

Avaliação da força de extensão do joelho em indivíduos idosos: confiabilidade de um protocolo de teste isocinético

Assessment of knee extension strength in older adults: reliability of an isokinetic testing protocol

Wagner Rodrigues Martins¹
Ricardo Jacó de Oliveira²
Marianne Lucena da Silva³
Tacio Santos²
Leonardo Rios Diniz⁴
Jake Carvalho do Carmo²
Ricardo Moreno Lima²
Martim Bottaro²

1 Universidade de Brasília. Curso de Fisioterapia, Brasília, DF, Brasil.

2 Universidade de Brasília. Faculdade de Educação Física, Brasília, DF, Brasil.

3 Universidade de Brasília. Programa de Pós Graduação em Ciência Tecnologia e Inovação, Brasília, DF, Brasil.

4 Universidade de Brasília. Programa de Pós Graduação em Ciências Médicas, Brasília, DF, Brasil.

RESUMO

A redução da força muscular pode ser resultado do envelhecimento, sendo considerado um fator de risco para quedas. Objetivou-se analisar a confiabilidade de avaliação do pico de torque isocinético de extensão do joelho em indivíduos idosos. Foram avaliados vinte idosos saudáveis, 10 homens (68.4 ± 6.6 anos) e 10 mulheres (69.8 ± 6.7 anos) que participaram de duas sessões (teste e reteste) com um intervalo de 48 horas. Cada sessão consistiu de uma etapa de aquecimento, seguido de 3 séries de 4 contrações de extensão concêntrica de joelho a $60^\circ/s$ e de mais 3 séries de 4 contrações de extensão concêntrica de joelho a $120^\circ/s$. Não foi utilizado qualquer período de familiarização com o protocolo de avaliação. Para fins de análise foi considerando o maior pico de torque entre as 3 séries de 4 contrações nas respectivas velocidades investigadas. Para análise da confiabilidade absoluta e relativa foram utilizados o coeficiente de correlação intraclasse (ICC), o erro padrão da medida (SEM) e o método de representação gráfica de Bland-Altman. Os resultados da análise da confiabilidade relativa demonstraram ICC de 0,94 ($60^\circ/s$) e de 0,96 ($120^\circ/s$). Em relação à confiabilidade absoluta, o erro sistemático foi de 1,4 Nm ($60^\circ/s$) e de 0,8 Nm ($120^\circ/s$), e o erro aleatório foi de 15,1 Nm ($60^\circ/s$) e de 12,1 Nm ($120^\circ/s$). A avaliação do pico de torque de extensão do joelho em idosos saudáveis apresentou confiabilidade relativa e absoluta aceitável demonstrando que a ausência de familiarização não comprometeu a confiabilidade do teste de força muscular de idosos medido com equipamento isocinético.

PALAVRAS-CHAVE

Força muscular; Dinamômetro de força muscular; Reprodutibilidade.

ABSTRACT

The reduction of muscle strength may be the result of aging and is considered a risk factor for falls. It is proposed to assess absolute and relative reliability of a protocol of knee extension isokinetic peak torque assessment in older adults (over 60 years old) without familiarization session. Were evaluated twenty healthy older adults, 10 men (68.4 ± 6.6 years) and 10 women (69.8 ± 6.7 years) attended 2 sessions (test and retest) with a 48 hour-interval. In each session, the participants performed a warm-up, followed by 3x4 repetition of concentric knee extension at $60^\circ/s$ and then, 3x4 repetition at $120^\circ/s$. There was no familiarization period before the sessions. The higher peak torque values and their respective angular speed of each session were considered for statistical analysis. The researchers used the intraclass correlation coefficient (ICC), standard error of measurement (SEM) and the Bland Altman plot to assess the absolute and relative reliability. ICC values were 0.94 at $60^\circ/s$ and 0.96 at $120^\circ/s$. For the absolute reliability, systematic error was 1.4 Nm ($60^\circ/s$) and 0.8 Nm ($120^\circ/s$), and the random error was 15.1 Nm ($60^\circ/s$) and 12.1 Nm ($120^\circ/s$). The protocol of knee extension peak torque assessment presented statistical absolute and relative reliability, thus, the absence of a familiarization session does not modify reliability of a muscle strength test performed by an isokinetic device.

KEYWORDS

Muscle Strength, Muscle Strength Dynamometer; Reproducibility of Results.

