

Artigo original

Efeito agudo do alongamento estático sobre o desempenho da velocidade de jogadores de futebol profissional

Acute effect of static stretching on sprint performance of professional soccer players

Wagner Antônio B. da Silva, Esp.*, Igor Alexandre Fernandes, Esp.**, Cláudia de Mello Meirelles, Dra.***, Paulo Sergio Chagas Gomes, Ph.D.****

Laboratório Crossbridges da Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro, **Laboratório Crossbridges e Aluno do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu da Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro, *Laboratório Crossbridges, Universidade Gama Filho e Professora da Escola de Educação Física do Exército, Rio de Janeiro, **** Coordenador do Laboratório Crossbridges e Professor do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Educação Física da Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro*

Monografia apresentada no Programa de Pós-graduação Lato Sensu em Fisiologia do Exercício e Avaliação Funcional da Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro.

Resumo

O presente estudo investigou os efeitos de duas rotinas de alongamento estático de curta duração – 15 s e 30 s – sobre o desempenho do *sprint* de jogadores de futebol profissional. Vinte e cinco atletas, alocados aleatoriamente em dois grupos, foram submetidos ao teste de velocidade de 50 metros (TV50) em duas condições. Na condição CON, o TV50 foi determinado logo após uma rotina de aquecimento típica da prática do futebol. Na condição AE, além do aquecimento específico, o TV50 foi precedido por rotinas de alongamento estático com duração de 15 s (Gr15) ou 30 s (Gr30). O TV50 demonstrou alta confiabilidade com CCI de 0,960 ($P = 0,000$), erro técnico da medida de 0,10 s e 1,62 % e ausência de erro heterocedástico. Uma ANOVA com medidas repetidas não identificou interação grupo x teste, porém, encontrou aumentos significativos no TV50 de ambos os grupos (Gr15: $\uparrow 7,5\%$, $p = 0,000$; Gr30: $\uparrow 6,8\%$, $p = 0,000$). Os resultados sugerem que rotinas de alongamento, mesmo de curta duração, realizadas antes de uma corrida de velocidade, promovem uma diminuição no desempenho. Sendo assim, da mesma maneira como nas tarefas nas quais a força/potência são variáveis determinantes do desempenho, o alongamento estático não deve preceder atividades em que a velocidade é uma das variáveis principais ao desempenho de excelência.

Palavras-chave: exercícios de alongamento muscular, flexibilidade, potência, esportes.

Abstract

The purpose of the study was to investigate the effects of two different static stretching routines of short duration – 15 s and 30 s – on sprint performance in professional soccer players. Twenty-five athletes, randomly allocated into two groups (Gr15 and Gr30), performed a 50 m running sprint (TV50) in two different conditions. In the first condition (CON), the TV50 was determined just after a typical soccer warm-up. In the second condition (AE), besides the warm-up, TV50 was also preceded by different static stretching routine of either 15 s (Gr15) or 30 s (Gr30). The TV50 showed to be highly reliable with ICC of 0,960 ($p = 0.000$), typical error of the measurement of 0.10 s and 1.62 % and no heterocedastic error. Although an ANOVA with repeated measures did not identify a group x test interaction, the main effect test was observed showing that the time for TV50 significantly increased in both groups (Gr15: $\uparrow 7.5\%$, $p = 0.000$; Gr30: $\uparrow 6.8\%$, $p = 0.000$). The results suggest that short-duration static stretching performed prior to short sprint decreases running performance. Likewise, in tasks in which strength/power is determinant of performance, static stretching routines should not precede activities in which the sprint is an important variable related to performance.

Key-words: muscle stretching exercises, flexibility, power, sports.

Introdução

Comumente, rotinas de alongamento estático precedem a prática esportiva no intuito de garantir efeitos popularmente atribuídos a esta intervenção, tais como redução de lesões musculares e esqueléticas e redução na dor muscular tardia induzida pelo exercício. No entanto, de acordo com revisões sistemáticas da literatura [1,2], não há evidências que justifiquem tal procedimento. Ainda dentro desse contexto, rotinas de alongamento também são aplicadas como atividade condicionante no intuito de aumentar o desempenho em atividades subsequentes.

Em uma recente revisão da literatura, Rubini *et al.* [3] concluíram que o desempenho da força, nas suas mais diferentes manifestações, é significativamente reduzido quando precedido de rotinas de alongamento estático. Outros estudos, desde então, também têm relatado um déficit da força induzido por esta intervenção [4,5].

Mesmo diante deste fato, esta prática ainda permanece extremamente popular no cotidiano de inúmeras modalidades esportivas, com destaque para o futebol. Característica

importante para determinadas ações dentro dessa modalidade [6], o desempenho de força explosiva, expresso por meio de corridas de alta intensidade e curta distância (*sprint*), também parece ser reduzido como consequência da aplicação dos exercícios de alongamento estático [7-14]. Algumas dessas investigações [7,9,12] têm atribuído os efeitos deletérios sobre o desempenho do *sprint* à longa duração das rotinas de alongamento. No entanto, a inferência desses achados deve ser considerada com cautela, uma vez que rotinas aplicadas durante essas investigações não se assemelham aos protocolos adotados na prática esportiva.

Por outro lado, conforme observado na Tabela I, as investigações que contemplam rotinas de alongamento estático com menor duração apresentam achados contraditórios sobre o efeito que a intervenção exerce sobre o desempenho do *sprint* nas mais variadas distâncias. Em parte, os resultados controversos podem ser explicados pela ausência de informações a respeito da precisão da medida do tempo de *sprint*. Quando disponíveis, essas informações envolvem apenas valores de confiabilidade relativa, expressos através do coeficiente de correlação intraclasse (CCI).

