



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA
FCS/ESS

LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA

PROJECTO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II

Efeitos Agudos do Alongamento no Músculo e na Performance Muscular: Revisão Bibliográfica

Guilherme João Albernaz Neves
Estudante de Fisioterapia
Escola Superior de Saúde - UFP
19631@ufp.edu.pt

Dra. Luísa Amaral
Mestre Assistente
Universidade Fernando Pessoa
lamaral@ufp.edu.pt

Porto, Junho de 2012

Índice

Resumo.....	3
Abstract	3
1. Introdução.....	4
2. Metodologia	5
3. Resultados	6
4. Discussão.....	11
5. Conclusão.....	13
6. Bibliografia.....	14

Resumo

Objectivo: O objectivo deste projecto foi o de reunir artigos que estudassem os efeitos agudos do alongamento na performance e força máxima, permitindo assim, uma revisão bibliográfica.

Metodologia: Foi feita uma pesquisa em bases de dados com a MEDLINE/Pubmed research, b-on, e PEDro, para artigos do ano de 2000 até à actualidade, na língua inglesa. Os artigos tinham que ser todos experimentais, e tinham que respeitar os termos usados na pesquisa. Foram excluídos os artigos que fugissem minimamente ao tema. Também o uso dos nomes de autores foi usado, como forma de pesquisa, para poder ter mais estudos sobre este tema.

Resultados: Todos os artigos seleccionados tiveram resultados idênticos, com provas de que um alongamento estático e por técnica de facilitação neuromuscular proprioceptiva (PNF) diminuía a performance muscular e também a força máxima. Já um alongamento dinâmico tinha como efeito um aumento da força e da performance muscular. **Conclusões:** Idealmente, deverão ser usados como forma de aquecimento para actividade física, os alongamentos dinâmicos, e evitar usar alongamentos estáticos(protocolos prolongados) ou por PNF.

Palavras-chave: Alongamento, performance muscular, força muscular, facilitação neuromuscular proprioceptiva, alongamento estático, alongamento dinâmico

Abstract

Objective: The objective of this study was to gather articles that would study the effects of stretching in muscle performance and in maximal voluntary force. **Methods:** A search in databases like MEDLINE/Pubmed research, b-on, and PEDro were made, for articles from the year 2000 to the present day, in the English language. The articles had to be experimental and all had to respect the terms used in the research. All who did not respect the study's topic were excluded. Further on the research, names of authors were used, in order to get access to more articles of the same subject. **Results:** All articles had identical results, proving that static or PNF stretching could diminish performance and maximal voluntary force. As for dynamic stretch, improvements in performance and force are achieved. **Conclusion:** Ideally, dynamic stretches should be used as a warm up for physical activities, avoiding the use of static or PNF stretching.

Key words: Stretching, muscle performance, muscle force, proprioceptive neuromuscular facilitation, static stretch, dynamic stretch.

1. Introdução

A importância dos alongamentos no exercício tem vindo a ser discutida já há algum tempo. Muitos são os estudos feitos à volta deste tema, mas poucas são as conclusões retiradas deles. Com resultados díspares e métodos diferentes na abordagem do assunto, este tema tornou-se complexo.

Habitualmente, o alongamento é usado como forma de aquecimento antes da atividade, para uma melhor performance e para prevenir lesões (Gallon *et al.*, 2011; Kokkonen *et al.*, 2007; Lacaze *et al.*, 2010; McMillian *et al.*, 2006; Muscolino, 2006; Thacker *et al.*, 2004; Woods *et al.*, 2007). Estes estudos referem que um alongamento constante, ao longo de um período de tempo de aproximadamente um mês, leva a uma maior amplitude de movimento, resultando daí os efeitos referidos (Gallon *et al.*, 2011; Kokkonen *et al.*, 2007; Lacaze *et al.*, 2010; McMillian *et al.*, 2006; Thacker *et al.*, 2004; Woods *et al.*, 2007). No entanto, existem outros estudos que põem em causa os efeitos agudos/imediatos de um alongamento. Neles surgem provas de que o alongamento antes do exercício pode levar à diminuição da força muscular e da performance (Anning; Behm *et al.*, 2004; Bradley *et al.*, 2007; Cramer *et al.*, 2005; Marek *et al.*, 2005; McMillian *et al.*, 2006; Nelson *et al.*, 2005; Nogueira *et al.*, 2010; Parsons *et al.*; Power *et al.*, 2004; Thacker *et al.*, 2004). Outros artigos provam que um alongamento estático, ao fim de três semanas, apenas tem como resultados o aumento da tolerância à distensão das fibras musculares, e não um aumento da capacidade de alongar das mesmas (Law *et al.*, 2009; Folpp *et al.*, 2006). Consultadas algumas revisões sistemáticas sobre os efeitos dos alongamentos na prevenção de lesões, estas não chegam a um resultado específico, não conseguindo provar se são benéficos ou não (Yeung *et al.*, 2001; Herbert *et al.*, 2002; Costa *et al.*, 2008). Segundo Muscolino (2006), existem vários tipos de alongamentos usados ou para o desporto/atividade física, ou para a reabilitação: estático passivo; estático ativo; dinâmico; por contração agonista; ativo isolado; por contração-relaxamento; através da contração do agonista por contração-relaxamento. Todos estes servem para aumentar a capacidade de estiramento das fibras musculares, através de métodos diferentes e com resultados diversos.

