

EFEITOS CRÔNICOS DO FLEXIONAMENTO ESTÁTICO SOBRE PARÂMETROS NEUROMUSCULARES EM ADULTOS JOVENS



CHRONIC EFFECTS OF STATIC FLEXIBILIZING ON NEUROMUSCULAR
PARAMETERS IN YOUNG ADULTS

Mario Cezar de Souza Costa
Conceição^{1,2,3}

Adriane de Oliveira Sampaio^{1,2}

Rodrigo Gomes de Souza Vale^{2,5}

Abdalah Achour Júnior⁴

Rudy José Nodari Junior⁵

Estélio Henrique Martin Dantas⁶

1. Programa Euro-Americano de Pós-Graduação em Saúde (PEPGS) – Doutorado em Fisiologia – Universidade Católica Nuestra Señora de la Asunción (UC) – Paraguai.

2. Laboratório de Biociências da Motricidade Humana (LABIMH) – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) – Brasil.

3. Universidade Augusto Motta (UNISUAM) – Brasil.

4. Universidade Estadual de Londrina (UEL) – Brasil.

5. Laboratório de Aspectos Prognósticos de Intervenção e Cuidados em Saúde e Performance Humana – Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC) – Brasil.

6. Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Enfermagem e Biociências (PPgEnfBio – Doutorado) da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) – Brasil.

Correspondência:

Rua Antônio Cordeiro, 126, bl. 3,
apto. 302, Jacarepaguá
22750-310 – Rio de Janeiro, RJ
E-mail: prof.mariocezar@gmail.com

RESUMO

Introdução: O treinamento engloba, dentre outras qualidades físicas, a flexibilidade e a força. Assim, conhecer as inter-relações mútuas entre essas qualidades físicas potencializaria a eficácia do treino. **Objetivo:** Verificar as alterações nos parâmetros neuromusculares em um programa de flexionamento estático, após 12 semanas de intervenção. **Métodos:** Participaram 70 cadetes, com idade média de $17,03 \pm 1,14$ anos, divididos em dois grupos: grupo experimental (GF, $n = 35$) e grupo controle (GC, $n = 35$). A força foi avaliada através de 1RM de contração estática nos movimentos de flexão e extensão horizontal de ombro (FFHO/FEHO) e extensão da coluna lombar (FECL). A flexibilidade foi avaliada pelo protocolo LABIFIE de goniometria nos movimentos de flexão e extensão horizontal de ombro (FHO/EHO) e flexão da coluna lombar (FCL). A concentração de hidroxiprolina na urina coletada pelo método Nordin foi realizada pelo protocolo HPROLI 2h. **Resultados:** A ANOVA de medidas repetidas demonstrou aumento significativo para FHO ($\Delta\% = 3,9\%$; $p = 0,001$), EHO ($\Delta\% = 21,1\%$; $p = 0,001$), FCL ($\Delta\% = 73,8\%$; $p = 0,001$), FFHO ($\Delta\% = 20,4\%$; $p = 0,001$) e FECL ($\Delta\% = 4,0\%$; $p = 0,008$) do pré para o pós-teste. Os níveis de hidroxiprolina não apresentaram alterações significativas. Nas comparações intergrupos, foram encontradas diferenças significativas para FHO ($p = 0,016$), EHO ($p = 0,005$), FCL ($p = 0,004$), FFHO ($p = 0,001$) e FECL ($p = 0,007$). O poder do experimento observado foi de 86% para um beta calculado de 0,14. **Conclusão:** O flexionamento estático foi capaz de melhorar tanto a flexibilidade como a força.

Palavras-chave: amplitude de movimento articular, educação física e treinamento, hidroxiprolina, força muscular.

ABSTRACT

Introduction: Training includes, among other physical qualities, flexibility and strength. Thus, knowing the mutual inter-relationships between these physical qualities would increase the effectiveness of training. **Objective:** The purpose of this study was to verify changes in neuromuscular parameters in a static flexibilizing program, after 12 weeks of intervention. **Methods:** 70 cadets, mean age of 17.03 ± 1.14 years, participated in the present survey, were randomly selected and equally divided into two groups: experimental group (EG, $n = 35$) and control group (CG, $n = 35$). Strength levels were assessed by 1RM static contraction in horizontal shoulder flexion and extension (HSF/HSE) and lumbar spine extension (LSE). Flexibility was assessed by the goniometry LABIFIE protocol in shoulder horizontal flexion and extension (SHF/SHE) and lumbar spine flexion (LSF). The urinary hydroxyproline concentration collected by the Nordin method was performed through HPROLI 2h protocol. **Results:** ANOVA for repeated measures evidenced significant increase for SHF ($\Delta\% = 3.9\%$, $p = 0.001$), SHE ($\Delta\% = 21.1\%$, $p = 0.001$), LSF ($\Delta\% = 73.8\%$, $p = 0.001$), SHF ($\Delta\% = 20.4\%$, $p = 0.001$) and FELS ($\Delta\% = 4.0\%$, $p = 0.008$) from pre to post-test. The hydroxyproline levels did not change significantly. Concerning intergroup comparisons, significant differences were found for SHF ($p = 0.016$), SHE ($p = 0.005$), LSF ($p = 0.004$), SHF ($p = 0.001$) and FELS ($p = 0.007$). The power of the experiment observed was of 86% for an estimated beta of 0.14. **Conclusion:** The static flexibilizing was able to improve both flexibility and strength.