Tabela I - Efeitos agudos de rotinas de alongamento sobre o desempenho do *sprint*.

Estudo	Amostra	Método Série x tempo	Distância (m)	
			Confiabilidade	Tempo de <i>sprint</i>
Presente estudo	25 jogadores de futebol profissional	AE – 1 x 15s	50 m	↑ 7,5%
		AE – 1 x 30s	CCI = 0,960 ETM 1,62 %	↑ 6,8 %
Siatras <i>et al.</i> [11]	11 H ginastas	AE – 1 x 30s	20 ND	↑ ND%
Fletcher e Jones [8]	97 H atletas de rugby	AE – 1 x 20s	20 CCI = 0,99	↑ 1,9%
Nelson <i>et al.</i> [9]	16 velocistas (H e M)	AE – 4 x 30s	20 CCI = 0,99	↑ 1,3%
Fletcher e Anness [7]	18 velocistas (H e M)	AE – 3 x 22s	50 CCI = 0,99	H ↑2,5% M ↑1,4%
Winchester <i>et al.</i> [13]	22 atletas (11 H e 11 M)	AE – 1 x 30s	40 CCI = 0,99	↑ 1,8%
Sayers <i>et al.</i> [10]	11 M atletas de futebol	AE – 1 x 30s	30 CCI = 0,98	↑2,1%
Taylor <i>et al.</i> [12]	13 H atletas de netboll	AE – 2 x 30s	20 ND	↑ 1,4%
Beckett <i>et al.</i> [14]	13 H atletas	AE – 1 x 20s	20 ND	↑ 0,8%
Little e Williams [16]	18 H atletas de futebol	6 min (total) (7 exercícios)	10 20	SD – 10m ↓ – 20min
Stewart <i>et al.</i> [17]	14 H atletas de rugby	AE - 1 X 45s	40 ND	SD
Vetter [18]	26 estudantes (14 H e 12 M)	AE – 1 x 30s	30 CCI = 0,98	SD
Favero <i>et al.</i> [19]	10 H treinados	AE – 2 x 45s	40 ND	SD

AE – alongamento estático; CCI – coeficiente de correlação intraclasse; ETM – erro típico da medida; H – Homens; M – mulheres; ND – Não disponível; SD – sem diferenças significativas.

De acordo com Atkinson e Nevill [15], as variáveis que expressam valores de confiabilidade absoluta, tais como erro típico da medida (ETM) e os limites de concordância de Bland-Altman, são mais apropriadas para determinar a precisão das medidas e, conseqüentemente, para interpretação de achados associados a elas.

Isto significa que, quando considerados os resultados da Tabela I, não é possível determinar se as pequenas alterações percentuais no tempo de *sprint* são resultado do efeito induzido pelo alongamento ou apenas do erro associado à medida desta variável.

De fato, as rotinas aplicadas na maior parte dos estudos apresentados anteriormente são muito semelhantes àquelas adotadas no cotidiano de diferentes práticas esportivas. Séries simples e múltiplas de exercícios de alongamento com duração de 20 s [8,14] e 30 s [10,11,13] parecem exercer efeitos discretos, contudo significativos, sobre o desempenho do *sprint*.

Considerando as características dessas rotinas, e o pequeno efeito que elas exercem sobre a tarefa, é razoável especular que exercícios de menor duração não exerceriam efeitos deletérios sobre o desempenho do *sprint*. Embora haja relatos na literatura que rotinas de menor duração (15 s) possam exercer efeitos significativos sobre os níveis de flexibilidade [20], intervenções com essa característica ainda não foram contempladas como variável independente nas investigações que têm como objeto de estudo o desempenho do *sprint*.

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi investigar os efeitos de duas rotinas de alongamento estático – 15 s e 30 s – sobre o desempenho do *sprint* de 50 m em jogadores de futebol profissional.

Materiais e métodos

A amostra foi constituída por 26 atletas voluntários, federados por um clube de futebol profissional da segunda divisão do estado do Rio de Janeiro, que estavam em fase de preparação para o campeonato estadual. Antes de iniciar a participação nos procedimentos experimentais, todos os voluntários assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido em conformidade com as normas éticas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde (Resolução 196/96). Este termo continha informações pertinentes aos procedimentos experimentais, assim como os possíveis riscos e desconfortos inerentes a estudos desta natureza. Os critérios de inclusão foram: 1) ausência de lesão em um período anterior a seis meses a partir da data do início dos testes; 2) idade entre 18 e 30 anos e 3) mesmo início de treinamento para a pré-temporada. Vinte e seis atletas foram assim selecionados para participar do estudo e alocados aleatoriamente em dois grupos experimentais (Gr15 e Gr30), cada um composto por 13 sujeitos. Subseqüentemente, um dos sujeitos foi excluído da amostra, com base na sua característica de *outlier* em relação ao grupo (vide detalhes a diante). As características físicas dos participantes que completaram o estudo são apresentadas na Tabela II.

Tabela II - Características físicas dos participantes do estudo.

