

Patricia Hampe Mio Lisboa

**EFEITO AGUDO DE DIFERENTES CONFIGURAÇÕES
DE ALONGAMENTO EM IDOSOS CORREDORES**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

Universidade Federal de Minas Gerais

2013

Patricia Hampe Mio Lisboa

EFEITO AGUDO DE DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE ALONGAMENTO EM IDOSOS CORREDORES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, nível Mestrado, da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Área de concentração: Desempenho Funcional Humano

Linha de pesquisa: Saúde e Reabilitação do Idoso

Orientador: Prof. Dr. João Marcos Domingues Dias

Co-Orientador: Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

Universidade Federal de Minas Gerais

2013

PREFÁCIO

Esta dissertação é estruturada em três partes de acordo com as regras do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Minas Gerais. A primeira parte é composta de uma introdução, em que é realizada uma revisão bibliográfica, problematização do tema, justificativa e são apresentados o objetivo e as hipóteses deste estudo. Nessa primeira parte também é apresentada uma descrição detalhada dos materiais e método utilizados neste estudo. A segunda parte consiste em um artigo em que os resultados e a discussão da dissertação são apresentados. O artigo foi elaborado nas regras da Revista Brasileira de Fisioterapia (ISSN 1413-3555). Na terceira parte são expostas as considerações finais do estudo.

AGRADECIMENTOS

“Pedras no caminho? Guardo todas, um dia construirei um castelo.” (Fernando Pessoa). E foram várias as pedras. Mas confesso que não posso dizer que foi difícil. Difícil seria se não houvesse minha mãe, desde cedo na minha vida me dando a certeza de que sou capaz. E agora, mais tardiamente, como mãe também, eu a entendo e a admiro ainda mais: tudo que ela deu conta de fazer por mim e ainda faz, incansavelmente... o amor incondicional que você tem por mim, mãe, agora é mais do que recíproco.

Difícil seria sem meu pai, que ganhou o título de Pai mesmo sendo padrasto. Sempre com palavras inteligentes na hora certa. Nunca me poupando de seu zelo, seu amor e carinho, sua preocupação como legítimo pai.

Impossível seria se não houvesse o Fernando Mio, meu esposo, amigo e companheiro, me dando suporte, segurança, força para ir em frente. Teria sido bem mais triste também, porque ele me faz feliz como eu nunca havia pensado ser possível ao lado de alguém, com todas as pormenores da convivência a dois. Claro também porque sem ele não existiria o Gabrielzinho, meu filhote, alegrando meus dias.

A tarefa teria sido bem mais árdua sem Rôda, Paulinha e Sil para eu desabafar as aflições e me ajudarem sempre que podiam, cuidando do Biel, assistindo as apresentações teste, buscando voluntários... me fazendo rir!!!

Quem seria de mim sem Christian, Álvaro, Ana, Thiago, Rebeca e Lidiane para me guiar o raciocínio, elaborar e executar a pesquisa juntos de mim? Posso dizer, inclusive, que ganhei no ano de 2012 um irmão mais velho e um mais novo, respectivamente. Christian, me incentivando, e acalmando minha angústia pisciânica de que o mundo ia acabar, mas eu não iria dar conta de tudo. E Álvaro, mais reservado, mas sempre de prontidão pra tudo que eu precisasse. Ambos fazendo a parte chata da pesquisa, coleta atrás de coleta, ficar divertida.

Difícil teria sido se os voluntários não fossem tão animados, disponíveis e tivesse vibrado com a ideia da pesquisa. Eles estiveram entre os poucos que entenderam e acreditaram na minha escolha em querer testar uma amostra tão incomum... idosos que correm até maratonas e que me servem de exemplo para posterioridade. Fica até estranho classificá-los como idosos. Tão joviais na mente e no corpo!!

E os mentores!! Professor João Marcos, me puxando pela cordinha como um balão para que eu não saísse voando querendo abraçar o mundo, guiando meus passos com toda gentileza possível. E o Professor Mauro. Ah! Esse merece um suspiro... Que honra tê-lo como orientador! Um exemplo de eficiência, caráter, ética, profissionalismo... Quero ser assim quando crescer.

Agradecimentos especiais a todos estes que me fizeram crescer nesta desafiadora empreitada, como profissional e como ser humano. Que tornaram este trabalho possível, mesmo as más línguas dizendo que eu não chegaria ao fim. Afinal: "Algo só é impossível até que alguém duvide e acabe provando o contrário" (Albert Einstein).

“A mente que se abre a uma nova ideia, jamais volta ao seu tamanho original.”

Albert Einstein

RESUMO

A população no Brasil tem envelhecido consideravelmente e, cada vez mais, nota-se uma busca de indivíduos idosos por atividades físicas. Neste contexto, é comum idosos praticarem corrida de rua de forma amadora e buscarem acompanhamento de profissionais da área esportiva para treinamento ou tratamento de lesões. Surge então a necessidade de esclarecimento quanto ao comportamento de idosos atletas frente a intervenções terapêuticas e treinamento de habilidades físicas, mais especificamente sobre intervenções de alongamento. A presente pesquisa é um estudo randomizado controlado que comparou o efeito de diferentes configurações de alongamento na amplitude de movimento máxima (ADM_{máx}) e na redução de torque de resistência passiva (torque RP) ao alongamento dos músculos isquiossurais de idosos corredores. A amostra foi composta de 15 indivíduos, com mais de 60 anos que praticavam corrida de rua, sem histórico de lesões recentes. Os mesmos foram submetidos a três intervenções de alongamento e uma intervenção controle em dias distintos: intervenção com torque constante em quatro repetições de 120s (TC120), intervenção com torque constante em quatro repetições de 30s (TC30), intervenção com ângulo constante em quatro repetições de 120s (AC120). Todas as intervenções apresentaram diferenças significativas em ganho de ADM_{máx} e redução de torque RP em comparação à controle ($P < 0,04$). A intervenção TC120 produziu maiores ganhos de ADM_{máx} e torque RP quando comparada a TC30 e AC120 ($P = 0,042$ e $P = 0,049$). As intervenções TC30 e AC120 não apresentaram diferenças significativas nos efeitos. O estudo conclui que a configuração de alongamento TC120 produz maiores ganhos que TC30 e AC120, embora todas apresentem efeitos significativos.

Palavras chave: flexibilidade, alongamento, idosos, corrida

ABSTRACT

The population has aged considerably in Brazil and, there is an increasingly search for physical activity by elderly individuals. In this context, it is common amateurs elderly runners seeking professionals and monitoring of the area for training or sports injury treatment. Then comes the need for clarification as to how conduct senior athletes with physical training and therapeutic interventions, specifically on interventions stretching. This study is a randomized trial that compared the effects of different stretching configurations at maximum range of motion (ROMmax) on the reduction of passive resistance torque (Torque PR). The sample consisted of 15 elderly, aged at 60 years and more, practicing running with no history of recent injuries. They underwent three stretching interventions and a control evaluation on different days: constant torque intervention with four repetitions of 120s (CT120), constant torque intervention with four repetitions of 30s (CT30), constant angle intervention with four repetitions of 120s (CA120) and a control evaluation. All interventions showed significant differences in gain and a reduction in ROMmax RP torque compared to the control condition ($p < 0,04$). The CT120 intervention produced greater gain in ROMmax and torque RP compared to CT30 and CA120 ($p = 0,042$ and $p = 0,049$) Interventions CT30 and CA120 showed no significant differences in the effects. The study concludes that the protocol of stretching CT120s produces greater gains than CT30 and CA120, although all have significant effects compared to baseline values

Key words: flexibility, stretching, elderly, running

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	5
2.1	Objetivo geral	5
2.2	Objetivos Específicos	5
2.3	Hipóteses	5
3	MATERIAIS E MÉTODO	7
3.1	Amostra	7
3.2	Instrumentos	8
3.3	Procedimentos	8
3.3.1	Familiarização no dinamômetro.....	9
3.3.2	Teste pré-intervenção	9
3.3.3	Intervenções	9
3.3.4	Redução dos dados	11
3.4	Análise estatística	12
4	ARTIGO	13
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
6	REFERÊNCIAS	36
7	ANEXOS	39

1- INTRODUÇÃO

A população do Brasil tem envelhecido consideravelmente, sendo que, nos últimos 50 anos foi reportado um aumento de 700% do número de pessoas idosas (VERAS, 2009). Em busca de saúde e autonomia na velhice, identificada como boa qualidade de vida nesta fase da vida, os idosos estão cada vez mais ativos e buscando praticar atividades físicas e esportivas de recreação e competição (ASSIS, 2005).

Em revisão sistemática recente, Paterson e Warburton (2010) enfatizaram a relação da prática de atividades físicas com independência funcional e função cognitiva em idosos. Dentre suas conclusões, com estudos prospectivos, pode ser ressaltado que há forte evidência científica de que a atividade física regular (especialmente atividades aeróbias) em indivíduos de meia idade ou idade avançada confere redução de risco em 50% em incapacidades e limitações funcionais na idade avançada. Aparentemente, este efeito de proteção requer atividade física com um nível de exigência cardiorrespiratória alto a moderado. Com relação a capacidades cognitivas, há fortes evidências científicas de que a atividade física está associada à redução no risco de demência e doença de Alzheimer. Mais especificamente com relação à população alvo do presente estudo, podemos citar um estudo de coorte de 21 anos que concluiu que a prática de corrida vigorosa na idade mediana e avançada reduz o risco de incapacidades e permite uma clara vantagem em sobrevivência (CHAKRAVARTY et al., 2008).

Um estudo de Jokl et al. (2004) investigou a participação de atletas acima de 60 anos na maratona de *New York* entre os anos de 1983 e 1999. Os resultados demonstraram um aumento no percentual da participação de atletas entre 60 e 79 anos e uma melhora nos tempos de conclusão das provas, ao longo dos anos, maior que nos mais jovens. Estes dados demonstram uma tendência desta população, em ser cada vez mais ativa, aumentando a procura de atletas idosos por acompanhamento de profissionais da área esportiva para treinamento ou tratamento de lesões. Surge então a necessidade de esclarecimento quanto ao comportamento de idosos atletas frente a intervenções terapêuticas e treinamento esportivo.