Keywords: articular range of motion, physical education and training, hydroxyproline, muscle strength.

INTRODUÇÃO

O treinamento, tanto o realizado com atletas de alto rendimento como o visando a saúde, engloba além da resistência aeróbica, a resistência muscular localizada, a flexibilidade e a força¹. Assim, conhecer as inter-relações mútuas entre essas qualidades físicas, quer em nível

agudo, quer em nível crônico, potencializaria a eficácia do treino. No caso específico dos resultados da inter-relação do treinamento da flexibilidade na qualidade força ainda é pouco conhecido^{2,3}.

Para o desenvolvimento da flexibilidade, o treinamento pode ser dividido em forma máxima (flexionamento)⁴ ou de forma submáxima

(alongamento). Quando o objetivo é o desenvolvimento da flexibilidade, se preconiza a intensidade máxima e dentre os métodos de treinamento, se destaca o flexionamento estático (método passivo)⁵. Esse método visa desenvolver a amplitude do arco de movimento além do limite normal, e tem como parâmetros quantitativos de aplicação a duração e a frequência das permanências realizadas nos diversos movimentos articulares⁶.

O método do flexionamento estático aplicado de forma regular tem se mostrado adequado para o desenvolvimento da flexibilidade^{4,7}. Entretanto, são escassos os estudos crônicos que buscam averiguar sua influência sobre os níveis de força.

Para caracterizar se o exercício realizado é um alongamento ou um flexionamento, são utilizadas algumas técnicas de controle da intensidade⁸. Dentre as técnicas de controle, podem ser verificados biomarcadores que detectam mudanças corporais à aplicação de esforços físicos. Eles servem, principalmente, como um agente controlador do nível de estresse físico ao qual o indivíduo está sendo submetido.

Especificamente para o controle do estresse muscular, a hidroxiprolina (HP) é um dos biomarcadores utilizados para mensurar o nível de intensidade ao qual o músculo foi submetido^{9,10}. Assim, o aumento dos níveis de hidroxiprolina na urina indica catabolismo do colágeno do aparelho locomotor. Já níveis mais baixos pós-exercícios caracterizam um menor grau de microlesão sobre o citado aparelho¹¹⁻¹³.

Sendo assim, na tentativa de sanar a lacuna do conhecimento apresentada, o estudo visou verificar se o treinamento de intensidade máxima da flexibilidade (flexionamento) seria capaz de provocar melhorias estatisticamente significativas nos parâmetros neuromusculares (níveis de força máxima estática e grau de flexibilidade), bem como na concentração de hidroxiprolina na urina, em adultos jovens, após 12 semanas de intervenção.

MÉTODOS

A amostra analisada neste estudo foi obtida de forma randômica, a partir do universo de 500 alunos da EPCAR, e foi composta por 70 indivíduos do gênero masculino, cadetes dos esquadrões da Escola Preparatória de Cadetes do Ar (EPCAR), ativos fisicamente e com faixa etária entre 15 e 19 anos. Para definição da amostra, foram adotados os seguintes critérios de exclusão: serem atletas ou sedentários, apresentarem qualquer patologia visualmente perceptível, declarada ou detectada no exame médico inicial, não ter uma frequência igual ou superior a 85% nas sessões de treinamento e/ou não ser voluntários a participar da pesquisa.

Os cadetes foram divididos randomicamente, por meio de um sorteio simples, em dois grupos: grupo experimental de flexionamento estático (GF, n = 35) e grupo controle (GC, n = 35) (tabela 1).

Todos os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido conforme a declaração de Helsinki¹⁴ e a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde¹⁵. O estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Rede Euro-Americana/RJ sob o número 05/2009.

Tabela 1. Descrição das características da amostra.

(n = 70)	Média	Sd	Mín.	Máx.	KS
Idade (anos)	17,03	1,14	15,00	19,00	0,069
Estatuta (cm)	174,15	5,63	162,50	183,50	0,201
Massa corporal (kg)	65,12	7,13	52,80	81,05	0,888
Gordura relativa (%)	10,32	3,69	4,65	18,50	0,465

Sd = Desvio padrão, Mín. = mínimo, Máx. = máximo e KS = valor-p do teste Kolmogorov-Smirnov.