	Grupos (Média ± DP)	
	15 s	30 s
Idade (anos)	21 ± 2,0	21 ± 2,0
Estatura (cm)	175,3 ± 6,7	174,4 ± 5,3
Massa corporal (kg)	69,8 ± 4,4	68,6 ± 8,1

Procedimentos experimentais

Os procedimentos experimentais foram realizados em um campo de grama natural em um total de quatro visitas. As duas visitas iniciais foram realizadas em um período de três dias (considerando o intervalo entre as visitas de 24 horas), e na semana seguinte, da mesma maneira, foram realizadas as visitas subseqüentes. No intuito de evitar possíveis influências do ciclo circadiano na variável dependente, as visitas foram realizadas sempre no período da manhã. No início de todas as visitas, todos os participantes, calçando chuteiras, foram submetidos a um aquecimento específico constituído por atividades desempenhadas na prática do futebol. Atividades como saltos, diversas variações de corrida e outros exercícios dinâmicos compuseram a rotina de aquecimento que tinha duração aproximada de 10 minutos.

Na visita inicial, denominada condição controle um (CON1), logo após o aquecimento, ambos os grupos foram submetidos a três *sprints* máximos com distância de 50 metros. Na segunda visita, denominada condição alongamento estático da semana um (AE1), após a realização da rotina de aquecimento, os voluntários foram submetidos a rotinas de alongamento estático, sendo que a duração dos exercícios foi definida de acordo com o grupo (Gr15 ou Gr30) no qual estavam alocados. Imediatamente após a aplicação das rotinas de alongamento, os voluntários foram novamente submetidos ao mesmo protocolo de *sprint*. Nas duas visitas subseqüentes, denominadas controle semana dois (CON2) e alongamento estático semana dois (AE2) os procedimentos experimentais realizados foram semelhantes aos descritos anteriormente. A repetição dos procedimentos foi justificada pela necessidade de determinar a confiabilidade da medida de *sprint* e assim assegurar que, na presença de um possível efeito do alongamento sobre o desempenho nos testes de velocidade, este não foi por causa do procedimento adotado e sim pelo tratamento aplicado. A Figura 1 ilustra os procedimentos descritos acima.

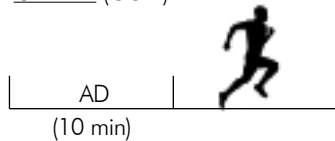
Teste de Velocidade de 50 Metros (TV50)

Os intervalos entre os estímulos foram aqueles suficientes para que os atletas retornassem ao ponto de partida, trotando levemente, para iniciar um novo *sprint*. Para essa medida, foram feitas demarcações no campo de futebol, sendo estas referentes aos pontos de partida e chegada (50 m). Os voluntários foram orientados a manter a velocidade de execução da tarefa até uma distância de aproximadamente 5 m após a linha de chegada. Os tempos obtidos no TV50 foram aferidos com

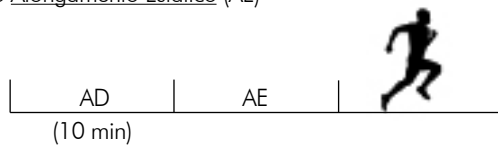
um cronômetro de mão (Technos, Modelo YP2151). Para isto, um investigador se posicionava na linha de chegada e ao mesmo tempo em que dava partida no cronômetro, indicava para o voluntário o início da tarefa através de sinalização visual e sonora (apito). No momento em que os participantes passavam pela linha de chegada, o pesquisador responsável parava o cronômetro para registrar o tempo necessário para o cumprimento da tarefa. O menor tempo (s) obtido nas três tentativas foi registrado para a análise estatística dos dados.

Figura 1 - Procedimentos experimentais.

Condição Controle (CON)*



Condição Alongamento Estático (AE)*



Legenda

AD: Aquecimento dinâmico - Saltos, corridas e movimentos específicos

AE: Alongamento estático - 3 exercícios - Grupo 15s (1 x 15s)
Grupo 30s (1 x 30s)



: 3 sprints máximos intervalados por 30s - Dist. 50 metros

*: Ambas as condições são realizadas duas vezes.

1ª semana (CON1 e AE1) 2ª semana (CON2 e AE2)

Protocolo de alongamento

Em ordem, os grupos musculares submetidos às rotinas de alongamento estático em ambos os membros inferiores foram os seguintes: 1) quadríceps; 2) isquiotibiais e 3) flexores do quadril (Figura 2). Em todos os exercícios, os participantes foram orientados a alcançar a posição na qual se encontrava o limite da amplitude de movimento articular e expressá-la oralmente a partir da sensação de maior desconforto. O tempo de manutenção da posição de alongamento foi determinado de acordo com o grupo no qual o sujeito estava alocado (Gr15 ou Gr30). Não houve intervalo entre os exercícios.

O exercício direcionado ao alongamento do quadríceps foi realizado com o sujeito de pé, mantendo o equilíbrio através da ajuda de um pesquisador. O voluntário, através de uma pegada invertida (mão direita em contato com o pé esquerdo e mão esquerda com o pé direito), segurando no dorso do pé, movimentou o calcâneo em direção a nádega enquanto realizava simultaneamente um movimento de hiperextensão do quadril (Figura 2A).

Para alongar os músculos isquiotibiais (Figura 2B), sentados com as pernas abduzidas e os braços completamente estendidos, os participantes foram orientados a realizar uma

máxima flexão de tronco buscando tocar a ponta dos pés com a falange distal dos dedos. Os músculos flexores do quadril foram alongados com o participante adotando a posição de agachamento com um dos joelhos apoiado no gramado e o outro flexionado a 90°. Os voluntários foram orientados a inclinar o tronco para trás induzindo o alongamento através de uma hiperextensão do quadril (Figura 2C).