Transpondo e interligando este conceito biomecânico para a mecânica de materiais (ou engenharia mecânica), sabemos que, quando uma força externa causa uma alteração na forma de um material, este tende a voltar à sua forma inicial. A esta propriedade dá-se o nome de elasticidade. R. Hooke estudou que a deformação de um material é directamente proporcional à força aplicada nele, surgindo assim a Lei de Hooke (Carlos, 1979; Stephens, 1970;

Timoshenko, 1970). No entanto, quando é atingido o limite de elasticidade, entramos no campo da deformação plástica. Esta deformação surge quando é ultrapassado o ponto de torção, definido pelo critério de *yielding* (Chakrabarty, 1987). Assim, podemos definir elasticidade como a propriedade que um material tem de, após sofrer uma deformação, voltar à sua forma original. Já a plasticidade é a capacidade de deformação do material, após ter atingido o limite de elasticidade, sem quebrar nem romper. Nesta fase, o material já não tem a capacidade de voltar à forma original, mantendo-se numa forma alterada, proporcionada pela força que o deformou (Carlos, 1979; Stephens, 1970; Timoshenko, 1970). Quanto maior for a aplicação de forças que deformam o material, mais perto de atingir o critério de *yielding* se está, visto que o desgaste do material leva à deformação permanente (Chakrabarty, 1987).

Da mesma forma que duas forças em sentidos opostos deformam diferentes materiais, também podem deformar um tecido muscular. Assim, um músculo, ao ser alongado até ao seu limite, vai ter a capacidade de, através de informações vindas do cérebro, em resposta a um estímulo dos órgãos tendinosos de *Golgi*, se distender ainda mais, criando uma alteração na forma habitual do músculo (Muscolino, 2006). O objectivo deste projecto é fazer uma revisão sistemática de artigos que estudem os efeitos agudos dos alongamentos no músculo, no momento de força máxima, relacionando as diferentes técnicas e protocolos usados com os resultados obtidos, permitindo assim perceber se estas alterações que surgem nos músculos vão ou não comprometer a sua actividade. Ser-nos-á permitido também conhecer quais os tipos de alongamentos mais eficazes e quais os menos, como forma de preparação de um músculo para actividade, provando-se útil na melhoria da performance de atletas de alta competição ou mesmo para utentes de serviços de saúde.

2. Metodologia

Para a revisão bibliográfica, foram utilizadas bases de dados eletrónicas como a MEDLINE/Pubmed research, b-on, e PEDro. Em todas estas, foram colocados limites de pesquisa. Assim, apenas artigos do ano de 2000 até à actualidade surgiram como resultado, e também artigos escritos em inglês. Como termos específicos para a pesquisa, foram usadas as palavras “*stretching*”, “*static stretching*”, “*proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretching*”, “*muscle*”, “*acute effects*”, com separadores “*OR*” e “*AND*”, dependendo dos termos usados. As categorias em que foram colocados os termos foram categorias gerais, ou categorias cujo termo surgisse no título ou no *abstract*. Ao fim de algum tempo de pesquisa, e já com alguns artigos escolhidos, aplicaram-se, como termos, nomes de alguns autores para

pesquisar mais sobre o trabalho destes dentro do tema. Também foi pesquisada a bibliografia de artigos considerados relevantes e do tema a ser revisto. Como critério de exclusão, ficaram de parte estudos cujo texto integral não fosse fornecido e todo e qualquer estudo que, com o uso dos termos estipulados anteriormente, fugissem ao tema.