Instrumentos e procedimentos

No primeiro momento, foram realizados procedimentos preliminares, em que foram feitas as coletas das medidas de massa corporal, estatura e calculada a gordura relativa pelo protocolo de três dobras cutâneas¹⁶ realizadas, respectivamente, com uma balança digital com resolução de 100g, da marca Filizola, modelo PL150 *Personal Line*, (Brasil, 1999); um estadiômetro profissional da marca Sanny (Brasil) e um compasso de dobras cutâneas da marca Lange (EUA), com 1mm de resolução e pressão constante de 10g/mm². Todos os pontos de coleta obedeceram ao prescrito nos *International Standards for Anthropometric Assessment*¹⁷.

Posteriormente, foram avaliados níveis de flexibilidade, de força e de colágeno muscular. A flexibilidade foi mensurada conforme o protocolo LABIFIE¹⁸, através de um goniômetro de 14 polegadas, de aço 360° (Lafayette Goniometer Set, EUA) nos seguintes movimentos articulares: flexão horizontal do ombro (FHO), extensão horizontal do ombro (EHO) e flexão da coluna lombar (FCL).

A força isométrica máxima (FIM) foi mensurada pelo protocolo de 1RM de contração estática¹⁹, através de um dinamômetro digital multiuso, com célula de carga para PC, desenvolvido pelo Centro de Estudo da Fisiologia do Esporte (CEFISE), o qual possui resolução de 0,1kgf ou 1N, capacidade total de 250kgf ou 2.500N e precisão de 1% da capacidade total. Funciona com sistema de aquisição de dados N2000 PRO. Foram observados três movimentos: flexão horizontal do ombro (FFHO), extensão horizontal do ombro (FEHO) e extensão da coluna lombar (FECL).

Sua aplicação aconteceu após detalhada orientação, na qual foi pedido aos participantes do estudo que apliquem a máxima força tão rápido quanto possível em uma única tentativa.

Tanto a flexibilidade como a força foram mensuradas em dias seguidos, sempre no mesmo horário, aplicado pelos mesmos experientes avaliadores. As temperaturas foram semelhantes em ambos os dias com valores de aproximadamente 25°C. Além disso, os participantes foram orientados a não realizar nenhum tipo de atividade vigorosa durante as 24 horas que precedam os testes.

O dano produzido no colágeno muscular pelo trabalho realizado foi mensurado por exame laboratorial na excreção urinária, conforme o método Nordin²⁰, que identificou a concentração do marcador bioquímico hidroxiprolina conforme o protocolo HPROLI 2h²¹.

Os indivíduos participantes da pesquisa foram orientados, pela farmacêutica responsável, a não ingerirem durante o período do estudo e nas 48 horas prévias nenhum tipo de substâncias ergogênicas, nutricionais, farmacológicas, recursos fisiológicos ou álcool. Para tanto, foi realizado um recordatório alimentar das 24 horas antecedentes ao exame. Nele, procurou-se verificar se os participantes haviam consumido uma dieta sem a presença de carnes vermelhas ou brancas, mariscos, doces, sorvetes ou gelatinas, para tentar controlar e standardizar o aporte dietético de HP.

Para a realização da amostra, os indivíduos se submeteram a um jejum de 12 horas (período da noite) e, logo após eliminarem a primeira urina, fizeram uma hidratação com água. A partir daí, durante um período de duas horas, das sete às nove horas, foi realizada a coleta da urina nos frascos plásticos esterilizados, identificados e previamente distribuídos, todos cedidos pelo Laboratório São Lucas, em Barbacena, cuja certificação de qualidade é apontada pelo registro ISO 9001/2000. Os mesmos foram imediatamente acondicionados no gelo e transportados para o Laboratório São Lucas, Belo Horizonte, sob o convênio com a Lab Rede para análise.

Para a determinação da concentração de HP urinária foi utilizado o kit ClinRep® (*complete kit for hydroxyproline in urine*) através do

método colorimétrico. Neste método, a HP é oxidada a pirrol, seguida de um acoplamento com paradimetilaminobenzaldeído. Os reagentes são preparados *in house*, sendo eles: solução tampão (pH 6,0), solução cloramina T reativo de Erlich, solução padrão para hidroxiprolina, fenoltaleína, hidróxido de sódio, isopropanol e ácido perclórico.

As amostras foram analisadas no sistema HPLC contendo uma bomba de gradiente, uma válvula injetora, uma coluna de calor (60°C), um detector UV/VIS para 472nm, um computador com o *software* HPCL e um regulador de pulso.

A intervenção ocorreu durante 12 semanas, em uma frequência de quatro vezes por semana, ao final do aquecimento da aula de educação física regular da própria instituição, sempre no mesmo horário (às 16:00h). Realizou-se o treinamento experimental dos seguintes arcos máximos de movimentos articulares: extensão horizontal da articulação de ombro (EHO), flexão horizontal da articulação de ombro (FHO) e flexão da coluna lombar (FCL).