Figura 2 - Exercícios de alongamento.



Análise estatística

A estabilidade da medida do tempo do TV50 foi determinada pelo coeficiente de correlação intraclasse (CCI) utilizando os valores obtidos por cada um dos voluntários nas condições CON1 e CON2. Valores de CCI também foram determinados quando os dados de ambos os grupos foram analisados em conjunto. O coeficiente de correlação de Pearson entre a média e a diferença absoluta entre as CON1 e CON2 foi usado para identificação de um possível erro heterocedástico.

O erro típico da medida (ETM) foi determinado através da equação sugerida por Hopkins [21], em que a precisão das medidas é determinada pela razão entre o desvio padrão das diferenças obtidas entre pares de medidas (CON1 e CON2) e a raiz quadrada do algarismo dois. O grau de concordância entre os valores obtidos nas mesmas medidas foi determinado através do método sugerido por Bland-Altman [22].

Uma análise de variância (ANOVA) de duas entradas (2 x 2 – grupo x teste) com medidas repetidas no segundo fator foi usada para identificar os efeitos de duas durações de alongamento estático (15 s e 30 s) sobre o desempenho no *sprint*.

Em outra análise, a diferença absoluta entre os valores das condições CON2 e AE2 foi expressa como valor percentual da medida obtida na mesma condição CON2. O teste t de Student independente foi aplicado para identificar possíveis diferenças entre as modificações percentuais entre os grupos (Gr15 e Gr30).

Com exceção das medidas de confiabilidade absoluta, as análises foram feitas através do uso de um software disponível comercialmente (SPSS, versão 17.0 para Windows, SPSS INC; Chicago, IL). O limite de significância estatística foi estabelecido em $p < 0,05$. Anterior ao uso da estatística paramétrica, a distribuição dos valores médios dos tempos do TV50 obtidos por cada um dos grupos nas condições CON e AE foi examinada através do teste de Shapiro-Wilk.

Resultados

Uma análise preliminar com todos os sujeitos foi realizada de modo a avaliar a característica dos dados observados.

O teste de Shapiro-Wilk identificou que os valores do TV50 em CON1 não apresentavam distribuição normal ($p = 0,002$) enquanto em CON2 mostrou valores limítrofes ($p = 0,053$).

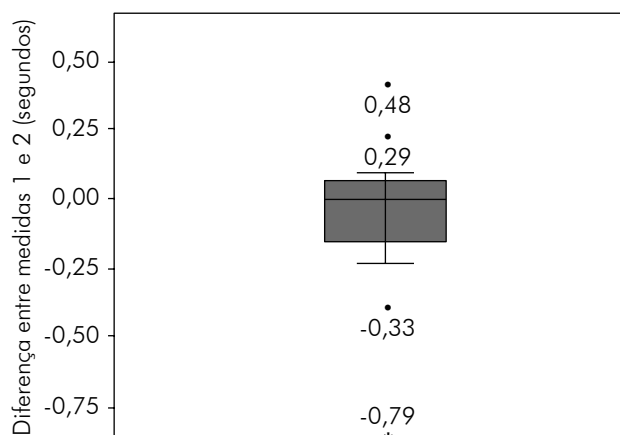
Subsequentemente, as diferenças entre os testes CON1 e CON2 foram usadas para o cálculo do gráfico *box plot*, considerando-se como *outlier* qualquer diferença maior que $Q3 + (3*AIQ)$ e menor que $Q1 - (3*AIQ)$, onde:

$Q1$ e $Q3$ são os quartis 1 e 3;

AIQ é o intervalo interquartil ou $Q3 - Q1$.

Desta maneira o critério de corte foi estabelecido para valores abaixo de $-0,48$ s e acima de $0,46$ s. A partir deste cálculo identificou-se um *outlier* que foi retirado da análise subsequente, restando assim 25 sujeitos ($Gr15 = 13$ e $Gr30 = 12$), como observado na Figura 3.

Figura 3 - Identificação de outlier a partir das diferenças entre os dois TV50 na condição sem alongamento (CON1 e CON2). Os quatro casos mostrados são possíveis outliers, porém só um ($-0,79$) foi considerado extremo, pois atingiu o critério de exclusão - diferença maior que $Q3 + (3*AIQ)$ e menor que $Q1 - (3*AIQ)$.



Um novo teste de Shapiro-Wilk demonstrou que a exclusão tornou a distribuição com características normais tanto para CON1 ($p = 0,070$) quanto para CON2 ($p = 0,139$).

As medidas de confiabilidade relativa (CCI) e absoluta (ETM) do tempo TV50 são apresentadas na Tabela III. Todos os valores de CCI alcançaram significância estatística, com o Gr15 apresentando maiores valores ($r = 0,960$; $p = 0,000$) do que os obtidos pelo Gr30 ($r = 0,894$; $p = 0,000$). Quando ambos os grupos foram analisados em conjunto, estes apresentaram valores de CCI de $0,939$ ($p = 0,000$).

Os valores de ETM absoluto e relativo de ambos os grupos em conjunto foram de aproximadamente $0,15$ s e $2,4\%$ respectivamente, enquanto separadamente foram de $0,10$ s e $1,6\%$ para Gr15 e $0,19$ s e $3,0\%$ para Gr30.

Tabela III - Variáveis associadas à confiabilidade da medida do tempo TV50.