INTRODUÇÃO

O declínio progressivo do sistema muscular em gerar força é uma das alterações fisiológicas mais importantes relacionadas com o processo de envelhecimento¹. Este processo começa aproximadamente na quarta década de vida e torna-se mais significativo a partir dos 65 anos de idade². A diminuição da força muscular, como resultado do envelhecimento, pode ser considerada um fator de risco que leva a incapacidade funcional e a uma maior dependência para realizar as atividades da vida diária³⁻⁵. Uma das consequências da diminuição das atividades de vida diária é maior a chance de cair, o que pode aumentar a morbidade e mortalidade na população idosa^{6,7}.

Existem vários estudos destinados a avaliar a força muscular da pessoa idosa, dada a sua associação com o estado funcional^{8,9}. Nesse sentido, o dinamômetro isocinético é utilizado como referência devido à sua precisão na medição de uma variedade de parâmetros relacionados com a função neuromuscular¹⁰⁻¹². Por exemplo, evidências recentes demonstram que em idosos saudáveis o pico de torque de extensão do joelho é um importante preditor da performance funcional do dia a dia. Além disso, já foi demonstrado que a força isométrica máxima medida por dinamômetro é um preditor de independência durante atividade de vida diária em idosos com mais de 75 anos.^{10,11,13} Durante a avaliação isocinética, para garantir maior confiabilidade ao teste de força muscular, tem sido recomendada a realização de uma sessão de familiarização com o equipamento, pois a contração muscular com movimento em velocidade constante não é uma tarefa motora típica dos movimentos em seres humanos¹². Portanto, é relatada que a familiarização oferece mais condições de se alcançar a produção da força máxima durante o teste^{10,11,13}, o que é importante para indivíduos mais velhos¹⁴, tendo em vista suas disfunções motoras e cognitivas que ocorrem durante o processo de envelhecimento¹⁵.

Sobre esse assunto, foram realizadas pesquisas nas bases de dados eletrônicas para encontrar evidências sobre o impacto do processo de familiarização na confiabilidade (teste-reteste) do teste isocinético envolvendo a articulação do joelho de indivíduos idosos. A maioria dos estudos analisados¹⁶⁻¹⁹ mostraram níveis aceitáveis de confiabilidade relativa. No entanto, quando analisada a confiabilidade absoluta, os resultados segundo os próprios autores, não são satisfatórios. A confiabilidade pode ser definida em termos absolutos, que se refere a magnitude real em que as medidas repetidas variam, ou em termos relativos, que oferece por meio de coeficientes apenas uma medida de associação linear entre medidas de teste e re-teste²⁰. Em relação à confiabilidade absoluta (erros sistemático e aleatório), todos os estudos apresentaram níveis altos e inaceitáveis, mesmo com uma sessão de familiarização com o teste. De acordo com Hartmann et al.¹⁹, o erro aleatório pode ser causado pelo instrumento, processamento de dados e variabilidade biológica. Sobre o assunto, Symons et al.¹⁸ recomendaram a adição de mais aquecimento com contrações submáximas e, possivelmente, mais contrações máximas para reduzir o erro aleatório e aumentar a confiabilidade absoluta.

Dada à evidência, não está claro ainda se a sessão de familiarização é realmente necessária para assegurar maior confiabilidade durante a avaliação isocinética de extensão do joelho em indivíduos idosos. Além dessa questão central sobre a familiarização, é possível notar que os protocolos já testados

são muito heterogêneos, considerando o intervalo entre as sessões de teste e reteste (2-10 dias), o tipo de contração (concêntrica, excêntrica, isométrica), as velocidades de contrações (60°/s, 90°/s, 120°/s, 180°/s, 240°/s) e número máximo de contrações (4-5 contrações). Por fim, verifica-se também que não há consenso sobre qual protocolo possui melhor confiabilidade para avaliação da força de extensão do joelho em idosos.

Considerando que não existe consenso de que a familiarização garante maior confiabilidade ao teste isocinético, e, reconhecendo que o erro aleatório dos protocolos de avaliação pode ser reduzido acrescentando-se um maior número de contrações máximas¹⁸, admitimos a hipótese de que com um protocolo de teste-reteste com um maior número de contrações máximas não é necessária a realização de uma sessão de familiarização para garantir a confiabilidade do teste isocinético em idosos.

O objetivo deste estudo foi avaliar a confiabilidade relativa e absoluta de um protocolo de avaliação isocinética dos músculos extensores de joelho em indivíduos idosos sem a sessão de familiarização.

MÉTODOS

Esse estudo é descritivo com característica transversal. Participaram do estudo vinte idosos considerados saudáveis. Os dados de caracterização dos participantes são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 – Dados de caracterização da amostra. Brasília, 2014.