Para controle da intensidade do esforço aplicado durante os exercícios foi utilizada a escala de esforço percebido (PERFLEX)²² em todas as sessões de treinamento. Depois da aplicação dos respectivos programas de treinamento, todos os cadetes participantes do estudo eram liberados para continuar o programa obrigatório previsto das sessões de educação física, que durante o período de intervenção do estudo foi composto apenas por atividades aeróbicas.

O grupo de flexionamento (GF) realizou o treinamento experimental em duplas através de três séries de exercícios de flexionamento estático até o limiar de desconforto (sensação subjetiva de dor)²³, permanecendo nesta posição por durante seis segundos. Depois, através de uma flexão suave, alcançou o maior arco de movimento possível e o manteve nesta posição por mais 10 segundos^{4,7}. A intensidade de esforço atingiu a faixa do desconforto, entre os níveis 61 e 80 do PERFLEX ($X = 69,2 \pm 7,5$), caracterizando a intensidade máxima. Os resultados foram calculados pela média final de todas as médias diárias de intervenção.

Vale ressaltar que, para controle da inatividade do grupo controle (GC), os mesmos participavam dos encontros semanais.

Ao final do período de intervenção, todos os testes da avaliação diagnóstica foram reaplicados.

Tratamento estatístico

Para a análise dos dados, utilizou-se o programa estatístico SPSS 14.0 para Windows. Foram empregados os métodos da estatística descritiva, na qual os dados são apresentados em média, desvio padrão, mínimo e máximo. A normalidade das variáveis foi confirmada pelo teste Kolmogorov-Smirnov. A análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas nos fatores tempo e grupo, seguido do *post-hoc* de Tukey foi utilizada para identificar as possíveis diferenças nas comparações intra e intergrupos. Adotou-se o valor de $p < 0,05$ para significância estatística.

RESULTADOS

Os resultados intra e intergrupos da aplicação do flexionamento estático, durante 12 semanas, em adultos jovens, podem ser observados em função dos parâmetros neuromusculares avaliados nas figuras 1, 2 e 3.

Os resultados apresentados na figura 1 denotam os valores absolutos de pré e pós para as variáveis referentes à flexibilidade. Nele, observa-se, para a análise intragrupo, a melhora significativa para os movimentos FHO ($\Delta\% = 3,9\%$; $p = 0,001$), EHO ($\Delta\% = 21,1\%$; $p = 0,001$) e FCL ($\Delta\% = 73,8\%$; $p = 0,001$) do grupo GF. Os movimentos do GC não apresentaram diferenças significativas.

Ao se comparar as diferenças obtidas após o período de intervenção, tem-se que os resultados intergrupo denotam que os ganhos

observados pelo GF são significativamente superiores aos ganhos observados pelo GC para todos os movimentos, onde se tem: FHO (valor- $p = 0,018$), EHO (valor- $p = 0,004$) e FCL (valor- $p = 0,001$).

Na figura 2 é possível observar os valores absolutos de pré e pós para os níveis de força. Os resultados demonstram, para a análise intragrupo, a melhora significativa para os movimentos FFHO ($\Delta\% = 20,4\%$; $p = 0,001$) e FECL ($\Delta\% = 4,0\%$; $p = 0,008$) do grupo experimental (GF).

A análise intergrupo denota que, ao se comparar os níveis de melhora percentual, os ganhos observados pelo GF são significativamente superiores aos ganhos observados pelo GC para os movimentos FFHO (valor- $p = 0,001$) e FECL (valor- $p = 0,004$).

A figura 3 apresenta os resultados dos valores absolutos de pré e pós para os níveis de hidroxiprolina na urina. Os resultados intragrupo demonstraram uma diminuição, porém não significativa, em GC e em GF. Ao se comparar as diminuições intergrupos, também não verificaram-se diferenças significativas entre eles.

A análise dos dados denota que o poder do experimento observado foi de 86% para um beta calculado de 0,14.

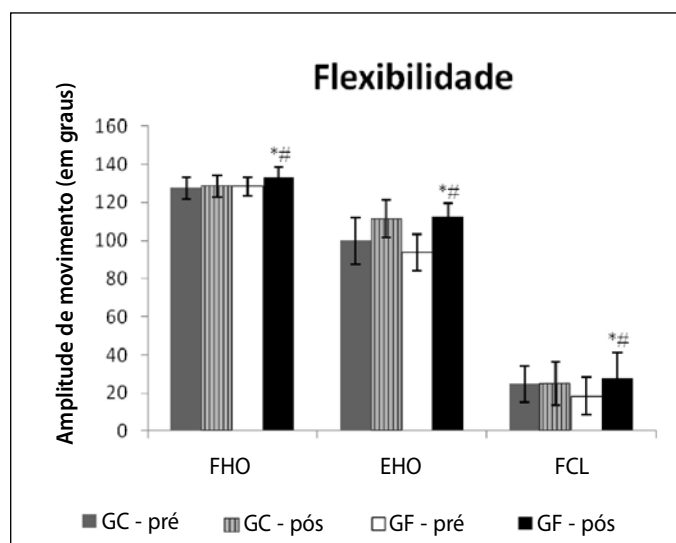


Figura 1. Comparação das variáveis da flexibilidade.