	Média ± DP	ICC		ETM	
		R	P	s	%
Grupo 15 s (N = 13)					
CON1	6,36 ± 0,11	0,960	0,000	0,10	1,62
CON2	6,37 ± 0,94				
Grupo 30 s (N = 12)					
CON1	6,30 ± 0,27	0,890	0,000	0,19	3,0
CON2	6,31 ± 0,27				
Grupos 15 s + 30 s (N = 25)					
CON1	6,33 ± 0,33	0,919	0,000	0,15	2,41
CON2	6,34 ± 0,34				

CCI - coeficiente de correlação intraclass; DP - desvio padrão; ETM - erro técnico da medida (absoluto em s e relativo em %).

O grau de concordância entre os valores obtidos nas condições CON1 e CON2 podem ser observados nos gráficos de Bland-Altman apresentados na Figura 4. Os valores médios das diferenças entre CON1 e CON2, assim como os limites de concordância para cada um dos grupos separadamente ou em conjunto são apresentados na Tabela IV.

As correlações de Pearson entre a média dos valores obtidos e a diferença absoluta entre as condições CON1 e CON2 para os Gr15 ($r = 0,387$; $p = 0,191$) e Gr30 ($r = -0,013$; $p = 0,969$) e para os grupos combinados ($r = 0,210$; $p = 0,314$) não alcançaram significância estatística, caracterizando ausência de erro heterocedástico.

Para a análise dos efeitos do alongamento sobre o desempenho no TV50 foram considerados apenas os testes realizados nas condições CON2 e AE2, já que em análise preliminar não foram observadas diferenças significativas entre CON1 e CON2 e AE1 e AE2. Os resultados da ANOVA não identificaram interação grupo x teste, porém, foram encontradas diferenças significativas no efeito principal teste (CON2 x AE2) tanto para o Gr15 ($p = 0,000$) quanto para Gr30 ($p = 0,000$), conforme Figura 5. Embora não reportados, os mesmos resultados foram encontrados quando as comparações envolveram as condições CON1 e AE1.

Quando a diferença absoluta entre os valores das condições CON2 e AE2 foi expressa como valor percentual da medida obtida durante a condição CON2, o tempo de *sprint* após o alongamento estático para Gr15 e Gr30 aumentou em aproximadamente $7,5\%$ e $6,8\%$ respectivamente. O teste t de Student independente também não identificou diferenças significativas entre os grupos para estes valores percentuais ($p = 0,499$).

Figura 4 - Gráficos de Bland-Altman para a caracterização do erro nos momentos teste e reteste na condição sem alongamento (CON1 e CON2).

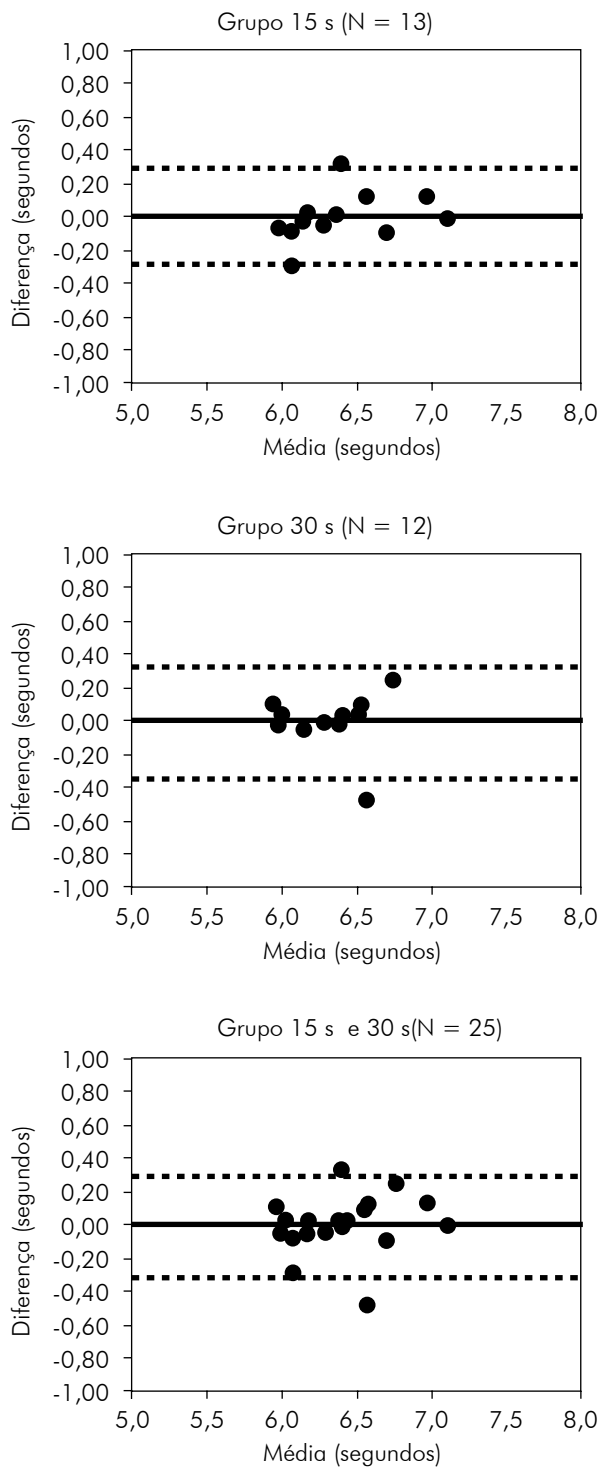


Tabela IV - Resultados da análise de Bland-Altman para cada grupo individualmente e ambos em conjunto.