Classe	Indivíduos	Idade (anos)	Altura (cm)	Massa corpórea (Kg)	IMC ^a (Kg/m ²)	SPPB ^b
Feminino	10	68.4 (6.6)	170.2 (4.1)	75.4 (11.1)	26.1 (3.4)	10.4 (1.4)
Masculino	10	69.8 (6.7)	139.3 (48.7)	66.6 (6.8)	28.0 (3.2)	10.1 (1.6)
Amostra ^c	20	69.2 (6.5)	153.9 (38.0)	70.8 (9.9)	27.1 (3.4)	10.7 (1.1)

a: Índice de Massa Corporal; b: *Short Physical Performance Battery*; c: dados dos homens e mulheres agrupados. Dados apresentados utilizando média e desvio padrão.

Com o intuito de aumentar a validade externa do estudo foram recrutados idosos de ambos os sexos (10 homens e 10 mulheres) com idade entre 60 e 70 anos. Os participantes foram recrutados por meio de convites impressos distribuídos no Centro de Atenção Integrada da Regional de Saúde do Idoso do Distrito Federal. Após o recrutamento inicial, os seguintes critérios clínicos de exclusão foram utilizados: (a) doenças ortopédicas, neuro-degenerativas, metabólicas, reumatologias e cardiopulmonares; (b) hipertensão arterial sem controle; (c) prótese de joelho ou quadril; (d) cirurgia de membros inferiores; (f) lesão muscular nos últimos seis meses; (g) apresentar um valor menor que nove no teste *Short Physical Performance Battery* (SPPB); (h) possuir experiência prévia com treinamento resistido. O SPPB foi aplicado no primeiro dia do estudo, e, no caso do idoso apresentar pontuação menor que nove, o teste isocinético não era realizado. Depois de reconhecer os objetivos e procedimentos do protocolo de pesquisa, os indivíduos que concordaram em participar como voluntários assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília sob o protocolo 081 /11.

Os testes isocinéticos foram realizados no Laboratório de Treinamento de

Força da Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília utilizando o dinamômetro Biodex System 3 (Biodex Medical Inc., Shirley, NY). A calibração do módulo de membro inferior foi realizada sempre antes do primeiro teste do dia de acordo com o manual do fabricante. Para caracterização da amostra, medidas antropométricas foram realizadas (estatura, massa corporal, índice de massa corporal). O teste *Short Physical Performance Battery* foi utilizado para avaliar a capacidade física dos membros inferiores dos voluntários²⁰.

Para testar a confiabilidade do protocolo de avaliação isocinética dos músculos extensores de joelho em indivíduos idosos sem a sessão de familiarização, todos os participantes realizaram os mesmos procedimentos experimentais em dois dias diferentes, com um intervalo de 48 horas, sempre no período vespertino. Durante o teste isocinético, os voluntários foram posicionados sentados na cadeira do dinamômetro com a coluna vertebral apoiada no encosto e fixado ao equipamento com cintos acolchoados no tronco, pelve e coxa. O epicôndilo lateral do fêmur foi utilizado como referência para alinhar o eixo de rotação do joelho com o eixo de rotação da máquina. O braço de alavanca foi ajustado e fixado a 5 cm acima do maléolo medial. Os ajustes do indivíduo na cadeira foram registrados para uso na sessão de reteste. A correção da gravidade foi obtida medindo-se o peso exercido pela perna do indivíduo, no ângulo de 30° e com o membro completamente relaxado. Para evitar a hiperextensão no final da amplitude de extensão, foi padronizada uma amplitude de 80° de flexão/extensão (excursão entre 10° e 90°; 0° considerando a extensão total do joelho)²¹. Um único examinador foi responsável por todas as avaliações no teste e reteste.

O protocolo de avaliação do pico de torque, realizado sempre no membro dominante, incluiu uma fase de aquecimento contendo uma série de dez repetições concêntricas de flexão e extensão do joelho dominante a 300°/s). Este aquecimento não foi considerado como parte do processo de familiarização, pois de acordo com vários estudos na literatura, o processo de familiarização é o momento onde são reproduzidas as mesmas condições do teste e reteste (velocidades, séries, repetições, intervalos)^{16,17,19,22,23}. Um minuto após o término do aquecimento, os participantes realizaram três séries de quatro extensões concêntricas máximas com o mesmo membro dominante a 60°/s e mais três séries de quatro extensões concêntricas máximas do mesmo joelho a 120°/s, respeitando o intervalo de um minuto entre as séries de mesma velocidade e de dois minutos entre as séries de diferentes velocidades. Durante o teste, para enfatizar a fase concêntrica de extensão do joelho, o movimento antagonista (flexão do joelho) foi feito de forma ativa, mas com a velocidade de 300°/s.