A flexibilidade é definida como a capacidade do tecido muscular alongar-se, permitindo que a articulação movimente-se através de amplitude de movimento (MALONE et al., 1996) uma capacidade física importante no processo de

condicionamento físico, tanto para atividades físicas a nível recreacional, quanto competitivo (CAROWAY et al., 2006; CAVAGNA et al., 2008). Foi realizado um estudo por FERBER et al., 2002 que comparou o efeito de diferentes técnicas de alongamento em indivíduos com idade entre 45 a 55 anos e idade avançada (mais de 60 anos). Os resultados demonstraram ganhos significativos em todos os subgrupos analisados indicando que os ganhos de amplitude de movimento gerados pelos exercícios de alongamento podem minimizar o declínio de flexibilidade relacionado à idade. Programas de alongamentos implementados por algumas semanas, podem ter um impacto funcional importante em atividades de deambulação em idosos, pois além de aumentarem a amplitude de movimento, induziram a melhora em testes clínicos funcionais, testes de agilidade (STANZIANO et al., 2009), de equilíbrio (teste unipodal cronometrado) (GAJDOSIK et al., 2006b) e de caminhada cronometrada (GAJDOSIK et al., 2005a; STANZIANO et al., 2009).

Estudos comprovam que a idade tem uma correlação positiva significativa com rigidez passiva da musculatura tríceps sural (CAROWAY et al., 2006; GAJDOSIK et al., 1999). Rigidez passiva do tecido músculo esquelético é definida como a mudança de força de resistência que o tecido oferece à deformação frente a ação de uma determinada força externa aplicada a este tecido, sem a presença de atividade contrátil (LATASH & ZATSIORSKY, 1993). A idade está também correlacionada positivamente de forma significativa a uma menor capacidade de armazenar energia elástica (CAVAGNA et al., 2008). A medida que a idade avança esta musculatura tende a ter menor extensibilidade passiva, produzir maior torque de resistência ao alongamento e ser mais rígida (GAJDOSIK et al., 1999). A extensibilidade passiva de comprimento das unidades miotendíneas (UMT) é definida como a mudança angular ocorrida entre a amplitude inicial e a máxima alcançada por uma articulação, quando o músculo nela envolvido é alongado passivamente (GAJDOSIK et al., 1999) Considerando essas alterações da UMT associadas com o envelhecimento e o fato de que a população jovem, quando comparada à idosa, obtém maiores ganhos de amplitude de movimento com alongamento de durações de 10 a 15s, é possível questionar se este resultado permanece quando estímulos de alongamento com diferentes durações são utilizados. Desta forma, são necessários estudos para esclarecer como a população idosa responde a diferentes configurações do exercício de alongamento, especialmente quando é submetida à durações maiores do alongamento.

Particularmente com relação à duração do estímulo do alongamento na população idosa, apesar da carência de estudos, existem indícios de que idosos respondam a maiores durações com maiores ganhos. O estudo de Feland et al. (2001b) abordou os efeitos de cinco semanas de intervenção com ângulo constante, realizados cinco vezes por semana, e variou a duração dos estímulos entre quatro repetições de 15s, quatro repetições de 30s e quatro repetições de 60s. Os resultados apontaram que quanto maior a duração total do estímulo, maiores foram os ganhos em amplitude de movimento., mas as inferências podem ser feitas apenas para os efeitos crônicos de alongamentos. Na literatura foi encontrado apenas o estudo de Zakas et al. (2005), que investigaram os efeitos agudos de alongamentos em idosos, e não encontraram diferenças entre programas de quatro repetições de 15 segundos, duas de 30 segundos e uma de 60 segundos. Assim, pode-se dizer que são escassos estudos investigando efeitos de diferentes durações em indivíduos idosos. Em adição a maior duração de alongamento usada foi de 60s, não havendo nenhuma investigação sobre o efeito de alongamentos com maiores durações nesta população. Neste contexto, pesquisas que busquem conhecer se intervenções de alongamento com duração maior do que 60s seriam capazes de oferecer maiores ganhos quando comparados a menores durações de alongamento na população idosa, podem contribuir com novas informações.

Referindo-se à possibilidade de intervenções de alongamento de diferentes técnicas em indivíduos na terceira idade, a literatura também carece de estudos. Klein et al. (2002) demonstraram que as técnicas de facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) são possíveis de serem aplicadas inclusive em idosos frágeis e apresentando bons resultados, mesmo ocorrendo ajustes nas amplitudes de alongamento implementadas no decorrer da duração do estímulo. Mas apenas Feland et al. (2001a) compararam o efeito da técnica de alongamento estático *versus* FNP e encontraram que em idosos estas duas técnicas demonstram efeitos semelhantes, embora em jovens a técnica FNP tenha produzido maiores ganhos. Limitações metodológicas permitem algumas ponderações nos estudos existentes. Nas intervenções utilizadas, os próprios sujeitos realizavam os alongamentos, sem controle da sobrecarga aplicada, e as mensurações de amplitude de movimento foram realizadas por goniometria comum ou flexômetro sem cegamento dos avaliadores, permitindo viés nos resultados. Até o presente momento, não foram encontradas na literatura pesquisas que investigaram o efeito

da técnica de torque constante nos ganhos de amplitude de movimento (YEH et al., 2005) em idosos. Esta técnica, proposta por YEH et al. (2005) tem apresentado resultados satisfatórios em jovens (RYAN et al., 2008b; RYAN et al., 2009; HOGE et al., 2010; HERDA et al., 2011; YEH et al., 2007) e consiste em ajustar a amplitude ao longo da duração do exercício, de acordo com o relaxamento do torque de resistência oferecido pela musculatura, de forma a conferir uma maior intensidade ao alongamento.

Contudo, estudos que investigam o efeito de diferentes intervenções de alongamento em idosos ativos ou atletas são escassos. Não há informações na literatura sobre o efeito da técnica de alongamento com ângulo constante, quando comparada à técnica de torque constante (propondo uma maior intensidade) nesta população. Ainda menos se sabe sobre o efeito da duração do estímulo da técnica de torque constante em idosos que praticam corrida. Neste contexto, torna-se necessário uma investigação comparando a técnica de torque constante com diferentes durações e a técnica de ângulo constante com duração mais longa em atletas acima de 60 anos.

2- OBJETIVOS

2.1- Objetivo Geral

O objetivo deste estudo é comparar o efeito agudo de diferentes intervenções de alongamento da musculatura isquiossural na amplitude de movimento máxima (ADMmáx) de extensão de joelho e no torque de resistência passiva (torque RP) gerado pela musculatura posterior da coxa de idosos corredores.

2.2- Objetivos Específicos

1) Comparar o efeito da intervenção de alongamento com técnica de torque constante em quatro repetições de 120s (TC120), com a técnica de torque constante em quatro repetições de 30s (TC30) na ADMmáx e no torque RP em idosos corredores, verificando se a duração do alongamento com esta técnica interfere no desfecho final.

2) Comparar o efeito da intervenção de alongamento com a técnica TC120, com a técnica de ângulo constante em quatro repetições de 120s (AC120), verificando qual técnica produz maior ganho em ADMmáx e em redução do torque RP em idosos corredores, verificando se a variação da técnica, mantendo o tempo de duração em 120s, interfere no desfecho final.

3) Comparar o efeito da intervenção de alongamento TC30, com a intervenção AC120 na ADMmáx e no torque RP.

4) Comparar o efeito das intervenções TC120, TC30, AC120 com o procedimento controle na ADMmáx e no torque RP.

2.3- Hipóteses:

Hipótese 1: A intervenção TC120 apresentará maior ganho de ADMmáx e redução de torque RP quando comparada às intervenções TC30 na população de idosos corredores.

Hipótese 2: A intervenção TC120 apresentará maior ganho de ADMmáx e redução de torque RP quando comparada à intervenção AC120 na população de idosos corredores.

Hipótese 3: A intervenção TC30 apresentará maior ganho de ADMmáx e redução de torque RP quando comparada a intervenção AC120 na população de idosos corredores.

Hipótese 4: Todas as intervenções (AC120, TC120, TC30) apresentarão maior ganho de ADMmáx e redução de torque RP quando comparado ao procedimento controle.

3 - MATERIAIS E MÉTODO

3.1 Amostra

A amostra deste estudo foi composta por 15 corredores do sexo masculino com idade igual ou superior a 60 anos. A opção exclusiva por apenas um gênero deve-se ao conhecimento prévio de respostas distintas entre os sexos, quando submetidos a exercícios de alongamento com torque constante (HOGE et al., 2010). Corredores do sexo masculino foram escolhidos por conveniência, devido a maior concentração de indivíduos idosos deste sexo em provas de corrida de rua.

Uma vez que os estudos prévios possuem amostra e método diferentes, não foi possível o cálculo amostral a partir de seus resultados. O tamanho amostral foi definido em um estudo piloto constituído de 8 sujeitos através das recomendações de Portney & Whatkins (2009) usando a fórmula:

$$f = \frac{S_m}{S}$$

Onde: f = índice do tamanho da amostra

S_m = desvio padrão da média dos valores apresentados nas diferentes intervenções

S = desvio padrão dos valores de cada intervenção

Este índice foi relacionado nas tabelas elaboradas por Cohen (1988) traduzindo uma indicação de amostra de 12 voluntários. Considerando uma expectativa de perda amostral de 20%, foram avaliados inicialmente 16 voluntários. Os dados coletados no estudo piloto foram incorporados na amostra final do estudo. Devido a uma exclusão, a amostra final se constituiu de 15 voluntários.

Dentre os critérios de inclusão estão: 1) Possuir idade igual ou superior a 60 anos; 2) Praticar corrida amadora há pelo menos um ano; 3) Treinar com frequência mínima de duas vezes por semana; 4) Ausência de cirurgias, doenças ou lesões na coluna ou membros inferiores (MMII) e de doenças neurológicas ou ortopédicas que tivessem impedido ou prejudicado o treinamento de corrida nos últimos três meses previamente ao início dos testes. A escolha de idosos que praticam corrida, ao invés de outros esportes, foi realizada pela conveniência, uma vez que a prática de corrida de rua é muito comum na cidade de Belo Horizonte. Dados da empresa Yescom, que organizou a XIII Volta Internacional da Lagoa da

Pampulha realizada em Belo Horizonte no ano de 2010, indicaram que 12% dos participantes possuíam mais de 50 anos de idade, somando uma população de 1620 indivíduos (<http://www.yescom.com.br>)

Foram excluídos: 1) Os participantes com intolerância ao teste ou programa de intervenção de alongamento, indicada por auto relato; 2) Indivíduos que apresentaram flexibilidade superior aos limites do equipamento no teste pré-intervenção. O segundo critério excluiu um único participante.

Os indivíduos foram recrutados através de contato pessoal, telefônico ou via internet com grupos e treinadores de corrida, associação de corredores e organizadores de eventos de corrida de Belo Horizonte. Toda a coleta de dados foi realizada no Laboratório de Desempenho Motor Funcional Humano, do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (Anexo 1) e o projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da UFMG, parecer número ETIC 0651.0.203.000-10.