Grupo	Média ± DP das diferenças (s)	Limites de concordância (s)
Grupo 15s (n = 13)	- 0,002 ± 0,146	- 0,2942 – 0,2896
Grupo 30 (n = 12)	- 0,011 ± 0,169	- 0,3498 – 0,3281
Grupos 15 s e 30 s (n = 25)	- 0,024 ± 0,217	- 0,4106 – 0,4591

DP – Desvio padrão.

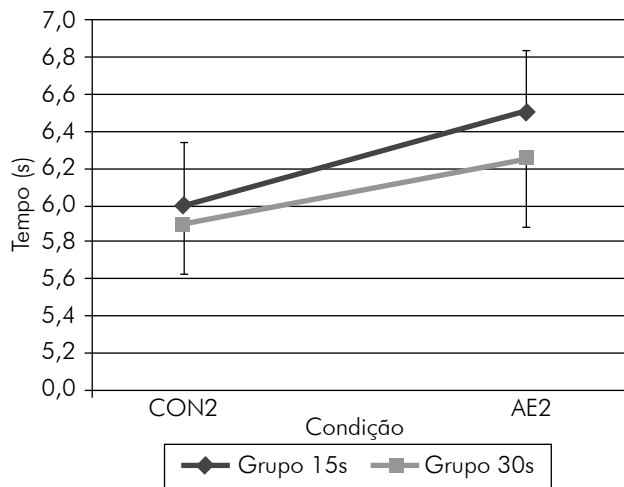
Discussão

Os achados da presente investigação sugerem que até mesmo uma rotina de alongamento estático com três exercícios realizados com uma única série de 15 s de duração é capaz de induzir efeito deletério significativo sobre o desempenho de um teste de velocidade de magnitude semelhante àquele induzido por uma intervenção de maior volume (1 x 30 s).

Até onde se tem conhecimento, não há relatos sobre os efeitos induzidos por rotinas de alongamento estático com a característica aqui estudada (1 x 15 s) sobre o desempenho de corridas de alta intensidade e curta distância. Diante da ausência de diferenças significativas entre as duas diferentes rotinas de alongamento, os resultados aqui reportados não apóiam a idéia que sugere a presença de uma relação de dose-resposta entre o volume de alongamento (duração dos exercícios e o número de séries) e a magnitude do efeito deletério induzido no desempenho. Entretanto, é importante lembrar que exercícios de alongamento têm suas intensidades avaliadas de maneira subjetiva, já que estas são limitadas pela sensação subjetiva de dor, que pode ser bastante diferente entre sujeitos.

Comparando com os estudos apresentados na Tabela I, as alterações percentuais resultantes da aplicação das duas rotinas de alongamento estático adotadas na presente investigação (7,5% – 1 x 15 s vs. 6,5% – 1 x 30 s) foram bem maiores do que aquelas reportadas por estudos anteriores. Independente do volume de alongamento e da distância percorrida nos testes de velocidade, grande parte das investigações tem relatado pequenos (\uparrow 0,8 – 2,5%), mas significativos, efeitos sobre o desempenho da tarefa executada. Segundo Winchester *et al.* [13], rotinas com características semelhantes à adotada por um dos grupos que compuseram a amostra do presente estudo (1 x 30 s) foram suficientes para induzir efeito deletério sobre o desempenho de atletas das mais diferentes modalidades (diminuição do desempenho em torno de 1,8 %). Já Nelson *et al.* [9] observaram que mesmo rotinas com maiores volumes (4 x 30 s) parecem induzir efeitos deletérios de magnitude semelhante (1,3 %) àqueles induzidos por menores volumes de alongamento quando aplicados em sujeitos que apresentam características semelhantes aos que compuseram a amostra do estudo de Winchester *et al.* [13].

Figura 5 - Comparação entre valores obtidos nas condições sem alongamento (CON2) e após alongamento estático (AE2) para ambas as rotinas de alongamento. Diferenças significativas entre as condições CON2 e AE2 para ambos os grupos ($p < 0,05$).



Diante da ausência de informações associadas à confiabilidade absoluta da medida adotada por estas investigações, a inferência dos achados tem de ser considerada com cautela, uma vez que não é possível determinar se as pequenas alterações percentuais nos tempos relatados nos diversos estudos foram conseqüentes do efeito induzido pelo alongamento ou do erro associado à medida desta variável. Dentro desse contexto, um objetivo secundário da presente investigação foi determinar os valores de confiabilidade relativa e absoluta da medida, e assim assegurar que os resultados encontrados aqui foram decorrentes de uma relação de causa e efeito entre as diferentes rotinas de alongamento e o aumento no tempo médio do TV50.

Os valores de CCI aqui observados, assim como a significância estatística alcançada por eles em cada grupo individualmente ou em conjunto, indicam alta reprodutibilidade no tempo do TV50 quando o teste é realizado em dias diferentes. Mesmo com características bem diferentes da medida frequentemente adotada em outras investigações (cronometragem acionada por célula foto elétrica), a amplitude de valores de CCI apresentados no presente estudo ($R = 0,890 - 0,960$) são ligeiramente menores do que aqueles tradicionalmente reportados na literatura (Tabela I).

Já a ausência de significância estatística das correlações de Pearson entre a média dos valores das condições CON1 e CON2 e a diferença absoluta entre as mesmas condições também obtidas por cada grupo individualmente ou em conjunto, indica que a variável dependente investigada não apresenta erro heterocedástico. A análise dos gráficos de Bland-Altman confirma a ausência de relação linear entre as diferenças absolutas entre as condições CON1 e CON2 e a magnitude da medida do tempo do TV50.