O protocolo utilizado no presente estudo foi adaptado a partir dos estudos de Parcell et al.²⁴ e Bottaro et al.²⁵, nos quais duas séries de quatro extensões concêntricas máximas (com intervalo de 1 minuto) a 60°/s e a 180°/s não produziram fadiga muscular, a qual foi avaliada pelo pico de torque entre as séries. Segundo os autores, a duração média de uma série de contrações (seis segundos) não é suficiente para esgotar a reserva de fosfocreatina intramuscular. Considerando estes dados e a problemática do presente estudo (aumentar o número de contrações máximas para reduzir o erro aleatório), foi adicionada mais uma série de quatro repetições para cada velocidade investigada. O acréscimo da terceira série nas duas velocidades investigadas foi decidida por consenso entre os autores durante a fase de planejamento da pesquisa.

O membro dominante foi definido de acordo com o procedimento adotado por Hartmann et al.¹⁹, isto é, de acordo com a preferência ao ser solicitado chutar uma bola de futebol. Apesar do movimento gerado no dinamômetro (contração isocinética) não ser semelhante ao que ocorre na realidade (contração isotônica), utilizamos durante os testes as velocidades que mais se aproximam dos movimentos realizados pelos idosos durante as atividades instrumentais da vida diária, as quais combinam a capacidade de gerar força em baixas velocidades¹⁹. A sequência dos testes foi padronizada para todos os voluntários: teste a 60 °/s anterior ao teste a 120°/s¹⁹.

Para minimizar o erro aleatório, cada indivíduo realizou o teste e reteste no mesmo horário, foi instruído a não consumir álcool durante o período de coleta de dados, a não praticar qualquer atividade física nas 48 horas que antecederam o teste, e a não ingerir líquidos com cafeína (café, cacau, refrigerantes e chás) pelo menos 60 minutos antes dos testes. Para minimizar o erro sistemático, o protocolo foi realizado por um único examinador (com experiência em avaliação isocinética), o qual registrou a posição de cada sujeito na cadeira durante o teste (utilização no reteste) e utilizou instruções e encorajamento de uma forma padronizada no teste e reteste.

Análise estatística

O maior pico de torque entre as três séries de quatro contrações máximas, em cada velocidade investigada (no teste e reteste), foi utilizado para fins de registro e análise estatística¹⁹. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Kolmogorov Smirnov. O teste t pareado foi utilizado para verificar a existência de diferenças entre os sexos e, em seguida, para verificar as diferenças entre teste e reteste para cada velocidade com homens e mulheres alocados no mesmo grupo.

Para análise da confiabilidade relativa utilizamos o coeficiente de correlação intraclassa (CCI)²⁶. Para interpretação da magnitude das correlações foi utilizada a classificação de Munro²⁷ (baixa= 0,26-0,49; moderada= 0,50-0,69; alta= 0,70-0,89; muito alta= 0,90-1,00). Para analisar a confiabilidade absoluta utilizamos o erro padrão da medida (EPM) e o método de representação gráfica de Bland-Altman²⁶ para demonstrar as tendências e os erros sistemáticos, com limites de confiança calculados como a diferença entre as médias \pm desvio padrão de 1,96. O EPM é calculado por meio da seguinte fórmula: $EPM = \text{desvio padrão} \times \sqrt{1 - CCI}$.

Para cada velocidade investigada, os dados foram também analisados para verificar a presença de heteroscedasticidade (correlação entre as diferenças absolutas e os valores médios). Durante as análises adotou-se a de 5%. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando os programas SPSS 15.0 e GraphPad Prism 6.0.

O tamanho da amostra foi calculado considerando-se: (a) teste de ANOVA para medidas repetidas (*within factor*); (b) 1 grupos; (c) erro tipo I = 5%; (d) erro tipo II = 20%; (e) poder do teste estatístico = 80%; (f) tamanho da diferença a ser detectada = 20%; (g) número de medidas = 2; (h) correlação entre medidas repetidas = 0.8; (i) *nonsphericity correction* = 1. Com os parâmetros descritos ficou determinado que o número total de indivíduos para o experimento seria de 22. Este cálculo foi realizado com auxílio do programa G Power* 3, versão para Mac OsX.

RESULTADOS

Os dados do pico de torque nas velocidades investigadas apresentaram distribuição normal e ausência de heterocedasticidade ($R^2=0,75$ a $60^\circ/s$; $R^2 = 0,75$ a $120^\circ/s$). Como não houve diferenças significantes na diferença média entre teste e reteste em $60^\circ/s$ ($p=0,37$) e $120^\circ/s$ ($p=0,65$) entre os sexos, os dados de homens e mulheres foram analisados em um único grupo. Não houve também diferenças significantes ($p=0,38$) no teste *Short Physical Performance Bater* entre homens e mulheres.