3.2 Instrumentos

Estatura e massa corporal foram mensuradas por meio de uma balança com estadiômetro (Filizola S.A., São Paulo, Brasil). As amplitudes de flexo-extensão de quadril e joelho foram determinadas por meio de um goniômetro universal por avaliador treinado e experiente.

O dinamômetro isocinético Biodex 3 (*Biodex, Shirley- New York, USA*) foi utilizado para mensurar a amplitude de movimento máxima (ADM_{máx}) de extensão de joelho e o torque de resistência passiva (torque RP) dos flexores de joelho e para realizar os programas de alongamento.

3.3 Procedimentos

Cada voluntário visitou o laboratório em quatro dias distintos com intervalo mínimo de 4 dias e máximo de 2 semanas entre eles. No primeiro dia, todos os procedimentos de coleta foram esclarecidos verbalmente para solução de possíveis dúvidas, seguido da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) daqueles que concordaram em participar. Os corredores idosos

tiveram sua idade, massa e estatura registrados e se submeteram a uma anamnese que registrou informações sobre o estado de saúde, histórico de lesões e treinamentos recentes. Foi solicitado aos mesmos que não realizassem atividades físicas no dia da coleta; mantivessem o treinamento usual durante todo o período de coleta e evitassem atividade física no dia anterior a cada dia de teste, ou, caso estivessem planejado em seu treinamento, que fizesse adequação para que realizasse sempre a mesma atividade no dia anterior.

3.3.1 Familiarização no dinamômetro:

Na primeira visita os voluntários foram posicionados sentados na cadeira do dinamômetro isocinético com o membro inferior esquerdo a 60° de flexão de quadril e 90° de flexão de joelho (amplitudes aferidas através de um goniômetro universal e por um avaliador treinado e experiente) e estabilizados na cadeira de testes por meio de faixas com *Velcron®* para uma sessão de familiarização. O eixo de rotação do joelho era alinhado exatamente com o eixo de rotação do braço mecânico do equipamento.

A sessão de familiarização constava de uma repetição do teste de ADMmáx (teste pré-intervenção, descrito a seguir), e uma repetição de cada intervenção de alongamento para garantir uma melhor padronização para o teste e para os procedimentos de alongamento.

3.3.2 Teste pré-intervenção:

Após familiarização os sujeitos foram novamente posicionados de forma semelhante no dinamômetro isocinético, mas desta vez com o quadril direito fletido a 60° e o joelho a 90° de flexão.

O procedimento seguia com realização do teste de ADMmáx pré-intervenção, no qual o equipamento, selecionado previamente no modo passivo, elevava a alavanca a uma velocidade angular de 5°/s de forma a estender o joelho do voluntário. Este, por sua vez, com um dispositivo de disparo na mão, acionava o botão para informar sua primeira sensação clara de alongamento livre de dor, e o braço mecânico parava nesta amplitude e retornava automaticamente, até a posição de 90° de flexão de joelho. O procedimento foi repetido três vezes, sendo

registrados os valores de ADM_{máx} de extensão de joelho e torque RP oferecido pelos flexores de joelho. Posteriormente foi realizada uma das intervenções, seguida de um novo teste, denominado teste pós-intervenção, sendo esse executado seguindo os mesmos procedimentos do teste pré-intervenção.

3.3.3 Intervenções:

Após o teste foi realizado sorteio de uma sequência de intervenções. No primeiro dia de coleta, portanto, foi realizada a primeira intervenção da sequência sorteada. Nas outras visitas dos idosos corredores ao laboratório, foi realizado consecutivamente no membro inferior direito, teste-pré-intervenção, intervenção referente àquela visita na sequência sorteada e teste pós-intervenção. Desta forma, o membro inferior esquerdo foi utilizado apenas para familiarização.

- Procedimento controle: Após o teste, o sujeito permanecia posicionado na posição inicial do teste no equipamento, em repouso, durante 5 minutos.

- Intervenção amplitude constante por 120 segundos (AC120): Realizado o teste pré-intervenção, foi gerado pelo *software* do *Biodex* um relatório do mesmo, que informou a média das três repetições da ADM_{máx} alcançada pelo indivíduo. Um alongamento estático foi, então, executado pelo modo passivo do dinamômetro: o joelho do voluntário foi estendido passivamente por meio da alavanca do dinamômetro, a uma velocidade angular de cinco graus por segundo ($5^\circ/s$), até o valor de 80% da média de ADM_{máx} demonstrada no teste pré-intervenção e nesta amplitude era sustentado por 120 segundos, sendo repetido por quatro vezes com 30 segundos de intervalo entre as séries. A escolha de 80% da ADM_{máx} para referência dos valores de torque segue recomendações prévias na literatura para estudos que não mensuram atividade eletromiográfica (MCNAIR et al., 2001) e identificaram que nesta referência de 80% as atividades contráteis não oferecem resistência significativa, podendo ser consideradas passivas,

- Intervenção torque constante por 30 segundos (TC30): Realizado o teste pré-intervenção, foi gerado um relatório do mesmo, onde foi identificada a média do pico de torque de resistência máxima oferecida pelo indivíduo. Um alongamento

passivo dinâmico foi, então, executado pelo modo passivo do dinamômetro. Sua alavanca estendeu o joelho do voluntário, a uma velocidade de 5°/s, até que fosse detectado um valor de 80% da média de pico de torque RP (YEH et al., 2005), demonstrada no teste pré-intervenção. O alongamento foi sustentado neste torque. Assim, se o sujeito oferecesse menos resistência ao alongamento (menor torque), a alavanca seria ajustada para uma maior amplitude de extensão até que o torque de treinamento fosse novamente encontrado. Este alongamento foi executado por 30 segundos, sendo repetido por quatro vezes com 30 segundos de intervalo entre as séries.

- Intervenção torque constante por 120 segundos (TC120): Procedimento idêntico ao anterior foi posto em prática, desta vez executado por 120 segundos, e repetido por quatro vezes com trinta segundos de intervalo entre as séries.

Os alongamentos TC 30 e TC120 foram realizados seguindo o protocolo de torque constante, proposto por Yeh et al. (2005), mantendo uma carga constante de alongamento (80% do torque passivo máximo) durante toda a aplicação, com ajustes constantes da ADM_{máx} ao longo do tempo. Esta técnica foi investigada por alguns autores e demonstrou resultados satisfatórios nos ganhos de ADM Max e redução do torque RP (HERDA et al. 2011, YEH et al. 2005, YEH et al. 2007, RYAN et al. 2011).

3.3.4 Análise dos dados:

Os dados foram analisados como a diferença encontrada no pós-teste em relação ao pré-teste, subtraindo o valor do pós-teste do valor do pré-teste.

Amplitude de movimento:

A ADM_{máx} foi definida como a primeira sensação clara de alongamento livre de dor, apresentada nos testes pré e pós intervenção. Seus valores foram extraídos dos relatórios fornecidos pelo *software* de comando do dinamômetro isocinético, que informava a média dos valores das três repetições do teste. As médias das ADM_{máx} pré e pós- intervenção foram comparadas.

Torque de resistência passiva:

O torque de resistência passiva refere-se os valores de torque oferecidos pela musculatura posterior da coxa, a ser alongada. O equipamento corrigiu automaticamente os valores utilizando-se de fórmulas de referencia que baseavam-se na estatura e massa dos indivíduos.. Os valores de torque foram extraídos dos dados brutos do *software*, apresentados em extensão .txt e calculada uma nova média. Foram considerados os valores de torque RP referentes a 80% do valor de ADM pré-intervenção, seguindo o proposto por MCNAIR et al., 2001, que demonstraram que abaixo deste percentual a atividade eletromiográfica é mínima, não interfere nos valores de torque apresentados e é capaz de demonstrar ganhos frente a intervenções de alongamentos tanto quanto a ADM máxima. Magnusson et al. (1996a), preconizam que mudanças nas propriedades mecânicas da estrutura muscular podem ser determinadas apenas se for observada uma redução no torque RP para um mesmo ângulo ou se um maior Assim, as médias dos valores de torque RP pré e pós-intervenção, referentes a 80% da ADM_{máx} pré-intervenção, foram comparadas.

3.4 Análise estatística

A análise dos dados foi realizada através do programa computacional SPSS 15.0 (*Statistical Package for Social Science, SPSS Inc. Chicago, USA*) utilizando índice de significância $\alpha=0,05$.

Estatísticas descritivas foram utilizadas para as variáveis idade,, estatura e massa corporal. Para verificar a normalidade e homogeneidade das mesmas os testes de *Shapiro-Wilk* e *Levene* foram utilizados, respectivamente.

Uma análise de variância com medidas repetidas com um fator de variação (ANOVA *one way*) foi usada para comparar os dados apresentados pelas diferentes intervenções e o procedimento controle na condição pré-teste. Essa análise indicou que os dados das intervenções não apresentavam diferenças significantes no pré-teste tanto para ADM_{máx} quanto para torque RP.

Uma análise de variância com medidas repetidas com um fator de variação (ANOVA *one way*) seguida do teste *t-student* pareado (6 pares considerando $p=0,00833$) com correção de *Bonferroni* (PORTNEY & WHATKINS, 2009) foi utilizada para comparar a diferença entre os grupos TC30, TC120, AC120 e CON. Os resultados serão apresentados como média e desvio padrão. O poder estatístico da ANOVA para a ADM_{máx} e Torque RP foi $\pi = 0.99$ e $\pi = 0.98$,

respectivamente. Em adição, os valores do *partial eta squared* (η_p^2) foram apresentados para refletir a magnitude das diferenças entre cada tratamento (COHEN, 1988)

ARTIGO

Efeito agudo de diferentes configurações de alongamento em idosos corredores

Patricia Hampe Mio Lisboa, João Marcos Domingues Dias¹, Christian Emmanuel Cabido², Álvaro Dressler, Lidiane Caldeira, Mauro Heleno Chagas²

1 Departamento de Fisioterapia. Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte (MG) / Brasil

2 Departamento de Esportes. Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte (MG) / Brasil

Autor para correspondência:

João Marcos Domingues Dias

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

Universidade Federal de Minas Gerais

Av. Antonio Carlos, 6627, Campus Pampulha - CEP 31270-901

Telefone: 31 3409-4781

email: jmdd@ufmg.br.