Como estratégia de pesquisa, inicialmente foram considerados como relevantes os artigos que tivessem como título, ou no *abstract*, algum dos termos, mesmo que isolado. Na fase seguinte, já só foram guardados artigos com a combinação dos termos. A última pesquisa foi feita no mês de Março do ano de 2012.

3. Resultados

Após a leitura dos artigos e feitas as devidas exclusões, 9 foram escolhidos para revisão, conseguindo, assim, uma amostra total de 192 elementos, dos quais 164 se referiam a homens e 28 a mulheres. As idades estavam compreendidas entre os 14 anos e os 44 anos, sendo que esta última apenas surgiu num estudo. O estudo mais antigo é de 2004, e todos são experimentais. No quadro 1, estão resumidos os resultados e protocolos de alongamento de cada artigo.

No artigo de Behm *et al.* (2004), são comparados os efeitos de um protocolo de alongamento estático com um protocolo sem alongamento, no equilíbrio, na força muscular e no tempo de reacção e de movimento. Foram usados 16 elementos do sexo masculino como amostra, com idade média de 24 anos. O protocolo de alongamento foi constituído por 3 exercícios de alongamento, cada um repetido 3 vezes durante 45 segundos, com 15 segundos de descanso entre cada repetição. Os alongamentos tiveram como grupo muscular alvo o quadricípite, os isquiotibiais e o tricípite sural. O grupo de controlo era constituído pelos mesmos elementos que o grupo do protocolo, tendo os testes, sido feitos em dias diferentes. No final do estudo, os resultados obtidos com o grupo que usou o protocolo não mostraram alterações significativas na produção de força, mas mostraram uma diminuição do equilíbrio ($P < 0,009$) e uma diminuição do tempo de reacção e do tempo de movimento ($P < 0,001$).

Bradley *et al.* (2007), compara 4 protocolos na performance de salto em altura, com uma amostra de 18 homens (com média de 24 anos), a passar por todos estes. Os protocolos estão divididos em 3 de alongamentos (estático, balístico e por técnica PNF) e 1 de controlo, todos feitos em dias diferentes. Cada um tem 5 exercícios de alongamentos para os músculos

quadrícipite, isquiotibiais, e tricípite sural com 4 repetições de 30 segundos de duração. Nos resultados, pode-se constatar que os alongamentos estáticos e por PNF diminuíram a performance muscular, ou seja, houve uma diminuição da altura de salto ($P < 0.05$). Já os alongamentos balísticos não provocaram alterações significativas.

Cramer *et al.* (2005) relaciona a força máxima, força média, electromiografia e mecanomiografia antes e após um alongamento estático, tudo testado num único dia. Neste artigo são usados 21 indivíduos como amostra, sendo 7, mulheres e 14, homens. O protocolo de alongamento consiste em 4 exercícios diferentes para alongar o músculo quadrícipite, repetido 4 vezes cada um, durante 30 segundos, com 20 segundos de descanso entre eles. Após a experiência, obtiveram-se como resultados, uma diminuição na força muscular máxima ($P < 0.05$).

Segundo Marek *et al.* (2005), numa comparação entre um protocolo de alongamento estático com um protocolo de alongamento por PNF, para a produção de força máxima, ambos os protocolos causaram uma diminuição da performance muscular ($P = 0.051$ e $P = 0.041$, respectivamente). Neste estudo foram usados 10 elementos do sexo feminino e 9 elementos do sexo masculino como amostra, tendo uma idade média de 23 e 21 anos, respectivamente. Nos protocolos foram feitas medições antes e depois dos exercícios de alongamento. Exercícios esses que consistiam em 4 tipos de alongamento estático, repetido 4 vezes cada um, durante 30 segundos, para o protocolo de alongamento estático. Para o protocolo de alongamento por PNF, utilizaram-se 3 exercícios de alongamento estático e 1 de alongamento por PNF, com 5 segundos de contração mais 30 segundos de alongamento estático para este último. De considerar ainda que houve um aumento da amplitude de movimento activo e passivo após alongamentos ($P < 0.01$).