* $p < 0,05$ para comparação intragrupo; # $p < 0,05$ para comparação intergrupo.

GC = grupo controle; GF = grupo experimental (flexionamento estático); FHO = movimento de flexão horizontal de ombro; EHO = movimento de extensão horizontal de ombro; FCL = movimento de flexão da coluna lombar.

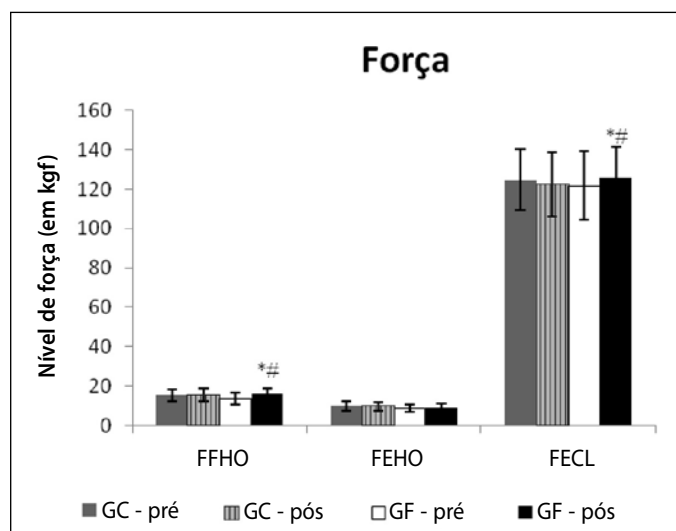


Figura 2. Comparação das variáveis de força.

* $p < 0,05$ para comparação intragrupo; # $p < 0,05$ para comparação intergrupo.

GC = grupo controle; GF = grupo experimental (flexionamento estático); FFHO = movimento de flexão horizontal de ombro; FEHO = movimento de extensão horizontal de ombro; FECL = movimento de flexão da coluna lombar.

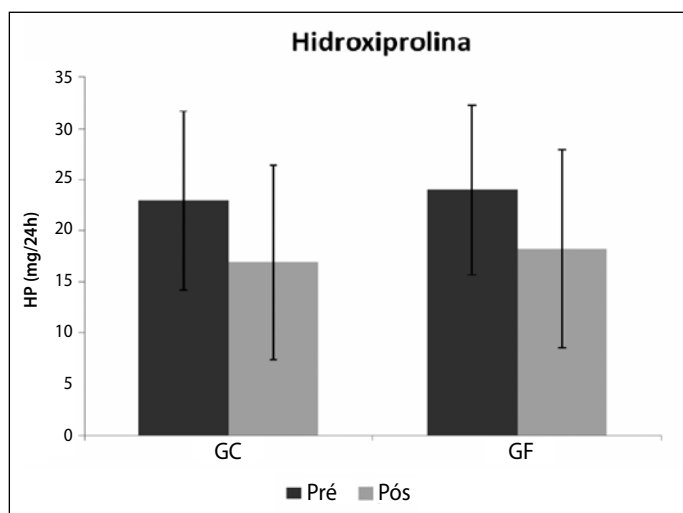


Figura 3. Comparação dos níveis de hidroxiprolina. GC = grupo controle; GF = grupo experimental (flexionamento estático).

DISCUSSÃO

Os resultados da comparação das alterações nos parâmetros neuromusculares demonstraram um aumento significativo dos níveis de força máxima estática e do grau de flexibilidade, associado à diminuição do grau de variabilidade dos valores de hidroxiprolina na urina, em favor da intervenção do flexionamento estático.

As melhoras no grau de flexibilidade e nos níveis de força obtidas pela intervenção de flexionamento estático também foram observadas em outro estudo²⁴, no qual se promoveu o treinamento da flexibilidade através do método do flexionamento estático, em 38 universitários, durante 10 semanas. Os autores verificaram a melhora significativa, para todas as variáveis analisadas, dentre elas a flexibilidade e a força.

Na flexibilidade, os valores de melhora obtidos por Kokkonen *et al.*²⁴ foram inferiores aos encontrados no presente estudo. Considerando que o método de treinamento em ambos os estudos foi semelhante, esta diferença, provavelmente, ocorreu pelo fato de o tempo de intervenção do experimento e o número de sessões semanais utilizadas por Kokkonen *et al.*²⁴ ser menor do que o realizado no presente estudo.