* Esse manuscrito será submetido à Revista Brasileira de Fisioterapia (ISSN 1413-3555)

Endereço eletrônico: <http://www.scielo.br/revistas/rbfis/pinstruc.htm>

RESUMO

A população no Brasil tem envelhecido consideravelmente e, cada vez mais, nota-se uma busca de indivíduos idosos por atividades físicas. Neste contexto, é comum pessoas idosas praticarem corrida de rua de forma amadora e buscarem acompanhamento de profissionais da área esportiva para treinamento ou tratamento de lesões. Surge então a necessidade de esclarecimento quanto ao comportamento de idosos atletas frente a intervenções terapêuticas e treinamento esportivo, mais especificamente sobre intervenções de alongamento. A presente pesquisa é um estudo aleatorizado que comparou o efeito de diferentes configurações de alongamento na amplitude de movimento máxima (ADM_{máx}) e na redução de torque de resistência passiva (Torque RP) ao alongamento. A amostra foi composta de 15 indivíduos, com 60 anos e mais que praticavam corrida de rua, sem histórico de lesões recentes. Os mesmos foram submetidos a três intervenções de alongamento e uma intervenção controle em dias distintos: intervenção com torque constante em quatro repetições de 120s (TC120), intervenção com torque constante em quatro repetições de 30s (TC30), intervenção com ângulo constante em quatro repetições de 120s (AC120) e uma intervenção controle. Todas as intervenções apresentaram diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,02$) no ganho de ADM_{máx} e na redução de Torque RP em comparação à condição controle. A intervenção TC120 produziu maiores ganhos de ADM_{máx} e torque RP quando comparada a TC30 e AC120 ($p = 0,042$ e $p = 0,049$). As intervenções TC30 e AC120 não apresentaram diferenças significantes nos efeitos. O estudo concluiu que a configuração de alongamento TC120 produz maiores ganhos que TC30 e AC120, embora todas apresentem efeitos estatisticamente significantes.

Palavras chave: flexibilidade, alongamento, idosos, corrida

ABSTRACT

The population has aged considerably in Brazil and, there is an increasingly search for people in old age by physical activity. In this context, it is common amateurs elderly runners seeking professionals and monitoring of the area for training or sports injury treatment. Then comes the need for clarification as to the conduct of senior athletes against sports training and therapeutic interventions, specifically on interventions stretching. This study is a randomized trial that compared the effects of different configurations of stretching at maximum range of motion (ROMmax) and the reduction of passive resistance torque (Torque PR). The sample consisted of 15 individuals, aged at 60 years and more, practicing running with no history of recent injuries. They underwent three interventions stretching and a control intervention on different days: constant torque intervention with four repetitions of 120s (CT120), constant torque intervention with four repetitions of 30s (CT30), constant angle intervention with four repetitions of 120s (CA120) and a control intervention. All interventions showed significant differences in gain and a reduction in ROMmax RP torque compared to the control condition. The CT120 intervention produced greater gain in ROMmax and torque RP compared to CT30 and CA120. Interventions CT30 and CA120 showed no significant differences in the effects. The study concludes that the protocol of stretching CT120s produces greater gains than CT30 and CA120, although all have significant effects.

Key words: flexibility, stretching, elderly, running

INTRODUÇÃO

A participação de atletas idosos em corrida de rua vem aumentando nas últimas décadas. O estudo de Jokl et al. (2004), por exemplo, investigou a participação de atletas acima de 60 anos na maratona de *New York* entre os anos de 1983 e 1999. Os resultados demonstraram um aumento no percentual da participação de atletas entre 60 e 79 anos e uma melhora nos tempos de conclusão das provas, ao longo dos anos, maior que nos mais jovens¹. Estes dados demonstram uma tendência desta população, em ser cada vez mais ativa, aumentando a procura de atletas idosos por acompanhamento de profissionais da área esportiva para treinamento ou tratamento de lesões. Surge então a necessidade de esclarecimento quanto ao comportamento de idosos atletas frente a intervenções terapêuticas e treinamento esportivo.

A flexibilidade é uma capacidade física importante no processo de condicionamento físico²⁻⁴. O estudo de Ferber et al., 2002 comparou o efeito de diferentes técnicas de alongamento em indivíduos com idade entre 45 e 55 anos com aqueles com idade avançada (60a ou mais) e evidenciou ganhos significativos em todos os subgrupos analisados⁵. Parece que os ganhos de amplitude de movimento gerados pelos exercícios de alongamento podem minimizar o declínio de flexibilidade relacionado à idade. Programas de alongamentos, implementados por algumas semanas, podem ter um impacto funcional importante em atividades de deambulação em idosos, com melhora em testes clínicos funcionais, testes de agilidade⁶, de equilíbrio⁷ e de caminhada cronometrada^{6;8}.

Particularmente com relação à duração do estímulo do alongamento na população idosa, apesar da carência de estudos, existem indícios de que idosos respondam a maiores durações com maiores ganhos. O estudo de Feland et al. (2001b) investigou os efeitos crônicos de diferentes durações de alongamento com ângulo articular constante (15, 30 e 60s). Os resultados apontaram que, quanto maior a duração total do estímulo, maiores foram os ganhos em amplitude de movimento. Por outro lado, Zakas et al. (2005), ao investigarem efeitos agudos, não encontraram diferenças entre programas de quatro repetições de 15s, duas de 30s e uma de 60s⁹. A maior duração de alongamento usada foi de quatro repetições de 60s, não havendo nenhuma investigação sobre o efeito de alongamentos com maiores durações nesta população. Neste contexto, pesquisas que busquem

conhecer o efeito de intervenções de alongamento com duração maior do que 60s podem contribuir com novas informações.

Referindo-se à possibilidade de intervenções de alongamento de diferentes técnicas em indivíduos na terceira idade, a literatura também carece de estudos. Apenas Feland et al. (2001a) compararam o efeito da técnica de alongamento estático *versus* FNP e encontraram que, em idosos, estas duas técnicas demonstram efeitos semelhantes, embora em jovens a técnica FNP tenha produzido maiores ganhos¹⁰. Até o presente momento, não foram encontradas na literatura pesquisas que investigaram o efeito da técnica de alongamento com torque constante nos ganhos de amplitude de movimento¹¹ em idosos. Esta técnica, proposta por Yeh et al. (2005) tem apresentado resultados satisfatórios em jovens¹²⁻¹⁶ e consiste em ajustar a amplitude ao longo da duração do exercício, de acordo com o relaxamento do torque de resistência oferecido pela musculatura, de forma a conferir uma maior intensidade ao alongamento.

Contudo, não há informações na literatura sobre o efeito da técnica de alongamento com ângulo constante, quando comparada à técnica de torque constante nesta população. Ainda menos se sabe sobre o efeito da duração do estímulo da técnica de torque constante em idosos que praticam corrida. Neste contexto, torna-se necessário uma investigação comparando a técnica de ângulo constante com diferentes durações e a técnica de ângulo constante com duração mais longa em atletas acima de 60 anos.

O objetivo deste estudo foi comparar o efeito de diferentes intervenções de alongamento da musculatura isquiossural na amplitude de movimento máxima (ADM_{máx}) e no torque de resistência passiva (torque RP) em idosos corredores.

MATERIAIS E MÉTODO

Amostra

A amostra deste estudo foi composta por 16 corredores do sexo masculino¹⁴ com idade igual ou superior a 60 anos. O tamanho amostral foi definido em um estudo piloto constituído de 8 sujeitos, considerando uma expectativa de perda amostral de 20 por cento.

Dentre os critérios de inclusão dos indivíduos na amostra estão: 1) Possuir idade igual ou superior a 60 anos; 2) Praticar corrida amadora há pelo menos um ano; 3) Treinar com frequência mínima de duas vezes por semana; 4) Ausência de cirurgias, doenças neurológicas ou ortopédicas que tenham impedido ou prejudicado o treinamento de corrida nos últimos três meses. A escolha de idosos que praticam corrida foi realizada pela conveniência. Foram excluídos: 1) Os participantes que relataram intolerância ao teste ou programa de intervenção de alongamento; 2) Indivíduos que apresentaram flexibilidade superior aos limites do equipamento no teste pré-intervenção.

Os indivíduos foram recrutados através de contato pessoal, telefônico ou via internet com treinadores de corrida e organizadores de eventos de corrida de Belo Horizonte. Os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da UFMG, parecer ETIC número 0651.0.203.000-10.

Instrumentos:

Estatura e massa corporal foram mensuradas por meio de uma balança com estadiômetro (Filizola S.A., São Paulo, Brasil).

O dinamômetro isocinético Biodex (*Biodex, Shirley- New York, USA*) foi utilizado para mensurar a amplitude de movimento máxima (ADM_{máx}) e o torque de resistência passiva (torque RP) dos flexores de joelho e para realizar as intervenções de alongamento.

Procedimentos

Cada voluntário visitou o laboratório em quatro dias distintos. No primeiro dia, os participantes tiveram sua idade, massa e estatura registrados e se submeteram a uma anamnese (o estado de saúde, histórico de lesões e treinamento recentes). Foi solicitado aos mesmos que não realizassem atividades físicas no dia da coleta e no dia anterior e mantivessem o treinamento usual durante todo o período de coleta.

Familiarização no dinamômetro:

Na primeira visita os voluntários foram posicionados na cadeira do dinamômetro isocinético na posição sentada, quadril esquerdo fletido a 150° e joelho fletido a 90° (amplitudes aferidas através de um goniômetro universal e por um avaliador treinado e experiente) e estabilizados por meio de faixas com *Velcron®* para uma sessão de familiarização. O eixo de rotação do joelho foi alinhado com o eixo de rotação do braço mecânico do equipamento. A sessão de familiarização constituiu de uma repetição do teste de ADMmáx, e uma repetição de cada intervenção de alongamento.

Teste pré-intervenção e pós-intervenção:

Após familiarização os sujeitos foram novamente posicionados de forma semelhante no dinamômetro isocinético, mas desta vez com o quadril direito fletido a 150° e o joelho a 90° de flexão.

O procedimento seguiu com realização do teste de ADMmáx pré-intervenção, no qual o equipamento, selecionado previamente no modo passivo, elevava a alavanca de forma a estender o joelho do voluntário. Este, por sua vez, com um dispositivo de disparo na mão, acionava o botão para informar sua primeira sensação clara de alongamento livre de dor para interromper o teste, e o braço mecânico retornava automaticamente, até a posição de 90° de flexão de joelho. O procedimento foi repetido três vezes, sendo registrados os valores de ADMmáx e torque RP. Posteriormente foi realizada uma das intervenções, seguida de um novo teste, denominado teste pós-intervenção, sendo esse executado seguindo os mesmos procedimentos do teste pré-intervenção.

Intervenções:

Após o teste pré-intervenção foi definida uma sequência de intervenções através de procedimento aleatorizado e balanceado, de forma que houvesse número semelhante das mesmas nos diferentes dias de coleta, dentre os sujeitos (por exemplo, intervenção AC120 ocorreu na 3ª visita em apenas três participantes). No primeiro dia de coleta, portanto, foi realizada a primeira intervenção da sequência sorteada. Nas outras visitas dos idosos corredores ao laboratório, foram realizados consecutivamente no membro inferior direito, teste pré-intervenção, intervenção referente àquela visita na sequência sorteada e teste pós-intervenção.