No artigo de McMillian *et al.* (2006) comparou-se um protocolo de alongamento dinâmico com um protocolo de alongamento estático, e estes comparados com um protocolo sem alongamentos. Usaram-se 30 elementos do sexo masculino como amostra, com idades compreendidas entre os 18 e os 24 anos. Em cada um dos protocolos realizaram-se 10 exercícios dos respectivos tipos de alongamento para os músculos quadrícipite, isquiotibiais, e tricípite sural, tendo os 3 diferentes protocolos, sido realizados em 3 dias seguidos. Ao todo, estes exercícios duraram 10 minutos. No fim, quando comparados os resultados destes protocolos com o protocolo de controlo (sem alongamento), verificou-se um aumento da

performance muscular com o alongamento dinâmico ($P < 0.01$), não se registando alterações significativas entre o controlo e o protocolo de alongamento estático.

Nelson *et al.* (2006) teve como objectivo, no seu artigo, tentar saber se alongamentos passivos têm efeitos sobre a performance numa prova de velocidade. Para isso, comparou 3 protocolos que envolviam alongamento com um protocolo de controlo (sem alongar), realizados em 4 dias consecutivos. Os 3 primeiros protocolos referiam-se ao alongamento do membro inferior que ficasse à frente no início de uma corrida, ou o que ficasse atrás, ou ambos os membros inferiores. Cada um dos 16 elementos constituintes da amostra tiveram que passar pelos 4 protocolos, sendo que os 3 que envolviam alongamento, eram constituídos por 3 exercícios de alongamento estático, repetidos 4 vezes, durante 30 segundos, para os músculos do quadríceps, isquiotibiais e tricéps sural. Como resultados, obteve-se uma diminuição da performance muscular, ou seja, aumento do tempo de corrida, quando usados os 3 protocolos de alongamento ($P < 0.05$).

No artigo de Nogueira *et al.* (2010), é comparado um protocolo de alongamento por técnica de PNF, com um protocolo de controlo, no salto em altura. Foram usados 26 homens com idade média de 21 anos. Todos fizeram os dois protocolos, com 48h de separação entre eles. Os exercícios de alongamento tinham a duração de 35 segundos, em que 5 segundos eram de contração, com uma duração total de todo o protocolo de 10 minutos. Após cálculo dos resultados verificou-se uma diminuição da performance ($P < 0.001$), que durou aproximadamente 10 minutos.

Parsons *et al.* (2006) comparou um protocolo de alongamento dinâmico com um protocolo de alongamento estático, no salto em altura e salto em comprimento. Fez medições da distância de salto antes e depois de cada um dos tipos de alongamento, em 34 elementos do sexo masculino com idade entre os 14 e os 18 anos. Cada protocolo envolvia como grupo muscular o quadríceps, os isquiotibiais, o tricéps sural, os glúteos e os flexores da anca. No alongamento dinâmico 4 exercícios diferentes foram feitos, com 15 repetições cada, mais 1 exercício com 5 repetições. No alongamento estático, não definiram no artigo o protocolo específico do que foi feito. Os resultados mostraram uma melhoria da performance com os alongamentos dinâmicos (diferença entre resultados de alongamento dinâmico e estático - $P = 0.29$). Já os alongamentos estáticos, tiveram como resultado uma diminuição da performance ($P < 0.05$).