Considerando a característica da medida adotada no presente estudo, que além do provável erro conseqüente da

variabilidade biológica, poderia ser influenciada pela precisão do investigador responsável, sua precisão foi determinada através dos valores de ETM relativos e absolutos. A pequena amplitude de valores obtidos através da análise dos dados de cada grupo individual ou em conjunto, tanto para o ETM absoluto (0,10 – 0,19 s) quanto relativo (1,6 – 3,0 %), tende a confirmar a alta reprodutibilidade do TV50 quando este é determinado em dias diferentes nas mesmas condições.

Diante da ausência de informações a respeito da precisão da medida adotada pelas investigações resumidas na Tabela I, a pequena, mas significativa, amplitude de alterações nos tempos dos testes de velocidade ($\uparrow 0,8$ a $2,5$ %) reportada em seus resultados deve ser interpretada com cautela, principalmente se confrontada com os valores de ETM aqui reportados. Obstante a este fato, os efeitos induzidos pelas duas rotinas de alongamento adotadas no presente estudo foram refletidos por aumentos de 6,5 a 7,5% no tempo médio do TV50, estabelecendo assim uma relação de causa e efeito entre a intervenção e o reduzido desempenho da tarefa, uma vez que estes valores estão bem acima dos reportados para o ETM (1,62 – 3,0 %).

A propriedade de rigidez passiva da unidade músculo-tendinosa e a influência que exercícios de alongamento exercem sobre ela podem ser indicadas como prováveis causas do reduzido desempenho em provas de velocidade. A aplicação do alongamento estaria associada à redução na rigidez passiva, sendo esta conseqüência das alterações nos componentes mecânico e neuromuscular que atuam como mediadores da força que resiste a mudanças no comprimento da unidade músculo-tendinosa [23-27].

Conforme sugerido por Wilson *et al.* [28], a rigidez músculo-tendinosa estaria diretamente associada a um maior desempenho em ações concêntricas e isométricas, sendo resultantes de um efeito induzido por essa variável sobre a taxa inicial de desenvolvimento de força. Em sistemas músculo-tendinosos rígidos, a transmissão de força produzida pelo componente contrátil para os componentes elásticos em série e, finalmente para o sistema esquelético estaria aumentada, o que conseqüentemente facilitaria a taxa inicial do seu desenvolvimento [28]. O aumento na transmissão de força estaria diretamente associado à rigidez ou ausência de complacência do tecido tendinoso, que, por sua vez, reduziria o atraso eletromecânico, definido como espaço de tempo entre o aumento na atividade elétrica e a resposta mecânica do músculo [29, 30].

Considerando a importância da rápida produção de força/potência na fase de aceleração da curva de velocidade em ações que envolvem alta velocidade e curta duração, é provável que o efeito deletério induzido pelas duas diferentes rotinas de alongamento estático adotadas na presente investigação estejam associadas à fase inicial da tarefa. Sayers *et al.* [10] corroboram nossa especulação uma vez que relataram que exercícios de alongamento estático exercem efeito negativo sobre a fase de aceleração do *sprint*.

No entanto, outros mecanismos alternativos que estariam associados à fase de velocidade constante do *sprint* [31] têm sido propostos a partir dos eventos que acontecem durante a fase de contato com o solo. Durante essa fase, o músculo ativo é forçadamente alongado e há produção de trabalho negativo com parte da energia mecânica sendo absorvida na forma de energia potencial elástica de acordo com o grau de rigidez dos componentes elásticos em série. Uma rápida transição para fase de propulsão garante a utilização dessa energia em forma cinética, aumentando assim a produção da força e eficiência do movimento.

Desta forma, os achados de Kubo *et al.* [32], que relataram reduções significativas na rigidez dos tendões através da medida de ultrassom, em conjunto com aqueles apresentados por Kuitunen *et al.* [33] que relatam a existência de relação inversa entre a rigidez músculo tendinosa e o tempo de contato com o solo, indicam como potencial mediador do efeito induzido pelo alongamento sobre o *sprint* a reduzida capacidade de armazenar e reutilizar energia elástica na fase excêntrica e concêntrica do ciclo alongamento-encurtamento, respectivamente.

Segundo Komi e Gollhofer [34], além do estoque e liberação de energia elástica, dentro da fase excêntrica do ciclo, o alongamento do músculo ativo também induziria uma resposta reflexa a mudança do comprimento da unidade músculo tendinosa, contribuindo para a produção de força e rigidez. No entanto, Rosenbaum e Hennig [26] reforçam os achados associados à reduzida capacidade de armazenar energia elástica, uma vez que relataram redução significativa na amplitude da resposta reflexa do tríceps sural em conjunto com aumento no seu tempo de latência logo após a aplicação de uma rotina de alongamento.

Conclusão

Diante dos resultados aqui apresentados e em vista dos estudos anteriormente reportados, concluiu-se que os procedimentos muitas vezes utilizados em diversas modalidades esportivas nos momentos que antecedem a sua prática, aqui destacada a velocidade de alta intensidade e curta duração, deve ser reconsiderada. As evidências disponíveis na literatura não só indicam um pior desempenho nas tarefas em que a velocidade é fator preponderante, mas também naquelas em que a força/potência são requisitos básicos e necessários para o melhor desempenho.

