto, acreditamos que esse não seja um fator limitante, uma vez que cada teste era composto por contrações de complexidade neuromusculares diferentes, o que não deve ter gerado qualquer efeito de em um teste para outro. Além disso, o tempo de intervalo de 10 minutos entre o teste isocinético e isométrico deve ter sido suficiente para a recuperação dos indivíduos, já que períodos de recuperação menores têm sido sugeridos como suficientes entre cada tentativa de diferentes testes (BROW & WEIR, 2001).

CONCLUSÃO

Devido às correlações encontradas no presente estudo e corroborando outros autores, sugerimos que os testes dinâmicos investigados (teste de 1RM e isocinético) podem ser utilizados como representantes um do outro, bem como da capacidade de produção de força isométrica máxima, também em homens de meia idade. Sendo assim, apesar do presente estudo não ter avaliado a sensibilidade dos diferentes testes em detectar incrementos na força muscular, é possível que um incremento na capacidade de produção de força em um teste poderá ser observado no outro, apesar deste ganho não

necessariamente ser linear para ambas as avaliações. Contudo, quando o objetivo for observar de maneira mais precisa e controlada o ganho de força muscular, após um período de treinamento, o mais indicado é a utilização de testes semelhantes aos exercícios utilizados na rotina de treinamento (ABERNETHY & JÜRIMÄE, 1996). Mesmo assim, outros testes menos específicos podem ser amplamente utilizados para adicionar importantes resultados às avaliações e à prescrição do treinamento.

REFERÊNCIAS

AAGAARD, P.; ANDERSEN, J. L. Correlation between contractile strength and myosin heavy chain isoform composition in human skeletal muscle. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.30, no. 8, p.1217–1222, 1998.

ABERNETHY, P. J.; JÜRIMÄE, J. Cross-sectional and longitudinal uses isoinertial, isometric and isokinetic dynamometry. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 28, no. 9, p. 1180-1187, 1996.

ANDERSEN, L. L.; AAGAARD, P. Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contract rate of force development. **European Journal of Applied Physiology**. Berlin, v. 96, no. 1, p. 46 – 52, 2006.

BABAULT, N.; POUSSON, M.; BALLAY, Y.; VAN HOECKE, J. Activation of human quadriceps femoris during isometric, concentric and eccentric contractions. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 91, no. 6, p. 2628-2634, 2001

BADILLO, J. J. G.; AYESTARAN, E. G. **Fundamentos do treinamento de força: aplicação ao alto rendimento desportivo**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

BROWN, L. E.; WEIR, J. ASEP procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. **Journal of Exercise Physiology Online**, Duluth, v. 4, no. 3, p. 1-21, 2001.

BROWN, L. E.; WHITEHURST, W.; FINDLEY, B.W. Reliability of rate of velocity development and phase measures on an isokinetic device. **Journal Strength and Conditioning Research**, Lawrence, v.19, no. 1, p.189-192, 2005.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

DURNIN, J. V.; WOMERSLEY, J. A body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. **British Journal of Nutrition**, Londres, v. 32, no. 1, p. 77-97, 1974.

FERRI, A.; SCAGLIONI, G.; POUSSON, M.; CAPODAGLIO, P.; VAN HOECKE, J.; NARICI, M. V. Strength and power changes of the human plantar flexors and knee extensors in response to resistance training in old age. **Acta Physiologica Scandinavica**, Stockholm, v. 177, no. 1, p. 69–78, 2003.

GULICK, D. T.; CHIAPPA, J. J.; CROWLEY, K. R.; SCHADE, M. E.; WESCOTT, S. R. Predicting 1RM isotonic knee extension strength utilizing isokinetic dynamometry. **Isokinetics and exercise science**, Amsterdam v. 7, no. 4, p.145-149, 1998.

HÄKKINEN, K.; ALEN, M.; KRAEMER, W. J.; GOROSTIAGA, E; IZQUIERDO, M.; RUSKO, H; MIKKOLA, J.; HÄKKINEN, A.; VALKEINEN, H.; KAARAKAINEN, E.; ROMU, S.; EROLA, V.; ATHIAINEN, J.; PAAVOLAINEN, L. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin v.89, no. 1, p. 42 – 52, 2003.

HÄKKINEN, K.; KAILLINE, M.; IZQUIERDO, M.; JOKELAINEN, K; LASSILA, H.; MÄLKIÄ, E.; KRAEMER, W. J.; NEWTON, R. U.; ALEN, M. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA and force during strength training in middle-aged and older people. **Journal of Applied Physiology**. Washington v. 84, no. 4 p. 1341-1429, 1998.