Tabela 1 – Protocolos de alongamento com respectivo resultado

Autor	Amostra	Exercício de alongamento	Protocolo do alongamento	Resultados
Behm <i>et al.</i> (2004)	16 homens	3 exercícios de alongamento estático; Músculos/ grupo muscular: Quadríceps, Isquiotibiais, Tríceps sural.	<u>Alongamento estático</u> : 45s x 3 repetições; cada exercício + 15s de descanso entre cada repetição.	Sem alterações significativas na produção de força máxima. Diminuição do equilíbrio ($P < 0,009$), do tempo de reacção e de movimento ($P < 0,001$)
Bradley <i>et al.</i> (2007)	18 homens	5 exercícios de alongamento estático; Grupo muscular: Quadríceps, Isquiotibiais, Tríceps sural.	<u>Alongamento estático</u> : 30s x 4 repetições cada exercício.	Diminuição da performance muscular no salto vertical (diminuição da altura de salto) ($P < 0,05$) com uso de alongamentos estáticos e por PNF. Alongamento balístico teve pouca alteração na performance muscular.
		5 exercícios de alongamento com uso de PNF; Grupo muscular: Quadríceps, Isquiotibiais, Tríceps sural.	<u>Alongamento por PNF</u> : 25s de alongamento + 5s com contração x 4 repetições cada exercício.	
		5 exercícios de alongamento balístico; Grupo muscular: Quadríceps, Isquiotibiais, Tríceps sural.	<u>Alongamento balístico</u> : 30s de alongamento cada exercício x 4 repetições cada exercício.	
Cramer <i>et al.</i> (2005)	7 homens 14 mulheres	4 exercícios de alongamento estático; Músculo: Quadríceps.	<u>Alongamento estático</u> : 30s x 4 repetições cada exercício + 20s de descanso entre repetições.	Diminuição da força muscular máxima ($P < 0,05$)
Marek <i>et al.</i> (2005)	9 homens 10 mulheres	3 exercícios de alongamento estático; 1 exercício de alongamento com método de contrair-relaxar (PNF); Músculo: Quadríceps.	<u>Alongamento estático</u> : 30s x 4 repetições (rep.) cada exercício. <u>Alongamento PNF</u> : 5s com contração + 30s alongamento estático x 4 rep.	Aumento da amplitude de movimento activa e passiva ($P < 0,001$). Diminuição da força muscular máxima ($P = 0,051$), e da média da força muscular ($P = 0,041$).
		4 exercícios de alongamento estático Músculo: Quadríceps	<u>Alongamento estático</u> : 30s x 4 repetições cada exercício	

McMillian <i>et al.</i> (2006)	30 homens	8 exercícios de alongamento estático; Grupo muscular: Quadríceps, Isquiotibiais, Tríceps sural.	<u>Alongamento estático</u> : duração total de 10 minutos.	Aumento da performance muscular com alongamento dinâmico ($P < 0,01$). Sem alterações significativas entre protocolo de alongamento estático e protocolo sem alongamento.
		10 exercícios de alongamento dinâmico; Grupo muscular: Quadríceps, Isquiotibiais, Tríceps sural.	<u>Alongamento dinâmico</u> : duração total de 10 minutos.	
Nelson <i>et al.</i> (2005)	11 homens 5 mulheres	3 exercícios de alongamento estático; Grupo muscular: Quadríceps, Isquiotibiais, Tríceps sural.	<u>Alongamento estático</u> : 30s x 4 repetições; 4 protocolos: sem alongamento, alongamento do membro inferior direito, alongamento do membro inferior esquerdo, alongamento dos dois membros inferiores.	Diminuição da performance muscular na corrida (aumento do tempo de corrida) ($P < 0,05$), quando usados os 3 protocolos que envolvem alongamentos.
Nogueira <i>et al.</i> (2010)	26 homens	Exercícios de alongamento com uso de PNF; Músculo: Quadríceps.	<u>Alongamento PNF</u> : duração de 10 minutos, com 4 repetições cada exercício e 5 segundos de contração com 30 de alongamento máximo.	Diminuição da performance no salto vertical no momento após o alongamento e após 10 minutos ($P < 0,001$).
Parsons <i>et al.</i> (2006)	34 homens	5 exercícios de alongamento estático; Grupo muscular: Quadríceps, Isquiotibiais, Tríceps sural, Glúteos, Flexores da anca.	<u>Alongamento estático</u> : não definido.	Diminuição da performance ($P < 0,05$).
		5 exercícios de alongamento dinâmico Grupo muscular: Quadríceps, Isquiotibiais, Tríceps sural, Glúteos, Flexores da anca	<u>Alongamento dinâmico</u> : 4 exercícios com 15 repetições + 1 exercício com 5 repetições.	Melhoria da performance: diferença de resultados entre alongamento estático e dinâmico ($P = 0,29$).
Power <i>et al.</i> (2004)	12 homens	2 exercícios de alongamento estático; Músculos: Quadríceps, Isquiotibiais, Tríceps sural.	<u>Alongamento estático</u> : 45s x 3 repetições.	Aumento da amplitude de movimento activa (6%). Diminuição da força muscular máxima (5,4%). Duração de ambos os efeitos: 120 min.