Em relação ao pico de torque, não houve diferença significativa entre a média do pico de torque no teste e a média do pico de torque no reteste, nas duas velocidades investigadas ($p=0.44$ a $60^\circ/s$; $p=0.58$ a $120^\circ/s$). No tocante a confiabilidade relativa, o CCI apresentou valores considerados muito altos (Tabela 2). A confiabilidade absoluta apresentou valores aceitáveis, com pequeno erro sistemático e moderado erro aleatório (Tabela 3). As representações gráficas de Bland-Altman (erros) nas duas velocidades investigadas podem vistas nas Figuras 1 e 2.

TABELA 2 – Confiabilidade relativa das medidas isocinéticas teste-reteste. Brasília, 2014.

	CCI ^a	CCI 95%	Valor de <i>p</i>
Extensão do joelho à $60^\circ/s$	0.94	0.85-0.98	$p < 0.0001$
Extensão do joelho à $120^\circ/s$	0.96	0.90-0.99	$p < 0.0001$

a: coeficiente de correlação intraclass

TABELA 3 – Confiabilidade absoluta das medições isocinéticas do teste-reteste. Brasília, 2014.

	Erro Sistemático	Erro Aleatório	SEM ^a	SEM (%)	95% CI (SEM)	LOALB ^b	LOAUP ^c
Extensão de joelho à $60^\circ/s$	1.4 (± 7.7)	15.1	12.1	9.2	± 28.4	-13.7	16.5
Extensão de joelho à $120^\circ/s$	0.8 (± 6.2)	12.1	8.2	7.6	± 18.0	-11.3	12.9

a: erro padrão de medida; b: limites de concordância - limite inferior; c: limites de concordância - limite superior.

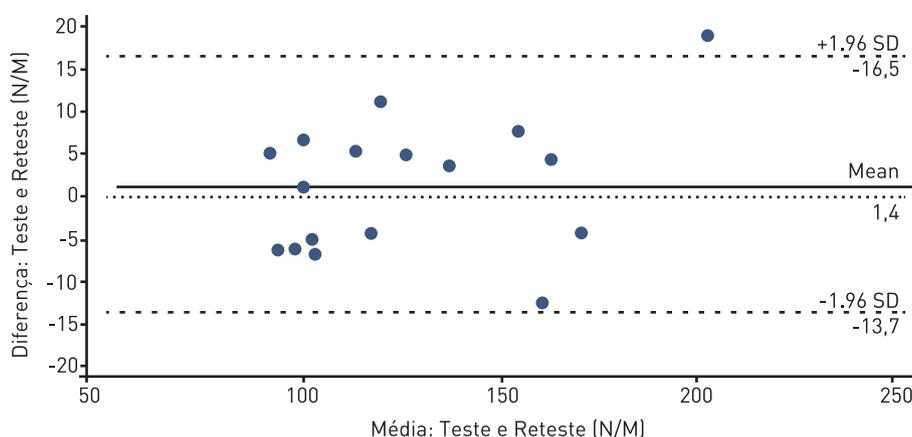


FIGURA 1 – Representação Gráfica de Bland-Altman para o teste na velocidade de $60^\circ/s$. A linha contínua determina a média das diferenças e a linha tracejada determina o intervalo de confiança de 95%.

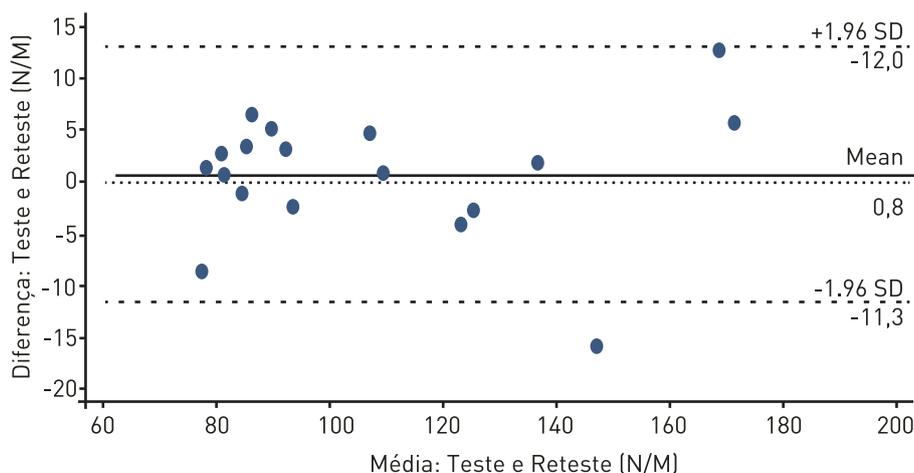


FIGURA 2 – Representação Gráfica de Bland-Altman para o teste na velocidade de 120°/s. A linha contínua determina a média das diferenças e a linha tracejada determina o intervalo de confiança de 95%.