A força máxima foi avaliada nos movimentos de flexão e extensão do joelho. Os resultados demonstraram um aumento significativo de 15,3% para o movimento de flexão e de 32,4% para o movimento extensão. Diante dos resultados, em uma análise comparativa com o presente estudo, pode-se observar uma grande semelhança entre os estudos. Ambos comprovaram a melhoria dos níveis de força máxima com a intervenção crônica do treinamento pelo método estático, havendo, porém, diferença no protocolo de avaliação empregado e nas articulações avaliadas.

Nosso estudo também se assemelha a um outro²⁵ realizado com universitários brasileiros. Nele, 30 indivíduos, com idade entre 18 e 39 anos, dentre os quais 11 eram homens, realizaram um programa de flexionamento durante seis semanas. Os resultados revelaram ganhos significativos na flexibilidade e no ângulo do pico de torque da musculatura posterior da coxa e dos flexores e extensores do joelho. Estes resultados se assemelham ao presente estudo, embora a articulação avaliada, a amostra utilizada e os procedimentos metodológicos sejam diferentes.

A evidenciada melhoria da força muscular também foi verificada num trabalho²⁶ com exercícios de flexionamento estático e de FNP, durante 15 dias, em 19 voluntários. Os resultados relataram aumento no torque voluntário máximo isocinético, tanto no momento excêntrico como no momento concêntrico. Contudo, não avaliaram os efeitos da

flexibilidade. Os autores concluíram que os métodos avaliados serviram para aumentar o desempenho muscular.

A proposta de se verificar os efeitos do treinamento da flexibilidade também foi realizada em ratos. Resultados publicados apresentaram um aumento da massa muscular trabalhada após quatro e três semanas de intervenção^{27,28}. Isto sugere que o aumento do nível de força estaria associado ao aumento da massa muscular.

Para justificar esta hipótese, vale citar um estudo²⁹ no qual 30 minutos de alongamento diário foram suficientes para causar um aumento no número de sarcômeros em série. Coutinho *et al.*²⁸ foram além e relataram que, após as três semanas de alongamento por 40 minutos, houve aumento de 5% no comprimento e de 4% no número de sarcômeros em série.

Já a melhora da flexibilidade pode ser comprovada em outras pesquisas crônicas. Um estudo³⁰ que comparou os efeitos crônicos dos métodos de flexionamento estático e balístico, durante seis semanas, em 81 sujeitos saudáveis, com idade média de $27,1 \pm 4,4$ anos, divididos em três grupos, sendo um deles o grupo controle, ao comparar os efeitos provocados pelos respectivos métodos, verificou o aumento significativo da amplitude de movimento do tornozelo nos dois grupos experimentais. Vale ressaltar que este estudo se diferencia ao nosso, pois são utilizadas outras articulações e um tempo de intervenção bem menor (aproximadamente a metade).

Outro estudo³¹ que também verificou a melhora dos níveis de flexibilidade após um período de intervenção foi o realizado em 69 mulheres idosas com idade entre 60 e 70 anos, durante 24 semanas. Os autores compararam o efeito crônico dos métodos de flexionamento estático e do alongamento. Os resultados demonstraram uma média percentual de melhora para o flexionamento de 95,4%, muito maior que a observada no nosso estudo e na literatura em geral. Deve-se considerar, entretanto, que o tempo de intervenção e a amostra podem ter contribuído significativamente para esta diferença.

Os resultados da flexibilidade também podem ser comparados ao estudo de Conceição *et al.*⁴ também realizado com cadetes da Força Aérea Brasileira. Os autores realizaram uma pesquisa metodologicamente bastante similar ao presente estudo, somente diferindo o tempo de duração do período de intervenção. Ao contrário do presente estudo, que durou 12 semanas, eles compararam, após oito semanas de treinamento, o efeito de diferentes tempos de permanência no flexionamento estático. Para tanto, foram utilizados 49 adultos jovens do sexo masculino, também cadetes da EPCAR, divididos em quatro subgrupos amostrais, com faixa etária entre 15 e 19 anos. Os resultados do estudo indicaram que todos os grupos obtiveram ganhos significativos de flexibilidade e que 10 segundos são um tempo suficientemente eficiente para este aumento. Estes resultados confirmam os verificados no presente estudo, no qual também foram encontradas melhoras significativas dos níveis de flexibilidade após a utilização de 10 segundos de permanência no flexionamento estático.