No artigo de Power *et al.* (2004) comparam-se 2 protocolos nos efeitos na força e no salto. Um deles envolvia alongamento estático e o outro foi de controlo. 12 elementos do sexo masculino foram usados, com idade entre os 20 anos e os 44 anos. Para os alongamentos estáticos foram feitos 2 exercícios, repetidos 3 vezes, durante 45 segundos cada para os músculos quadricípites, isquiotibiais e tricípites sural. Como resultados, obtiveram-se uma diminuição da força muscular máxima (5,4%) juntamente com um aumento da amplitude de movimento activa (6%). Ambos os resultados duraram 120 minutos.

4. Discussão

Esta revisão sistemática chega a resultados evidentes. Em todos os artigos surgiram alterações na performance muscular após alongamentos estáticos, dinâmicos ou por PNF.

Comparando resultados, apercebemo-nos que em quase todos os artigos que testavam os alongamentos estáticos chegaram a conclusões estatisticamente relevantes de uma diminuição da performance muscular (Behm *et al.*, 2004; Bradley *et al.*, 2007; Cramer *et al.*, 2005; Marek *et al.*, 2005; Nelson *et al.*, 2005; Parsons *et al.*, 2006; Power *et al.*, 2004). McMillian *et al.* (2006) também testou os efeitos do alongamento estático na performance, mas os resultados atingidos não provaram alterações. Numa análise mais profunda deste último artigo, quando comparado com todos os outros referidos anteriormente, verificamos uma mudança no protocolo, sendo que este, segundo o próprio autor, é constituído por 8 exercícios de alongamento estático, com duração de 10 minutos, sem referência ao número de repetições. Os protocolos dos outros artigos são todos idênticos entre eles, variando entre 2 a 5 exercícios de alongamento, repetidos entre 3 a 5 vezes, com duração de 30 a 45 segundos, sendo que, os que duram mais tempo, coincidem com os que têm menos exercícios diferentes como preconizado por Power *et al.* (2004), com 2 exercícios diferentes realizados durante 45 segundos cada repetição. McMillian *et al.* (2006) refere ainda a diferença entre um protocolo que tenha como objectivo o aumento de amplitude articular e um protocolo que tenha como objectivo um aquecimento muscular previamente à actividade física. Marek *et al.* (2005) e Power *et al.* (2004) a par dos resultados relativos à diminuição da performance, mediram também a amplitude articular antes e após alongamento, verificando um aumento desta. Com várias medições, tiveram como resultado uma proporcionalidade inversa entre a performance e a amplitude, ou seja, enquanto os efeitos do alongamento, no que toca ao aumento de amplitude, se mantiveram, também os efeitos de diminuição da performance muscular se

manteve, levando a que, com um aumento agudo da amplitude, diminui a capacidade de resposta muscular. Surgiram, ao longo da revisão, casos em que as medições de força ou salto no grupo de controlo eram feitas no mesmo dia que as medições com alongamento (Cramer *et al.*, 2005; Marek *et al.*, 2005; Parsons *et al.* 2006). Nestes casos, o único protocolo existente consistia em aquecimento, teste sem alongamento, alongamento e teste pós-alongamento, o que poderia causar uma análise errada ao não considerar uma diminuição de capacidade devido à fadiga. Em todos estes artigos, algum tempo de descanso era dado entre testes (30 minutos aproximadamente) e, mesmo sendo feitos no mesmo dia, os resultados são idênticos aos obtidos pelos restantes artigos. Assim, chegamos à conclusão que, seguindo um protocolo de alongamento estático mais rígido, existe uma diminuição da performance muscular. Relativamente aos alongamentos através de técnicas de PNF, facilmente nos apercebemos que, também estes, provocam efeitos desvantajosos nos músculos, quando usados antes de exercício físico. Nos artigos que estudaram este tipo de alongamento, os resultados foram sempre os mesmos, ou seja, uma diminuição da performance muscular (Bradley *et al.*, 2007; Marek *et al.*, 2005; Nogueira *et al.*, 2010). Bradley *et al.* (2007) e Marek *et al.* (2005) têm protocolos idênticos, como referido anteriormente. Já Nogueira *et al.* (2010) tem como protocolo uma duração de 10 minutos de alongamento por PNF, sem definir quantos exercícios diferentes faz, nem quantas repetições, nem se quer quais os exercícios. Mesmo assim, os resultados apontam para os mesmos efeitos. Com o uso de alongamentos dinâmicos, os resultados diferem dos restantes tipos de alongamento, visto que, segundo McMillian *et al.* (2006) e Parsons *et al.* (2006), este provoca um aumento da performance muscular. Apesar destes resultados, não podemos propriamente concluir que é benéfico, visto que, dos artigos seleccionados, apenas 2 estudaram este tipo de alongamento. No entanto, todos estes resultados vão de encontro a uma outra revisão bibliográfica de artigos sobre o mesmo tema (Anning, 2012). Neste mesmo artigo, também os alongamentos estáticos e por PNF são considerados como prejudiciais para a capacidade muscular, ao contrário do alongamento dinâmico, que é considerado benéfico como antecedente da actividade física. Nenhuma teoria foi ainda estabelecida como justificação para estes resultados, no entanto, algumas hipóteses surgem, com base no uso da electromiografia (EMG) e mecanomiografia (MMG). Cramer *et al.* (2005), Marek *et al.* (2005) e Power *et al.* (2004) fizeram medições usando estes métodos e verificaram que, após alongamento, houve um aumento da amplitude de MMG com diminuição de amplitude para EMG. Isto significa que houve uma diminuição da rigidez do músculo (quanto maior for a amplitude de MMG, menor a rigidez muscular) e uma diminuição da activação muscular/diminuição do número de unidades motoras do músculo