DISCUSSÃO

O presente estudo objetivou analisar se existe confiabilidade (relativa e absoluta) em um protocolo de avaliação isocinética dos músculos extensores de joelho em indivíduos idosos sem a sessão de familiarização. Os resultados demonstraram que o método utilizado possui níveis aceitáveis de confiabilidade nas duas velocidades investigadas de forma isocinética.

Os estudos publicados na literatura científica que também avaliaram a confiabilidade de protocolos de avaliação do pico de torque isocinético em idosos^{16-19, 28} confirmam que há uma ampla variedade de métodos usados para esse tipo de teste. Apesar das diferenças metodológicas, o processo de familiarização é um procedimento comum nesses estudos, podendo ser executada em uma sessão separada (em dia diferente ao do teste)^{16, 19} ou como parte integrante da sessão de teste (minutos antes do teste)^{17, 18, 28}. De uma forma ou de outra os resultados são semelhantes, isto é, as conclusões não permitem afirmar que os protocolos possuem níveis aceitáveis de confiabilidade.

Mesmo sem a presença de familiarização, os ICC obtidos no presente estudo (0,94 a 60°/s; 0,96 a 120°/s) foram semelhantes aos valores encontrados por outros autores que investigaram as mesmas velocidades e o mesmo tipo de contração. Hartmann et al.¹⁹ encontraram um ICC de 0,90 (60°/s) e de 0,87 (120°/s) e Eitzen et al.²⁸ de 0,93 (60°/s). Hartmann et al.¹⁹ realizaram a sessão de familiarização em um dia à parte (3 a 7 dias antes da sessão de teste) e utilizaram um protocolo de quatro contrações máximas de extensão do joelho dominante nas duas velocidades investigadas (1 min. de descanso entre as duas velocidades). Eitzen et al.²⁸ realizaram a sessão de familiarização com 3 repetições submáximas antes do teste de cinco repetições máximas de extensão a 60°/s. Como o estudo de Ordway et al.¹⁶ não realizou a análise de confiabilidade relativa, nossos dados não podem ser comparados na velocidade de 60°/s. Nos estudos de Symons et al.^{18, 17} foram relatados valores de ICC de acima de 0,84. Nesses dois estudos foram utilizados três tipos de contração (concêntrica, isométrica e excêntrica) na velocidade de 90°/s (5 contração máximas em cada tipo de contração).

Apesar da falta de clareza e definição sobre valores de SEM aceitáveis para medidas repetidas, observou-se que os valores obtidos no presente estudo ($60^\circ/s = 12,1 \text{ N/m}$ [9,2%]; $120^\circ/s = 8,2 \text{ N/m}$ [7,6%]) corroboram com as publicações que analisaram a mesma velocidade e tipo de contração do presente estudo. A $60^\circ/s$ Hartmann et al. encontraram um SEM de $7,1 \text{ N/m}$ (8,0%) no membro dominante; Eitzen et al.²⁸ encontraram o valor de $5,9 \text{ N/m}$ (6,0%) no membro direito e de $6,0 \text{ N/m}$ (6,4%) no membro esquerdo. A $120^\circ/s$ Hartmann¹⁹ relataram um SEM de $6,7 \text{ N/m}$ (9,0%). Os estudos realizados por Symons et al.¹⁸ e Ordway et al.¹⁶ não realizaram a análise utilizando o SEM.

Em relação aos erros sistemático e aleatório (confiabilidade absoluta), apenas o estudo realizado Hartmann et al. (2009) não apresentou heteroscedasticidade. Nesse estudo foram relatados valores de erro sistemático de $1,6 \text{ N/m}$ e erro aleatório de $16,3 \text{ N/m}$ (-14,6 ; 17,9) a $60^\circ/s$ e de $1,2 \text{ N/m}$ e $19,6 \text{ N/m}$ (-18 ; 20,8) a $120^\circ/s$. Esses valores, embora considerados aceitáveis pelos autores, foram superiores aos encontrados no presente estudo, no qual foram encontrados valores de erro sistemático de $1,4 \text{ N/m}$ e erro aleatório de $15,1 \text{ N/m}$ (-13,7 ; 16,5) a $60^\circ/s$ e de $0,8 \text{ N/m}$ e $12,1 \text{ N/m}$ (-11,3 ; 12,9) a $120^\circ/s$. Nos estudos que demonstraram heteroscedasticidade (dados apresentados variação relativa do erro aleatório [RLOA]), Ordway et al.¹⁶ encontraram uma RLOA de 21% a $60^\circ/s$, Symons et al.¹⁷ de 32% e Symons et al.¹⁸ de 20%, ambos a $90^\circ/s$. Ordway et al.¹⁶ realizaram a sessão de familiarização em um dia separado. Symons et al.¹⁸ realizaram uma sessão de familiarização com três repetições com esforço submáximo antes da condição de teste a $90^\circ/s$. Depois de uma breve descrição adicional da contração que seria executada (esforço máximo), o participante realizava cinco contrações voluntárias máximas. Symons et al.¹⁷ empregou o mesmo protocolo descrito acima. Os resultados relatados acima¹⁶⁻¹⁸ não foram considerados pelos próprios autores aceitáveis em termos de confiabilidade absoluta.