É importante que outros estudos sejam realizados de modo a determinar de que maneira a intensidade dos exercícios de alongamento pode interferir no desempenho destas e de outras tarefas esportivas que envolvam a força, a potência e a velocidade de alta intensidade e curta duração. É possível que haja um efeito combinado entre a intensidade e a duração do alongamento. O mesmo deve ser feito com o alongamento balístico e a facilitação neuromuscular proprioceptiva.

Referências

1. Herbert RD, de Noronha M. Stretching to prevent or reduce muscle soreness after exercise. *Cochrane Database Syst Rev* 2007(4):CD004577.
2. Herbert RD, Gabriel M. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *BMJ* 2002;325(7362):468.
3. Rubini EC, Costa AL, Gomes PS. The effects of stretching on strength performance. *Sports Med* 2007;37(3):213-24.
4. Ogura Y, Miyahara Y, Naito H, Katamoto S, Aoki J. Duration of static stretching influences muscle force production in hamstring muscles. *J Strength Cond Res* 2007; 21(3):788-92.
5. Siatras TA, Mittas VP, Mameletzi DN, Vamvakoudis EA. The duration of the inhibitory effects with static stretching on quadriceps peak torque production. *J Strength Cond Res* 2008;22(1):40-6.
6. Stolen T, Chamari K, Castagna C, Wisloff U. Physiology of soccer: an update. *Sports Med* 2005;35(6):501-36.
7. Fletcher IM, Anness R. The acute effects of combined static and dynamic stretch protocols on fifty-meter sprint performance in track-and-field athletes. *J Strength Cond Res* 2007;21(3):784-7.
8. Fletcher IM, Jones B. The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. *J Strength Cond Res* 2004;18(4):885-8.
9. Nelson AG, Driscoll NM, Landin DK, Young MA, Schexnayder IC. Acute effects of passive muscle stretching on sprint performance. *J Sports Sci* 2005;23(5):449-54.
10. Sayers AL, Farley RS, Fuller DK, Jubenville CB, Caputo JL. The effect of static stretching on phases of sprint performance in elite soccer players. *J Strength Cond Res* 2008;22(5):1416-21.
11. Siatras TA, Papadopoulos G, Mameletzi DN, Gerodimos V, Kellis S. Static and dynamic acute stretching effect on gymnasts' speed in vaulting. *Pediatr Exerc Sci* 2003;15:383-391.
12. Taylor KL, Sheppard JM, Lee H, N. P. Negative effect of static stretching restored when combined with a sport specific warm-up component. *J Sci Med Sport* 2008. No prelo. doi:10.1016/j.jsams.2008.04.004.
13. Winchester JB, Nelson AG, Landin D, Young MA, Schexnayder IC. Static stretching impairs sprint performance in collegiate track and field athletes. *J Strength Cond Res* 2008;22(1):13-9.
14. Beckett JRJ, Schneiker KT, Wallman KE, Danson BT, Guelf KJ. Effects of static stretching on repeated sprint and change of direction performance. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41:444-50.
15. Atkinson G, Nevill A. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med* 1998;24(4):217-38.
16. Little T, Williams AG. Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high-speed motor capacities in professional soccer players. *J Strength Cond Res* 2006; 20(1):203-7.
17. Stewart MS, Adams R, Alonso A, Koesveld BVSC. Warm-up or stretch as preparation for sprint performance? *J Sci Med Sport* 2007;10:403-10.
18. Vetter RE. Effects of six warm-up protocols on sprint and jump performance. *J Strength Cond Res* 2007;21(3):819-23.
19. Favero JP, Midgley AW, Bentley DJ. Effects of an acute bout of static stretching on 40 m sprint performance: influence of baseline flexibility. *Res Sports Med* 2009;17(1):50-60.

20. Madding SW, Wong JG, Hallum A, Medeiros J. Effect of duration of passive stretch on hip abduction range of motion. *J Orthop Sports Phys Ther* 1987;8(8):409-16.
21. Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med* 2000; 30(1):1-15.
22. Bland J, Altman D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;8:307-10.
23. 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):342-7.
24. 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):622-8.
25. 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):632-9.
26. Rosenbaum D, Hennig EM. The influence of stretching and warm-up exercises on Achilles tendon reflex activity. *J Sports Sci* 1995;13(6):481-90.
27. Avela J, Komi PV. Interaction between muscle stiffness and stretch reflex sensitivity after long-term stretch-shortening cycle exercise. *Muscle Nerve* 1998;21(9):1224-7.
28. Wilson GJ, Murphy AJ, Pryor JF. Musculotendinous stiffness: its relationship to eccentric, isometric, and concentric performance. *J Appl Physiol* 1994;76(6):2714-9.
29. Muraoka T, Muramatsu T, Fukunaga T, Kanehisa H. Influence of tendon slack on electromechanical delay in the human medial gastrocnemius in vivo. *J Appl Physiol* 2004; 96(2):540-4.
30. Wilson JM, Flanagan EP. The role of elastic energy in activities with high force and power requirements: a brief review. *J Strength Cond Res* 2008;22(5):1705-15.
31. Mero A, Komi PV, Gregor RJ. Biomechanics of sprint running. A review. *Sports Med* 1992;13(6):376-92.
32. Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol* 2001; 90(2):520-7.
33. Kuitunen S, Komi PV, Kyrolainen H. Knee and ankle joint stiffness in sprint running. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(1):166-73.
34. Komi PV, Gollhofer A. Stretch reflexes can have an important role in force enhancement during SSC exercise. *J Appl Biomech* 1997;13:451-60.