IMPELLIZZERI, F. M.; BIZZINI M.; RAMPININI, E.; CEREDA, F.; MAFFIULETTI, N. A. Reliability of isokinetic strength imbalance ratios measured using the Cybex NORM dynamometer. **Clinical Physiology and Functional Imaging** . v.28, no. 2, p.113- 119, 2007.

KNUTGEN, H. G.; KRAEMER, W. J. Terminology and measurement in exercise performance. **Journal of Applied Sports Science Research**. Lawrence, v.1, no. 1, p. 1 – 10, 1987.

KUBO, K. N.; TSUNODA, H.; KANEHISA, T.; FUKUNAGA, T. Activation of agonist and antagonist muscles at different joint angles during maximal isometric efforts. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 91, no. 3, p. 349- 352, 2004.

LEVINGER I.; GOODMAN, C.; HARE, D. L.; JERUMS, G.; TOIA, D.; SELIG, S. The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.12, no. 2, p. 310–316, 2009.

LOMBARDI, V. P. **Beginning weight training: the safe and effective way**. Dubuque: W.C. Brown, 1989.

NOSSE, L. J. Assessment of selected reports on the strength relationship of the knee musculature. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, Alexandria, v. 27, no. 2, p. 78-84, 1982.

REMAUD, A.; CORNU, C.; GUÉVEL, A. Agonist muscle activity and antagonist muscle co-activity levels during standardized isotonic and isokinetic knee extensions. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, Amsterdam, v. 19, n. 3, p. 449-458, 2009.

RUNNELS, E. D.; BEMBEN, D. A.; ANDERSON, M. A.; BEMBEN, M. G. Influence of age on isometric, isotonic, and isokinetic force production in men. **Journal of Geriatric Physical Therapy**, v.28, n. 3, p. 74-84, 2005.

SOLE, G.; HANRÉN, J.; MILOSAVLJEVIC, S.; NICHOLSON, H.; SULLIVAN, S. J. Test-retest reliability of isokinetic knee extension and flexion. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Amsterdam, v.88, no. 5 p. 626-631, 2007.

SALE, D. G. Neural adaptations to resistance training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 20, no. 5(supl), p.S135-145, 1988.

TAGESSON, S. K.; KVIST, B. J. Intra- and interrater reliability of the establishment of one repetition maximum on squat and seated knee extension. **Journal Strength and Conditioning research**, Lawrence, v. 21, no. 3, p. 801–807, 2007.

THORTENSSON, A.; LARSSON, L.; TESCH, P; KARLSSON, J. Muscle strength and fiber composition in athletes and sedentary men. **Medicine and Science in Sports**, Hagerstown, v. 9, no. 1, p. 26–30, 1977.

TRACY, B. L.; IVEY, F. M.; HURLBUT, D.; Martel, G. F.; LEMMER, J. T.; SIEGELI, E. L.; METTER, E. J.; FOZARD, J. L.; FLEG, J. L.; HURLEY, B. F. Muscle quality. II. Effects of strength training in 65- to 75-yr-old men and women. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 86, p. 195-201, 1999.

VERDIJK, L. B.; LOON, L. V.; MEIJER, K.; SAVELBERG, H. C. M. One-repetition maximum strength test represents a valid mean to assess leg strength in vivo in humans. **Journal of Sports Science**, v. 27, no. 1, p. 59–68, 2009.

QI, Z. Influence of knee joint position on co-contractions of agonist and antagonist muscles during maximal voluntary isometric contractions: electromyography and cybex measurement. **Journal of Physical Therapy Science**. Tokyo, v.19, no. 2, p. 125-130, 2007.

WALMSLEY, R. P.; SZYBBO, C. A comparative study of the torque generated by the shoulder internal and external rotator muscles in different positions and at varying speeds. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**. Alexandria, v.9, no. 6, p. 217-222, 1987.

WILSON G. J.; MURPHY, A. J. The use of isometric tests of muscular function in athletic assessment. **Sports Medicine**, Auckland, v. 22, no. 3, p. 19 – 37, 1996.

Contatos dos Autores:

euricoesef@gmail.com
regisabbath@hotmail.com
maxschaun@terra.com.br
andre_costa_rs@hotmail.com
andrelopes.efi@bol.com.br
alvaro.oliveira@ufrgs.br
ronei.pinto@ufrgs.br

Data de Submissão:
07/09/2010

Data de Aprovação:
18/12/2010