Considerando seu próprio desfecho, Symons et al.¹⁸ recomendaram que para diminuir o erro aleatório fosse necessário acrescentar mais repetições (contrações) máximas em futuros estudos de confiabilidade. Partindo deste ponto de vista, e considerando ainda a ausência de familiarização, o número de contrações máximas realizadas no presente estudo (12 contrações máximas a $60^\circ/s$ e 12 contrações máximas a $120^\circ/s$) pode ter sido determinante para reduzir os erros (sistemático e aleatório) associados às mensurações. Destacamos, portanto, que o volume de teste (nº de contrações máximas) no presente estudo foi superior ao volume dos estudos já publicados sobre o assunto publicados. Ainda, os erros obtidos no presente estudo foram menores do que os erros dos estudos nos quais foi possível uma comparação dos métodos.

A inexpressividade do erro sistemático no universo do erro demonstra que a ausência de um processo formal de familiarização não comprometeu a aprendizagem do procedimento em que consiste a avaliação, assim como demonstra que o volume dos testes utilizados no intervalo de 48 horas foi suficiente para uma recuperação plena dos voluntários. Além disso, foi evidenciado que a ausência do período de familiarização também não foi responsável por uma elevação dos erros de natureza biológica (aleatório), diferentemente do que foi demonstrado em outros estudos realizados com a familiarização.

O estudo apresentou como principal limitação a ausência do procedimento de aleatorização das velocidades investigadas. Todos os participantes foram avaliados primeiramente na velocidade de $60^\circ/s$ e depois na velocidade

de 120°/s. Assim, isso deve ser levado em consideração na interpretação dos resultados e na sua extrapolação.

Finalmente, sugerimos que novos estudos de confiabilidade, além da questão da familiarização, levem também em consideração (I) a análise do pico de torque não apenas no membro dominante (a comparação entre os dois membros seria valiosa para analisar se a dominância lateral influencia a confiabilidade do protocolo), (II) o efeito de diferentes examinadores (experiente versus inexperiente), (III) a pesquisa de outros intervalos de tempo entre teste-reteste (mais de dois dias) e (IV) a análise de outras articulações.

O protocolo de avaliação isocinética dos músculos extensores do joelho em idosos demonstrou níveis aceitáveis de confiabilidade relativa e absoluta, mesmo na ausência de um processo formal de familiarização com o equipamento, indicando que é possível realizar a rotina que envolve a avaliação em um único momento.