- *Procedimento Controle:* Após o teste, o sujeito permanecia posicionado no equipamento, em repouso, durante 5 minutos.

- Intervenção amplitude constante por 120s (AC120): Realizado o teste pré-intervenção, foi registrada a média das três repetições da ADMmáx alcançada pelo indivíduo. Um alongamento estático foi, então, executado pelo modo passivo do dinamômetro: o joelho do voluntário foi estendido passivamente por meio da alavanca do dinamômetro, a uma velocidade de cinco graus por segundo ($5^\circ/s$), até o valor de 80% da média de ADMmáx demonstrada no teste pré-intervenção. A escolha de 80% da ADMmáx para referência dos valores de torque segue recomendações prévias na literatura de que abaixo desta porcentagem, a atividade eletromiográfica não interfere no torque de resistência passiva, podendo ser considerado um procedimento passivo.¹⁷ Nesta amplitude era sustentado por 120s, sendo repetido por quatro vezes com 30s de intervalo entre as séries.

- Intervenção torque constante por 30s (TC30): Realizado o teste pré-intervenção, foi registrada a média do pico de torque de resistência máxima oferecida pelo indivíduo. Um alongamento passivo dinâmico foi, então, executado pelo modo passivo do dinamômetro. Sua alavanca estendeu o joelho no voluntário, a uma velocidade de $5^\circ/s$, até que fosse detectado um valor de 80% da média de pico de torque RP¹¹, demonstrada no teste pré-intervenção. O alongamento foi sustentado neste torque. Assim, se o sujeito oferecesse menos resistência ao alongamento (menor torque), a alavanca seria ajustada, automaticamente pelo dinamômetro, para uma maior amplitude de extensão até que o torque de treinamento fosse novamente encontrado. Este alongamento foi executado por 30s, sendo repetido por quatro vezes com 30s de intervalo entre as séries.

- Intervenção torque constante por 120s (TC120): Procedimento idêntico ao anterior foi posto em prática, desta vez executado por 120s, e repetido por quatro vezes com 30s de intervalo entre as séries.

Os alongamentos TC 30 e TC120 foram realizados seguindo o protocolo de torque constante, proposto por Yeh et al. (2005), mantendo uma carga constante de alongamento (80% do torque passivo máximo) durante toda a aplicação, com ajustes constantes da ADMmáx ao longo do tempo. Esta técnica foi investigada por alguns autores e demonstrou resultados satisfatórios^{11;15;16;18} O tempo entre as visitas dos voluntários ao laboratório variou entre 48 horas e 2 semanas.

Análise dos dados:

Os valores de ADMmáx foram extraídos dos dados brutos do *software* do dinamômetro, apresentados em extensão .txt. A média das ADMmáx foi calculada a

partir das duas repetições mais próximas entre si. O ganho de ADMmáx, estará relacionado com a redução dos valores médios de ADMmáx, ou seja, uma maior extensão de joelho representa uma diminuição do ângulo (0° = extensão máxima de joelho). Os valores da diferença entre as médias das ADMmáx foram operacionalizados como ganho de ADMmáx, e comparados entre as diferentes intervenções.

Os valores de torque foram também extraídos dos dados brutos do *software* do dinamômetro, considerando apenas as repetições escolhidas para analisar a ADMmáx. Foram calculados e computados os valores de torque RP referentes a 80% do valor de ADM pré-intervenção¹⁷ e calculada uma nova média. As diferenças entre as médias dos valores pré e pós intervenção foram comparadas entre as diferentes intervenções.

Os valores apresentados pelo software do dinamômetro são apresentados como positivos no sentido da flexão do joelho. A medida que o joelho estende, então os valores vão diminuindo, e operacionalmente entram com o sinal negativos. Como os testes apresentados consideram o ângulo de extensão desta articulação, quanto menores forem os valores, maior será a ADMmáx resultante das intervenções.

Análise estatística

A análise dos dados foi realizada através do programa computacional SPSS 15.0 (*Statistical Package for Social Science, SPSS Inc. Chicago, USA*) utilizando nível de significância $\alpha=0,05$.

Estatísticas descritivas foram utilizadas para as variáveis demográfica (idade) e antropométricas (estatura e massa corporal). Para verificar a normalidade e homogeneidade das mesmas os testes de *Shapiro-Wilk* e *Levene* foram utilizados, respectivamente.

Uma análise de variância com medidas repetidas com um fator de variação (ANOVA *one way*) foi usada para comparar os dados das diferentes intervenções e o procedimento controle na condição pré-teste. Essa análise indicou que os dados não apresentavam diferenças significantes no pré-teste tanto para ADMmáx quanto para torque RP. Posteriormente os dados foram analisados como a diferença encontrada no pós-teste em relação ao pré-teste, subtraindo o valor do pós-teste do valor do pré-teste.

Uma análise de variância com medidas repetidas com um fator de variação (ANOVA *one way*) seguida do teste *t-student* pareado com correção de *Bonferroni*¹⁹

foi utilizada para comparar a diferença entre os grupos TC30, TC120, AC120 e CON. Os resultados serão apresentados como média e desvio padrão.

RESULTADOS

Os resultados da estatística descritiva da amostra estão apresentados na Tabela 1.

Inserir Tabela 1

As variáveis ADMmáx e torque RP, testadas no presente estudo, apresentaram distribuição normal e homogeneidade de suas variâncias, permitindo o uso de testes estatísticos paramétricos.

A ANOVA *one way* com medidas repetidas não demonstrou diferença estatisticamente significativa entre as condições de alongamento TC30, TC120, AC120 e controle no teste pré-intervenção para as variáveis ADMmáx ($F=0,22$, $p=0,87$) e torque RP ($F=2,67$, $p=0,11$).

Na comparação dos valores médios da diferença da ADMmáx (pós - pré), a ANOVA *one way* com medidas repetidas mostrou diferença estatisticamente significativa entre as intervenções ($F_{(3,42)}=9,99$, $p<0,001$, $\eta_p^2 = 0.417$). As análises *post hoc* mostraram que houve ganho de ADMmáx nas intervenções (AC120, TC30 e TC120) quando comparadas ao controle. A intervenção TC120 demonstrou maior ganho de ADMmáx quando comparada a AC120 e TC30. Mas TC30 obteve resultados semelhantes a AC120. Os valores de média (desvio padrão), ganho médio e valores máximos e mínimos do ganho de ADM (em grau) de cada intervenção estão apresentados na Tabela 2.

Inserir Tabela 2

Inserir Figura 1

Na comparação dos valores médios da diferença do torque RP (pós - pré), a ANOVA *one way* com medidas repetidas mostrou diferença estatisticamente significativa entre as intervenções ($F_{(3,42)}=7,61$, $p<0,001$, $\eta_p^2 = 0.352$). As análises *post hoc* mostraram que ocorreu ganho de ADMmáx nas intervenções AC120, TC30 e TC120 quando comparadas ao controle. A intervenção TC120 demonstrou maior redução de torque RP quando comparada a AC120 e TC30. Mas TC30 obteve resultados semelhantes a AC120. Os valores de média (desvio padrão), ganhos e valores máximos e mínimos da redução de torque RP em Newtons.metro (Nm) de cada intervenção estão apresentados na Tabela 3.

Inserir Tabela 3.

Inserir Figura 2.

DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo comparar o efeito de três intervenções de alongamento, torque constante 4x120s (TC120), torque constante 4x30s (TC30) e ângulo constante 4x120s (AC120), no ganho de ADMmáx e na redução do torque de RP. Todas as intervenções demonstraram diferenças significativas nessas variáveis em comparação ao controle. A intervenção TC120 apresentou maior ganho de ADMmáx e maior redução do torque RP quando comparado a AC120 e TC30. Já as intervenções AC120 e TC30, quando comparadas entre si, causaram efeitos semelhantes.

Os achados referentes aos efeitos significativos da intervenção AC120 corroboram os estudos, existentes com relação à variável ADMmáx, embora na literatura sejam encontrados estudos com diferentes durações de alongamento^{15;20-23}. Mas o único estudo que comparou o efeito crônico de diferentes durações de alongamento em uma população de idosos foi o de Feland et al. que comparou durações de 60, 30 e 15s e identificou que quanto maior a duração, maior foi o ganho de ADMmáx produzido²⁴. Estes resultados indicam uma tendência desta população em responder melhor a alongamentos de maiores durações, mas não esclarece sobre os efeitos agudos destas intervenções. Quando músculos são alongados passivamente, acredita-se que a resistência produzida pelas propriedades passivas é influenciada por várias estruturas e componentes elásticos em série (pontes cruzadas residuais entre os filamentos de actina e miosina e proteínas não contráteis) e componentes elásticos em paralelo (tecidos conectivos que permeiam as estruturas contráteis)²⁵. Acredita-se que a resistência passiva ao alongamento é influenciada pela quantidade de tecido muscular passível de adaptação, incluindo as proteínas contráteis e não contráteis do citoesqueleto dos sarcômeros. Assim, quando uma musculatura é submetida a um alongamento, é esperado que sua resposta a este estímulo resulte em maiores alcances de amplitudes articulares²⁵.

Os achados na literatura também corroboram os resultados significantes na ADMmáx produzidos pela técnica de alongamento com torque constante, observados nesta pesquisa. Mas as durações aplicadas diferiram muito entre os estudos^{11;14;16;18;26}.

Os efeitos de exercícios de alongamento no torque RP foram menos descritos pela literatura. Mas as pesquisas existentes corroboram o presente estudo,

indicando que existe significativa redução do torque RP tanto após alongamentos com ângulo constante^{15;22;27}, quanto após alongamentos com torque constante^{11;15;16;18}. O presente estudo demonstrou que a técnica de torque constante gera maior redução do torque RP quando comparada à técnica de ângulo constante, quando ambas são aplicadas com 2 minutos de duração. Mas estas diferenças não se mantiveram após a técnica de torque constante com menor duração. Estes achados indicam que não há superioridade de uma técnica sobre a outra. É necessário associar a técnica a outros elementos da configuração de um exercício de alongamento (por exemplo, técnica + duração) para que um treinamento de flexibilidade produza melhores resultados.