Voigt *et al.*⁷ também realizaram um estudo metodologicamente parecido ao nosso. Nele, os autores verificaram o comportamento da flexibilidade de 59 homens, com idade média de $23,7 \pm 3,6$ anos, submetidos a uma única repetição de 10 segundos de duração do método de flexionamento estático. Embora o tempo de intervenção do estudo (16 semanas) seja maior que o realizado no nosso (12 semanas), em ambos os estudos o número de sessões de trabalho foi igual a 48. Isso porque na pesquisa realizada por Voigt *et al.*⁷ foram realizadas três sessões semanais. Já o presente estudo realizou quatro sessões semanais. Os resultados demonstraram, em ambos os estudos, aumentos significativos da amplitude articular em todos os movimentos avaliados.

Os níveis de HP, obtidos pela intervenção de flexionamento estático,

não demonstraram diferenças significativas, apesar de menores. Contudo, em função da diminuição da variância dos níveis de HP, observa-se melhora da condição física, uma vez que a HP representa uma correlação com as lesões musculares advindas do estresse muscular. Estes achados ainda carecem de outros estudos similares para uma maior e melhor discussão. Isto porque, em sua grande maioria, os estudos pesquisam os efeitos agudos da HP.

No entanto, Caetano *et al.*¹³ realizaram um estudo crônico dos níveis de HP em oito policiais militares, do gênero masculino, pertencentes à corporação do estado do Rio de Janeiro, com idade entre 25 a 45 anos, pacientes do Hospital Geral da Polícia Militar e portadores de lombalgia aguda. Eles verificaram os efeitos do alongamento misto, em 10 sessões de hidrocinestoterapia, sobre os níveis de HP urinária e sobre o quadro algico. Ao contrário do presente estudo, os resultados de Caetano *et al.*¹³ demonstraram um decréscimo significativo da HP, mesmo os policiais tendo realizado um volume de trabalho inferior. Provavelmente, este resultado se explica em função do quadro algico dos policiais. Por serem portadores de lombalgias agudas, os níveis de

HP estariam aumentados e, após o tratamento pela hidrocinestoterapia, a lesão do tecido muscular teria reduzido, também, significativamente os níveis de HP na urina.