REFERÊNCIAS

1. Burton LA, Sumukadas D. Optimal management of sarcopenia. *Clin Interv Aging*. 2010; 5: 217–228.
2. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine and science in sports and exercise*. 2009;41(7):1510-30.
3. Delmonico MJ, Harris TB, Visser M, Park SW, Conroy MB, Velasquez-Mieyer P, et al. Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. *Am J Clin Nutr*. 2009;90(6):1579-85.
4. Estrada M, Kleppinger A, Judge JO, Walsh SJ, Kuchel GA. Functional impact of relative versus absolute sarcopenia in healthy older women. *J Am Geriatr Soc*. 2007 Nov;55(11):1712-9.
5. Macaluso A, De Vito G. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *Eur J Appl Physiol* (2004) 91: 450–472.
6. Hartholt KA, van Beeck EF, Polinder S, van der Velde N, van Lieshout EM, Panneman MJ, et al. Societal consequences of falls in the older population: injuries, healthcare costs, and long-term reduced quality of life. *J Trauma*. 2011 Sep;71(3):748-53.
7. Olsson Moller U, Midlov P, Kristensson J, Ekdahl C, Berglund J, Jakobsson U. Prevalence and predictors of falls and dizziness in people younger and older than 80 years of age-A longitudinal cohort study. *Arch Gerontol Geriatr*. 2013 Jan-Feb;56(1):160-8.
8. Steib S, Schoene D, Pfeifer K. Dose-response relationship of resistance training in older adults: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*. 2010 May;42(5):902-14.
9. Peterson MD, Rhea MR, Sen A, Gordon PM. Resistance exercise for muscular strength in older adults: a meta-analysis. *Ageing Res Rev*. 2010 Jul;9(3):226-37.
10. Deighan MA, Nevill AM, Maffulli N, Cheng JC, Gleeson N. Evaluation of knee peak torque in athletic and sedentary children. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2009;43(6):484-90.
11. Eston R RT. *Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual: Tests, Procedures and Data*. Volume Two ed. New York: Taylor & Francis; 2008.
12. Caruso JF BL, Tufano JJ. The reproducibility of isokinetic dynamometry. *Isokinetics and Exercise Science*. 2012; Volume 20:239-59.
13. Aagaard P, Simonsen EB, Trolle M, Bangsbo J, Klausen K. Specificity of training velocity and training load on gains in isokinetic knee joint strength. *Acta Physiol Scand* 1996, 156, 123–129.
14. Connelly DM, Carnahan H, Vandervoort AA. Motor skill learning of concentric and eccentric isokinetic movements in older adults. *Experimental aging research*. 2000;26(3):209-28.
15. Kimura K, Obuchi S, Arai T, Nagasawa H, Shiba Y, Watanabe S, et al. The influence of short-term strength training on health-related quality of life and executive cognitive function. *J Physiol Anthropol*. 2010;29(3):95-101.

16. Ordway NR, Hand N, Briggs G, Ploutz-Snyder LL. Reliability of knee and ankle strength measures in an older adult population. *J Strength Cond Res.* 2006;20(1):82-7.
17. Symons TB, Vandervoort AA, Rice CL, Overend TJ, Marsh GD. Effects of maximal isometric and isokinetic resistance training on strength and functional mobility in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2005 Jun;60(6):777-81.
18. Symons TB, Vandervoort AA, Rice CL, Overend TJ, Marsh GD. Reliability of isokinetic and isometric knee-extensor force in older women. *J Aging Phys Act.* 2004 Oct;12(4):525-37.
19. Hartmann A, Knols R, Murer K, de Bruin ED. Reproducibility of an isokinetic strength-testing protocol of the knee and ankle in older adults. *Gerontology.* 2009;55(3):259-68.
20. Reid KF, Callahan DM, Carabello RJ, Phillips EM, Frontera WR, Fielding RA. Lower extremity power training in elderly subjects with mobility limitations: a randomized controlled trial. *Aging Clin Exp Res.* 2008 Aug;20(4):337-43.
21. Bottaro M, Ernesto C, Celes R, Farinatti PT, Brown LE, Oliveira RJ. Effects of age and rest interval on strength recovery. *Int J Sports Med.* 2010 Jan;31(1):22-5.
22. Wong EK, Ng GY. Isokinetic work profile of shoulder flexors and extensors in sport climbers and nonclimbers. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008 Sep;38(9):572-7.
23. Gur H, Cakin N. Muscle mass, isokinetic torque, and functional capacity in women with osteoarthritis of the knee. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003 Oct;84(10):1534-41.
24. Parcell AC, Sawyer RD, Tricoli VA, Chinevere TD. Minimum rest period for strength recovery during a common isokinetic testing protocol. *Med Sci Sports Exerc.* 2002 Jun;34(6):1018-22.
25. Bottaro M RA, Oliveira RJ. The effects of rest interval on quadriceps torque during an isokinetic testing protocol in elderly. *J Sports Sci Med.* 2005 Sep; 4(3): 285-290.
26. Atkinson G, Nevill AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med.* 1998 Oct;26(4):217-38.
27. Munro BH. Correlation. In: Munro BH. *Statistical methods for health care research.* 4^a ed. Philadelphia: Lippincott; 2001. p. 223-43.
28. Eitzen I, Hakestad KA, Risberg MA. Inter- and intrarater reliability of isokinetic thigh muscle strength tests in postmenopausal women with osteopenia. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012 Mar;93(3):420-7.
29. ATKINSON, G.; NEVILL, A.M. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med.*, v. 26, n. 4, p. 217-238, 1998.

**ENDEREÇO PARA
CORRESPONDÊNCIA**

WAGNER RODRIGUES MARTINS
Campus Ceilândia, QNN 14, Ceilândia
Sul, DF, Brasil. CEP: 72220-140.
E-mail: wagnermartins@unb.br

RECEBIDO 29/04/2015
REVISADO 30/09/2015
05/10/2015
06/10/2015
APROVADO 06/10/2015