Com relação à comparação entre as intervenções, os estudos são conflitantes em alguns pontos. Os trabalhos de Yeh et al. (2005) e Yeh et al. (2007) concordam com o presente estudo quando apontam que a técnica de ângulo constante produz menores ganhos de ADM_{máx} quando comparada a técnica de torque constante, enquanto Herda et al. (2011) demonstraram efeitos semelhante entre elas. Considerando a variável torque RP, Yeh et al. (2005) e Yeh et al. (2007) demonstraram maiores efeitos na redução do torque RP para a técnica de torque constante, assim como o presente estudo, enquanto Herda et al. (2011) encontraram efeitos semelhantes. Os resultados controversos entre os estudos podem ser explicados principalmente pelas diferenças entre as populações estudadas e as durações utilizadas. O estudo de Herda et al. (2011) utilizou voluntários jovens, enquanto o presente estudo contou com participação de indivíduos idosos. Pessoas idosas possuem tecidos conjuntivos com maior rigidez elástica passiva, quando comparados às mais jovens^{3;28}, tornando provável que ocorra respostas distintas entre estas populações ao serem submetidas a exercícios de alongamento. O encurtamento das unidades miotendíneas no decorrer da idade ocorre concomitantemente à perda de unidades motoras, e uma redução no número e tamanho das fibras tipo I e II que reduzem a massa muscular. Esta perda de massa, combinada à redução do comprimento, pode culminar em redução da habilidade da unidade miotendínea tolerar o alongamento passivo máximo²⁸.

Vale ainda ressaltar as diferenças encontradas no presente estudo, nunca descritas anteriormente, de maior ganhos de ADM_{máx} e redução de torque RP com duração mais longa (TC120) quando comparada à duração mais curta (TC30), ambas com técnica de torque constante. Novamente as alterações decorrentes do

envelhecimento podem explicar o ocorrido. As alterações de rigidez observadas em idosos devem-se, principalmente a modificações no colágeno e na elastina. O colágeno é o principal componente do tecido conjuntivo e possui uma pobre elasticidade e alta viscosidade²⁹. Quando envelhecem, as fibras de colágeno ficam mais cristalinas, tornando-se menos viscosas, mais espessas e com ligações mais fortes (*cross-links*), o que aumenta sua resistência à deformação²⁹. Em todos os sarcolemas do tecido músculo-esquelético existem grandes quantidades de fibras de elastina envolvendo as fibras de colágenos longitudinalmente. Ao contrário do colágeno a elastina tem um alto grau de elasticidade, sendo considerada responsável pela maior parte da deformação elástica do tecido conectivo. Com o envelhecimento, as fibras de elastina também sofrem degeneração (fragmentação e calcificação de sua estrutura e aumento na quantidade de *cross-links* entre suas fibras), contribuindo para redução da elasticidade do tecido muscular. Esta perda de extensibilidade dos tecidos é agravada pelo desuso, comum da faixa etária idosa, que também causa aumento da quantidade de *cross-links*³⁰. Provavelmente essas diferenças nas características da unidade miotendínea em idosos possam refletir em uma resposta de acomodação tecidual distinta considerando maiores durações. Contudo, quais mecanismos estariam por trás desta acomodação diferenciada necessitam ser investigados. Importância também deve ser dada à característica da amostra do presente estudo que, apesar de compor-se de idosos, estes idosos praticavam corrida de rua em nível de competição amadora. Não se sabe até que ponto essa treinabilidade os diferencia da população de idosos em geral, e se os mesmos respondem a intervenções de alongamento de forma semelhante aos idosos sedentários.

A unidade miotendínea e os tecidos conectivos apresentam um comportamento viscoelástico^{27,31} e quando submetidos ao estresse de alongamento ocorrem principalmente quatro fenômenos³² (Purslow et al., 1998): 1) Reorientação das fibras de colágeno através da matriz viscosa; 2) Relaxamento da matriz que envolve as fibras de colágeno; 3) Relaxamento das fibras de colágeno; 4) Efeitos tempo-dependentes da interface entre as fibras e a matriz. Este efeito tempo-dependente está relacionado com as propriedades do tecido conjuntivo de relaxamento sob tensão e *creep*. O relaxamento sob tensão ocorre quando se impõe um alongamento com ângulo constante a um músculo e o torque RP reduz com o passar do tempo. Essa redução de torque RP indica que o indivíduo é capaz de

alcançar uma mesma amplitude de movimento oferecendo menor torque de resistência ao alongamento³³. *Creep* é uma propriedade do tecido conectivo de aumentar seu comprimento quando submetido a estresse constante de alongamento tornando possível que ele alcance maiores comprimentos, oferecendo uma mesma resistência¹⁸. Os resultados do presente estudo reforçam a teoria mecânica para explicação da alteração aguda da ADM_{máx} e do torque RP após uma sessão de alongamento, e contradizem resultados de outros estudos que não encontraram alteração em variáveis como a rigidez. Esses estudos atribuem a alteração da ADM_{máx} ao aumento na tolerância ao alongamento^{34;35}. Este aumento da tolerância ao alongamento tem sido relacionada a terminações nervosas sensitivas (nociceptores) sensíveis a tensão mecânica, localizadas nos músculos e articulações e indica que o indivíduo, através de adaptações sensoriais, passa a tolerar maior torque implementado pelo alongamento³⁴. Estas informações podem auxiliar no entendimento dos resultados que apontaram que todas as intervenções do presente estudo obtiveram ganhos significativos em comparação ao controle.

Os conhecimentos acima descritos podem, também, explicar as diferenças encontradas no estudo entre as diferentes intervenções. Idosos, com as alterações decorrentes do envelhecimento, talvez precisem de maior tempo (quatro repetições de 120s) para que ocorram alterações nas propriedades mecânicas do tecido conjuntivo. Mas apenas o tempo não parece ser suficiente para garantir maiores efeitos, visto que o presente estudo encontrou ausência de diferenças quando comparou AC120 (quatro repetições de 120s) com TC30 (quatro repetições de 30s). Parece que a maior exigência às unidades miotendíneas, caracterizada pelos ajustes da técnica de torque constante, também é fator determinante para produzir maiores ganhos de ADM e redução do torque RP na população idosa.

CONCLUSÃO

O presente estudo objetivou comparar o efeito de diferentes intervenções de alongamento na ADM e no torque RP. Os resultados demonstraram que a técnica de torque constante, quando mantida mesma duração (120s), produz maiores ganhos tanto de ADM quanto de torque RP, quando comparada a técnica de ângulo constante. Quando comparadas diferentes durações da técnica de torque constante (30s vs 120s), a duração mais longa alcançou maiores ganhos. Por outro lado, a técnica torque constante, com duração de 30s produz efeitos semelhantes aos da técnica ângulo constante com duração de 120s. Todas as intervenções testadas (TC30, TC120 e AC120) apresentaram diferenças significativas em comparação à condição controle.

Podemos concluir que a intervenção TC120 produz maior efeito nos ganhos de ADM e torque RP quando comparada às intervenções AC120 e TC30, que apresentaram efeitos semelhantes. Os resultados sugerem que, tanto a técnica quanto a duração, são decisivas para caracterizar os resultados de um treinamento de flexibilidade; e ambas as técnicas podem causar alterações biomecânicas do tecido músculo esquelético, considerando as alterações observadas no torque RP.

Reference List

- (1) Jokl P, Sethi PM, Cooper AJ. Master's performance in the New York City Marathon 1983-1999. *Br J Sports Med* 2004; 38(4):408-412.
- (2) Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ et al. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2009; 41(7):1510-1530.
- (3) Caroway II, Sunnerhagen KS, Kasper CE, Svantesson U. Passive stiffness of the plantar flexion in relation to age and functional performance. *Isokinetics and Exercise Science* 2006; 14:25-31.
- (4) Cavagna GA, Legramandi MA, Peyre´-Tartaruga LA. Old men running: mechanical work and elastic bounce. *Proceedings of the royal B society* 2008; 275(1633):411-418.
- (5) Ferber R, Gravelle DC, Ostemig LR. Effect of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretch Techniques on Trained and Untrained Older Adult. *Journal of Aging and Physical Activity* 2002; 10:132-142.
- (6) Stanziano DC, Roos BA, Perry AC, Lai S, Signorile JF. The effects of an active-assisted stretching program on functional performance in elderly persons: a pilot study. *Clin Interv Aging* 2009; 4:115-120.
- (7) Gajdosik RL. Relation of age and passive properties of an ankle dorsiflexion stretch to the timed one-leg stance test in older women. *Percept Mot Skills* 2006; 103(1):177-182.
- (8) Gajdosik RL, Vander Linden DW, McNair PJ, Williams AK, Riggan TJ. Effects of an eight-week stretching program on the passive-elastic properties and function of the calf muscles of older women. *Clin Biomech (Bristol , Avon)* 2005; 20(9):973-983.
- (9) Zakas A, Balaska P, Grammatikopoulou MG, Zakas N, Vergou A. Acute effects of stretching duration on the range of motion of elderly women. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 2005; 9:270-276.
- (10) Feland JB, Myrer JW, Merrill RM. Acute changes in hamstring flexibility: PNF versus static stretch in senior athletes. *Physical Therapy in Sport* 2001; 2:186-193.
- (11) Yeh CY, Tsai KH, Chen JJ. Effects of prolonged muscle stretching with constant torque or constant angle on hypertonic calf muscles. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86(2):235-241.
- (12) Ryan ED, Beck TW, Herda TJ, Hull HR, Hartman MJ, Stout JR et al. Do Practical Durations of Stretching Alter Muscle Strength? A Dose-Response Study. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2008; 40(8):1529-1537.

- (13) Ryan ED, Herda TJ, Costa PB, Defreitas JM, Beck TW, Stout J et al. Determining the minimum number of passive stretches necessary to alter musculotendinous stiffness. *J Sports Sci* 2009; 27(9):957-961.
- (14) Hoge KM, Ryan ED, Costa PB, Herda TJ, Walter AA, Stout JR et al. Gender differences in musculotendinous stiffness and range of motion after an acute bout of stretching. *J Strength Cond Res* 2010; 24(10):2618-2626.
- (15) Herda TJ, Costa PB, Walter AA, Ryan ED, Hoge KM, kersick CM et al. Effects of two modes of static stretching on muscle strength and stiffness. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2011; 43(9):1777-1784.
- (16) Yeh CY, Chen JJ, Tsai KH. Quantifying the effectiveness of the sustained muscle stretching treatments in stroke patients with ankle hypertonia. *J Electromyogr Kinesiol* 2007; 17(4):453-461.
- (17) McNair PJ, Dombroski EW, Hewson DJ, Stanley SN. Stretching at the ankle joint: viscoelastic responses to holds and continuous passive motion. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(3):354-358.
- (18) Ryan ED, Herda TJ, Costa PB, Walter AA, Hoge KM, Stout JR et al. Viscoelastic creep in the human skeletal muscle-tendon unit. *Eur J Appl Physiol* 2010; 108(1):207-211.
- (19) Portney LG, Watkins MP. Foundations of clinical research: Applications to practice. 3rd ed. Pearson Prentice Hall; 2009.
- (20) McNair PJ, Stanley SN. Effect of passive stretching and jogging on the series elastic muscle stiffness and range of motion of the ankle joint. *Br J Sports Med* 1996; 30(4):313-7, discussion.
- (21) Kubo K, Kanehisa H, Fukunaga T. Effect of stretching training on the viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol* 2002; 92(2):595-601.
- (22) Kay AD, Blazeovich AJ. Moderate-duration static stretch reduces active and passive plantar flexor moment but not Achilles tendon stiffness or active muscle length. *J Appl Physiol* 2009; 106(4):1249-1256.
- (23) Nordez A, McNair PJ, Casari P, Cornu C. Static and cyclic stretching: their different effects on the passive torque-angle curve. *J Sci Med Sport* 2010; 13(1):156-160.
- (24) Feland JB, Myrer JW, Schulthies SS, Fellingham GW, Measom GW. The effect of duration of stretching of the hamstring muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years or older. *Phys Ther* 2001; 81(5):1110-1117.
- (25) Gajdosik RL. Passive extensibility of skeletal muscle: review of the literature with clinical implications. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2001; 16(2):87-101.
- (26) Ryan ED, Beck TW, Herda TJ, Hull HR, Hartman MJ, Costa PB et al. The time course of musculotendinous stiffness responses following different durations of passive stretching. *J Orthop Sports Phys Ther* 2008; 38(10):632-639.