Considerando os resultados que foram obtidos e apresentados neste estudo, assim como as suas limitações, podemos concluir que a prática de programas de flexionamento durante um longo prazo pode oportunizar, além do aumento significativo da flexibilidade, a melhora significativa dos níveis de força máxima estática, assim como a diminuição do grau de variabilidade dos valores de hidroxiprolina na urina. Contudo, um maior aprofundamento do assunto em questão é fundamental. A quantidade de estudos referentes à utilização do treinamento da flexibilidade para desenvolvimento da força ainda é muito pequena. Futuros pesquisadores deverão verificar se outros métodos de flexibilidade também são capazes de promover tal adaptação.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Pollock ML, Gaesser GA, Butcher JD, Despres JP, Dishman RK, Franklin BA, et al. ACSM Position Stand: The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness, and Flexibility in Healthy Adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30(6):975.
2. Torres JB, Conceição MCSC, Sampaio AO, Dantas EHM. Acute effects of static stretching on muscle strength. *Biomed Hum Kinet.* 2009;1:52-55.
3. Cardozo Gabriel, Torres Juliana Boscher, Dantas Estélio Henrique Martins, Simão Roberto. Comportamento da Força Muscular após o Alongamento Estático. *Rev Tr Desp.* 2006;7(1):73 - 76.
4. Conceição MCSC, Vale RGS, Bottaro M, Dantas EHM, Novaes JS Effects of four different permanence times of the static overstretching on the flexibility's young adults. *Fitn Perf J (Online Edition).* 2008;7(2):88-92.
5. Dantas Estélio H.M., Daoud Rejane, Trott Alexis, Jr, Rudy J. Nodari, Conceição Mario C.S.C. Flexibility: components, proprioceptive mechanisms and methods. *Biomed Hum Kinet.* 2011;3:39 - 43.
6. Pollock ML, Gaesser GA, Butcher JD. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in health adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30:975-991.
7. Voigt Luciane, Vale Rodrigo Gomes de Souza , Abdala Dennis William, Freitas Wagner Zeferino de , Novaes Jefferson da Silva, Dantas Estélio Henrique Martin. Effects of a ten seconds repetition of incentive of the static method for the development of the young adult me's flexibility. *Fitn Perf J (Online Edition).* 2007;6(6):352-356.
8. Chagas MH, Bhering EL, Bergamini JC, Menzel HJ. Comparison of two different stretching intensities in the range of motion. *Rev Bras Med Esp.* 2008;14:99-103.
9. Brown SJ, Child RB, Day SH, Donnelly AE. Indices of skeletal muscle damage and connective tissue breakdown following eccentric muscle contractions. *Eur J Appl Physiol.* 1997;75(4):369-374.
10. Simsek B, Karaca O, Karaca I. Urine products of bone breakdown as markers of bone resorption and clinical usefulness of urinary hydroxyproline: an Overview. *Chin Med J.* 2004;117(2):291-295.
11. Silva KLGL, Coelho RAP, Marins JCB, Dantas EHM. Efectos del estiramiento en los niveles de hidroxiprolina en practicantes del tiro de guerra. *Fitn Perf J.* 2009;4(6):348-351.
12. Nascimento V, Vargas ALS, Oliveira CJR, Junior HSM, Dantas EHM. Níveis de HP em Adultos Submetidos ao Flexionamento Dinâmico nos Meios Líquidos e Terrestre. *Fitn Perfor J.* 2005;3:150-156.
13. Caetano LF, Mesquita MG, Lopes RB, Pernambuco CS, Silva EB, Dantas EHM. Hidrocinestoterapia en la reducción de lesión lumbar evaluada a través de los niveles de hidroxiprolina y dolor. *Fitn Perf J.* 2006;5(1):39-43.
14. WMA. Declaration of Helsinki. Ethical principles for medical research involving human subjects. In: Adopted by the WMA General Assembly, Helsinki, Finland, June 1964 and last amended at the 59th WMA Assembly; 2008 October; Seoul; 2008.
15. Brasil. Normas para a Realização de Pesquisa em Seres Humanos. In: Saúde. Conselho Nacional de editor. Resolução 196/96 1996.
16. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr.* 2007;40(03):497-504.
17. Marfell-Jones M, Olds T, Stewart A, Carter L, editors. International standards for anthropometric assessment. ISAK. Potchefstroom, South Africa. ; 2006.
18. Dantas Estélio H. M., Carvalho José L. T., Fonseca Ronaldo M. O protocolo LABIFIE de goniometria. *Rev Tr Desp.* 1997;2(3):21-34.
19. Marinho PC, Júnior OA. Mensuração da força isométrica e sua relação com a velocidade máxima de jovens nadadores com diferentes níveis de performance. *Rev Bras Ciên Mov.* 2004;12:71-76.
20. Nordin BE, Hodgkinson A, Peacock M. The measurement and the meaning of urinary calcium. *Clin Orthop Relat Res.* 1967;May-Jun(52):293-322.
21. Nogueira A C, Simão R, Carvalho M C G A, Vale R G S, Dantas P M S. Concentração de Hidroxiprolina como marcador bioquímico do dano músculo esquelético após treinamento de resistência de força. *Rev Bras Ciên Mov.* 2007;15(2):33 - 38.
22. Dantas Estélio Henrique Martin, Salomão Pablo Teixeira, Vale Rodrigo Gomes de Souza, Achour Júnior Abdallah, Simão Roberto, Figueiredo Núbia Maria Almeida. Scale of perceived exertion in the flexibility (PERFLEX): A dimensionless tool to evaluate the intensity? *Fitn Perf J (Online Edition).* 2008;7(5):289-294.
23. Branco VR, Negrão Filho RF, Padovani CR, Azevedo FM, Alves N, Carvalho AC. Relação entre a tensão aplicada ea sensação de desconforto nos músculos isquiotibiais durante o alongamento. *Rev Bras Físio.* 2006;10(4):465 - 472.
24. Kokkonen Joke, Nelson Arnold G., Eldredge Carol, Winchester Jason B. Chronic Static Stretching Improves Exercise Performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(10):1825-1831.
25. Ferreira G, Salmela LFT, Guimarães CQG. Gains in Flexibility Related to Measures of Muscular Performance: Impact of Flexibility on Muscular Performance. *Clin J Sport Med.* 2007;17(4):276-281.
26. Worrell TW, Smith TL, Winegardner J. Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;20(3):154 - 159.
27. Stauber WT, Miller GR, Grimmett JG, Knack KK. Adaptation of rat soleus muscles to 4 wk of intermittent strain. *J Appl Physiol.* 1994;77(1):58 - 62.
28. Coutinho E.L., Gomes A.R.S., França C.N., Oishi J., Salvini T.F. Effect of passive stretching on the immobilized soleus muscle fiber morphology. *Braz J Med Bio Res.* 2004;37:1853-1861.
29. Williams PE. Use of intermittent stretch in the prevention of serial sarcomere loss in immobilised muscle. *Br Med J.* 1990;49(5):316 - 317.
30. Mahieu N, Mc Nair P, Muynck MDE, Stevens V, Blanckaert I, Smits N, et al. Effect of Static and Ballistic Stretching on the Muscle-Tendon Tissue Properties. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(3):494-501.
31. Varejão RV, Dantas EHM, Matsudo SMM. Comparação dos efeitos do alongamento e do flexionamento, ambos passivos, sobre os níveis de flexibilidade, capacidade funcional e qualidade de vida do idoso. *Rev Bras Ciên Mov.* 2007;15:87-95.