- (27) Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Kjaer M. Biomechanical responses to repeated stretches in human hamstring muscle in vivo. *Am J Sports Med* 1996; 24(5):622-628.
- (28) Gajdosik RL, Vander Linden DW, Williams AK. Influence of age on length and passive elastic stiffness characteristics of the calf muscle-tendon unit of women. *Phys Ther* 1999; 79(9):827-838.
- (29) Arking R. Biology of aging, observations and principles. Englewood Cliffs NJ: Prentice Hall; 1991.
- (30) Akeson WH, Amiel D, Woo S. Immobility effects on synovial joints, the pathomechanics of joint contracture. *Bioherology* 1980; 17(1/2):95-110.
- (31) Nordez A, McNair PJ, Casari P, Cornu C. The effect of angular velocity and cycle on the dissipative properties of the knee during passive cyclic stretching: a matter of viscosity or solid friction. *Clin Biomech (Bristol , Avon)* 2009; 24(1):77-81.
- (32) Purslow PP, Wess TJ, Hukins DW. Collagen orientation and molecular spacing during creep and stress-relaxation in soft connective tissues. *J Exp Biol* 1998; 201(Pt 1):135-142.
- (33) Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Moritz U, Kjaer M. Contraction specific changes in passive torque in human skeletal muscle. *Acta Physiol Scand* 1995; 155(4):377-386.
- (34) Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Boesen J, Johannsen F, Kjaer M. Determinants of musculoskeletal flexibility: viscoelastic properties, cross-sectional area, EMG and stretch tolerance. *Scand J Med Sci Sports* 1997; 7(4):195-202.
- (35) Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Gleim GW, McHugh MP, Kjaer M. Viscoelastic response to repeated static stretching in the human hamstring muscle. *Scand J Med Sci Sports* 1995; 5(6):342-347.

Tabela 1. Média, desvio padrão e valores máximo e mínimo da idade, estatura e massa corporal dos voluntários da amostra (n=15)

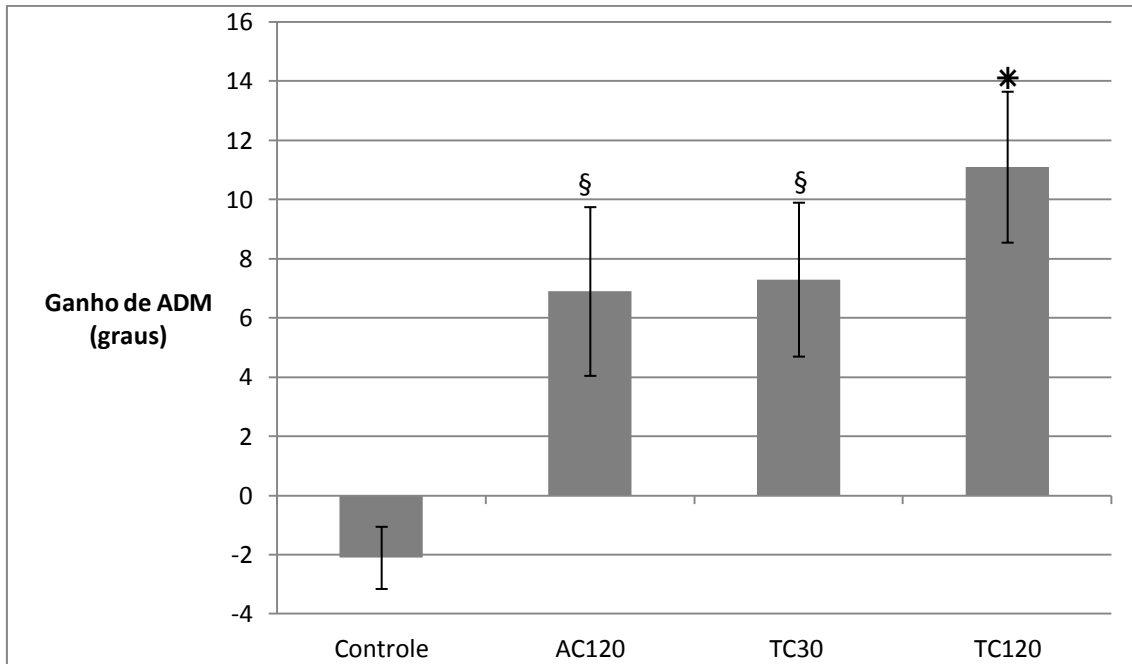
	Idade (anos)	Estatura (m)	Massa corporal (kg)
Média	65,5	1,67	71,4
Desvio Padrão	4,6	0,05	9,5
Mínimo/Máximo	60-73	1,61-1,83	44,3-81,7

Tabela 2: Médias (desvios padrão) dos testes pré e pós-intervenção, ganhos (desvio padrão) e valores máximos e mínimos dos ganhos de ADM (em graus) das diferentes intervenções.

	Controle	AC120	TC30	TC120
ADMmáx pré(°)	32,3(17)	31,8(17,6)	34,1(15,9)	33,5(17,7)
ADMmáx pós(°)	30,2(16,3)	24,9(17,1)	26,9(17,2)	22,4(19,9)
Ganho de ADM(°)	-2,1(2,1)	6,9(5,7)	7,3(5,2)	11,1(5,1)
Amplitude(°)	2,0/-4,5	16,5/-5,0	20,0/-3,0	20,0/1,5

Legenda: ADM - amplitude de movimento; Ganho de ADM (em graus) – refere-se aos valores das diferenças entre ADMmáx pré e pós (ADMmáx pós – ADMmáx pré); Amplitude (em graus) – refere-se a valores mínimos e máximos de ganho de ADMmáx; Valores de ADMmáx (em graus); Controle – intervenção controle; AC120 – intervenção de alongamento com ângulo constante em quatro repetições de 120s; TC30 - intervenção de alongamento com torque constante em quatro repetições de 30s; TC120 - intervenção de alongamento com torque constante em quatro repetições de 120s

Figura 1: Comparação dos ganhos de ADM entre as intervenções.



Legenda: ADM – amplitude de movimento; Controle – Intervenção controle; AC120- Intervenção de alongamento com ângulo constante em quatro repetições de 120s; TC30- Intervenção de alongamento com torque constante em quatro repetições de 30s; TC120- Intervenção de alongamento com torque constante em quatro repetições de 120s; (*) – diferenças estatisticamente significantes com relação às demais intervenções; (§) – diferença estatisticamente significativa com relação a intervenção controle.

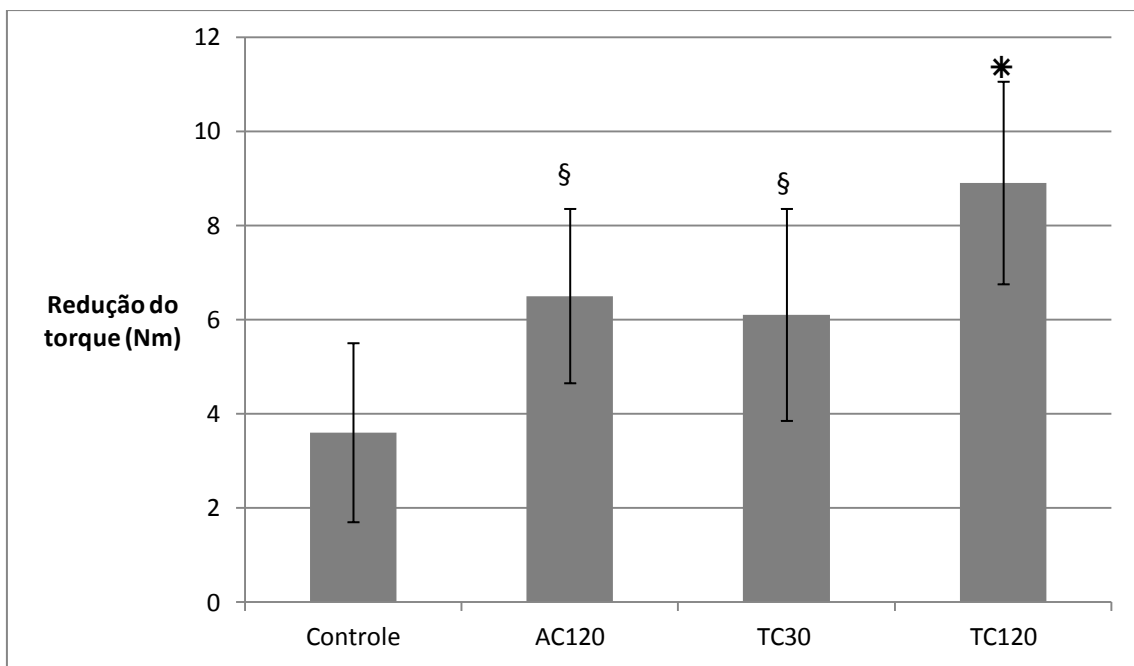
Tabela 3: Média (desvio padrão), ganhos e valores máximos e mínimos da redução do torque RP (Nm) de cada intervenção.

	Controle	AC120	TC30	TC120
Torque RP pré(Nm)	43,1(9,0)	39,3(9,2)	41,26(8,0)	41,4(7,7)
Torque RP pós(Nm)	39,5(8,2)	32,9(7,4)	35,2(6,6)	32,5(5,7)
Redução do torque(Nm)	3,6(3,8)	6,5(3,7)	6,1(4,5)	8,9(4,3)
Amplitude(Nm)	11,55/-1,9	11,75/1,7	17,55/-0,75	15,3/4,5

Legenda: Torque RP – torque de resistência passiva (Nm); Redução do torque (Nm) – refere-se aos valores das diferenças entre torque RP pré e pós (torque RP pré – torque RP pós); Amplitude (Nm) – refere-se a valores máximos e mínimos da redução de torque;); Controle – intervenção controle; AC120 – intervenção de alongamento com ângulo constante em quatro repetições de 120s; TC30 -

intervenção de alongamento com torque constante em quatro repetições de 30s; TC120 - intervenção de alongamento com torque constante em quatro repetições de 120s.

Figura 2: Comparação das diferenças entre as médias de torque RP das intervenções.



Legenda: Controle – Intervenção controle; AC120- Intervenção de alongamento com ângulo constante em quatro repetições de 120s; TC30- Intervenção de alongamento com torque constante em quatro repetições de 30s; TC120- Intervenção de alongamento com torque constante em quatro repetições de 120s; (*) – diferenças estatisticamente significantes com relação às demais intervenções; (§) – diferença estatisticamente significativa com relação a intervenção controle.

5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do envelhecimento da população brasileira, e da busca cada vez mais frequente desta população por atividades físicas tornam-se necessários estudos que esclareçam as lacunas na literatura com relação a tratamento de lesões e treinamento destes indivíduos. Diante disso, o presente estudo objetivou comparar o efeito de diferentes intervenções de alongamento no ganho de ADM e na redução do

torque RP. Os resultados demonstraram que a técnica de torque constante, quando mantida mesma duração (120s), produz maiores ganhos tanto de ADM quanto de torque RP, quando comparada a técnica de ângulo constante em idosos praticantes de corrida. Quando comparadas diferentes durações da técnica de torque constante (30s vs 120s), a duração mais longa alcançou maiores ganhos. Por outro lado, a técnica torque constante, com duração de 30s produz efeitos semelhantes aos da técnica ângulo constante com duração de 120s. Todas as intervenções testadas (TC30, TC120 e AC120) apresentaram diferenças significativas em comparação a condição controle.

Podemos concluir que a intervenção TC120 produz maior efeito nos ganhos de ADM e torque RP quando comparada às intervenções AC120 e TC30, que apresentaram efeitos semelhantes. Os resultados sugerem que, tanto a técnica quanto a duração, são decisivas para caracterizar os resultados de um treinamento de flexibilidade; e ambas as técnicas podem causar modificações biomecânicas no tecido músculo esquelético, considerando as alterações observadas no torque RP.

As conclusões do presente estudo geram informações que podem ser levadas para a prática clínica. Idosos, quando praticam atividades físicas de forma intensa podem beneficiar-se de várias formas, devendo os profissionais da área da saúde incentivar esta prática. Por outro lado, ao tratar ou treinar estes indivíduos é importante identificarmos que eles não respondem a estímulos como os jovens, mas também é possível que apresentem respostas distintas à de idosos sedentários. Particularmente sobre intervenções de alongamento em idosos corredores, o presente estudo oferece indícios de que alongamentos com maior duração e que se aproximem da técnica de torque constante, oferecendo ajustes constantes no decorrer da duração, sejam mais produtivos para esta população.

Reference List

- (1) Jokl P, Sethi PM, Cooper AJ. Master's performance in the New York City Marathon 1983-1999. *Br J Sports Med* 2004; 38(4):408-412.
- (2) Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ et al. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2009; 41(7):1510-1530.
- (3) Caroway II, Sunnerhagen KS, Kasper CE, Svantesson U. Passive stiffness of the plantar flexion in relation to age and functional performance. *Isokinetics and Exercise Science* 2006; 14:25-31.
- (4) Cavagna GA, Legramandi MA, Peyre´-Tartaruga LA. Old men running: mechanical work and elastic bounce. *Proceedings of the royal B society* 2008; 275(1633):411-418.
- (5) Ferber R, Gravelle DC, Ostemig LR. Effect of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretch Techniques on Trained and Untrained Older Adult. *Journal of Aging and Physical Activity* 2002; 10:132-142.
- (6) Stanziano DC, Roos BA, Perry AC, Lai S, Signorile JF. The effects of an active-assisted stretching program on functional performance in elderly persons: a pilot study. *Clin Interv Aging* 2009; 4:115-120.
- (7) Gajdosik RL. Relation of age and passive properties of an ankle dorsiflexion stretch to the timed one-leg stance test in older women. *Percept Mot Skills* 2006; 103(1):177-182.
- (8) Gajdosik RL, Vander Linden DW, McNair PJ, Williams AK, Riggin TJ. Effects of an eight-week stretching program on the passive-elastic properties and function of the calf muscles of older women. *Clin Biomech (Bristol , Avon)* 2005; 20(9):973-983.
- (9) Zakas A, Balaska P, Grammatikopoulou MG, Zakas N, Vergou A. Acute effects of stretching duration on the range of motion of elderly women. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 2005; 9:270-276.
- (10) Feland JB, Myrer JW, Merrill RM. Acute changes in hamstring flexibility: PNF versus static stretch in senior athletes. *Physical Therapy in Sport* 2001; 2:186-193.
- (11) Yeh CY, Tsai KH, Chen JJ. Effects of prolonged muscle stretching with constant torque or constant angle on hypertonic calf muscles. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86(2):235-241.
- (12) Ryan ED, Beck TW, Herda TJ, Hull HR, Hartman MJ, Stout JR et al. Do Practical Durations of Stretching Alter Muscle Strength? A Dose-Response Study. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2008; 40(8):1529-1537.
- (13) Ryan ED, Herda TJ, Costa PB, Defreitas JM, Beck TW, Stout J et al. Determining the minimum number of passive stretches necessary to alter musculotendinous stiffness. *J Sports Sci* 2009; 27(9):957-961.

- (14) Hoge KM, Ryan ED, Costa PB, Herda TJ, Walter AA, Stout JR et al. Gender differences in musculotendinous stiffness and range of motion after an acute bout of stretching. *J Strength Cond Res* 2010; 24(10):2618-2626.
- (15) Herda TJ, Costa PB, Walter AA, Ryan ED, Hoge KM, Kerksick CM et al. Effects of two modes of static stretching on muscle strength and stiffness. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2011; 43(9):1777-1784.
- (16) Yeh CY, Chen JJ, Tsai KH. Quantifying the effectiveness of the sustained muscle stretching treatments in stroke patients with ankle hypertonia. *J Electromyogr Kinesiol* 2007; 17(4):453-461.
- (17) McNair PJ, Dombroski EW, Hewson DJ, Stanley SN. Stretching at the ankle joint: viscoelastic responses to holds and continuous passive motion. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(3):354-358.
- (18) Ryan ED, Herda TJ, Costa PB, Walter AA, Hoge KM, Stout JR et al. Viscoelastic creep in the human skeletal muscle-tendon unit. *Eur J Appl Physiol* 2010; 108(1):207-211.
- (19) Portney LG, Watkins MP. Foundations of clinical research: Applications to practice. 3rd ed. Pearson Prentice Hall; 2009.
- (20) McNair PJ, Stanley SN. Effect of passive stretching and jogging on the series elastic muscle stiffness and range of motion of the ankle joint. *Br J Sports Med* 1996; 30(4):313-7, discussion.
- (21) Kubo K, Kanehisa H, Fukunaga T. Effect of stretching training on the viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol* 2002; 92(2):595-601.
- (22) Kay AD, Blazevich AJ. Moderate-duration static stretch reduces active and passive plantar flexor moment but not Achilles tendon stiffness or active muscle length. *J Appl Physiol* 2009; 106(4):1249-1256.
- (23) Nordez A, McNair PJ, Casari P, Cornu C. Static and cyclic stretching: their different effects on the passive torque-angle curve. *J Sci Med Sport* 2010; 13(1):156-160.
- (24) Feland JB, Myrer JW, Schulthies SS, Fellingham GW, Measom GW. The effect of duration of stretching of the hamstring muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years or older. *Phys Ther* 2001; 81(5):1110-1117.
- (25) Gajdosik RL. Passive extensibility of skeletal muscle: review of the literature with clinical implications. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2001; 16(2):87-101.
- (26) Ryan ED, Beck TW, Herda TJ, Hull HR, Hartman MJ, Costa PB et al. The time course of musculotendinous stiffness responses following different durations of passive stretching. *J Orthop Sports Phys Ther* 2008; 38(10):632-639.
- (27) Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Kjaer M. Biomechanical responses to repeated stretches in human hamstring muscle in vivo. *Am J Sports Med* 1996; 24(5):622-628.

- (28) Gajdosik RL, Vander Linden DW, Williams AK. Influence of age on length and passive elastic stiffness characteristics of the calf muscle-tendon unit of women. *Phys Ther* 1999; 79(9):827-838.
- (29) Arking R. Biology of aging, observations and principles. Englewood Cliffs NJ: Prentice Hall; 1991.
- (30) Akeson WH, Amiel D, Woo S. Immobility effects on synovial joints, the pathomechanics of joint contracture. *Bioheology* 1980; 17(1/2):95-110.
- (31) Nordez A, McNair PJ, Casari P, Cornu C. The effect of angular velocity and cycle on the dissipative properties of the knee during passive cyclic stretching: a matter of viscosity or solid friction. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2009; 24(1):77-81.
- (32) Purslow PP, Wess TJ, Hukins DW. Collagen orientation and molecular spacing during creep and stress-relaxation in soft connective tissues. *J Exp Biol* 1998; 201(Pt 1):135-142.
- (33) Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Moritz U, Kjaer M. Contraction specific changes in passive torque in human skeletal muscle. *Acta Physiol Scand* 1995; 155(4):377-386.
- (34) Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Boesen J, Johannsen F, Kjaer M. Determinants of musculoskeletal flexibility: viscoelastic properties, cross-sectional area, EMG and stretch tolerance. *Scand J Med Sci Sports* 1997; 7(4):195-202.
- (35) Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Gleim GW, McHugh MP, Kjaer M. Viscoelastic response to repeated static stretching in the human hamstring muscle. *Scand J Med Sci Sports* 1995; 5(6):342-347.

6- ANEXO 1

Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP

Parecer nº. ETIC 0651.0.203.000-10

Interessado(a): Prof. João Marcos Domingues Dias
Departamento de Fisioterapia
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia
Ocupacional- UFMG

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 23 de março de 2011, o projeto de pesquisa intitulado "**Efeito agudo de diferentes durações de exercícios de alongamento em corredores idosos.**" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

Profª. Maria Teresa Marques Amaral
Coordenadora do COEP-UFMG