(Beck *et al.*, 2005; Purkayastha, S. *et al.*, 2006). Assim, tal como um material se pode deformar quando atinge a plasticidade (Carlos, 1979; Chakrabarty, 1987; Stephens, 1970; Timoshenko, 1970), também um músculo pode alterar a sua forma, ao perder a rigidez, levando assim, a que a activação deste se torne mais complicada, como explica também Purkayastha *et al.* (2006) quando se refere à diminuição do número de unidades motoras.

5. Conclusão

Existe já um número considerável de estudos sobre este tema, com resultados idênticos. Assim, supostamente, os alongamentos podem influenciar positiva ou negativamente o exercício.

Um alongamento dinâmico provoca efeitos positivos antes de um treino de força ou treino específico de desporto, enquanto que um alongamento estático ou por PNF já leva à diminuição das capacidades musculares, sendo, por isso, de evitar antes de treinos.

Contudo, alongamentos estáticos e por PNF, são os ideais para serem usados como forma de aumento de amplitude, seja para bem-estar (principalmente estático), seja como forma de tratamento (principalmente por PNF), quando supervisionados por profissionais qualificados.

Após as conclusões obtidas por todas as investigações referenciadas na literatura, resta agora que se comecem a aplicar estes estudos nos treinos quer individuais (ginásio), quer coletivos (desporto), com o objectivo de melhorar a performance e os resultados obtidos e nunca de uma forma prejudicial. Portanto, contribuindo para a maximização da força muscular e, conseqüentemente, do rendimento individual e coletivo dos desportistas, prevenindo assim eventuais lesões.

6. Bibliografia

Anning, J. Influence of Pre-exercise Stretching on Force Production. In *National Strength and Conditioning Association Hot Topic*, 4 págs.

Beck, T. *et al* (2005). Mechanomyographic Amplitude and Frequency Responses During Dynamic Muscle Actions: A Comprehensive Review. In *BioMedical Engineering OnLine*, volume 4, 27 páginas. Disponível em <http://www.biomedical-engineering-online.com/content/4/1/67> [consultado em 05/06/2012].

Behm, D. *et al* (2004). Effect of Acute Static Stretching on Force, Balance, Reaction Time, and Movement Time. In *Medicine & Science in Sports & Exercise*, volume 36, 1397-1402.

Bradley, P. *et al* (2007). The Effect of Static, Ballistic and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Vertical Jump Performance. In *Journal of Strength and Conditioning Research*, volume 21, 223-226.

Carlos, S. (1979). Rehabilitation medicine and rehabilitation engineering: its correlation, particularly in biomechanics. In: Akkas, N. (1979). Progress in Biomechanics. *Sjithoff and Noodhoff International Publishers B. V.*, Netherland, pp. 33 e 34.

Chakrabarty, J. (1987). Theory of Plasticity. In *McGraw-Hill International Editions, Engineering Mechanics Series*; First edition, página 55.

Costa, B.; Vieira, E. (2008). Stretching to reduce work-related musculoskeletal disorders: a systematic review. In *Journal of Rehabilitation Medicine*, volume 40, 321-328.

Cramer, J. *et al* (2005). The Acute Effects of Static Stretching on Peak Torque, Mean Power Output, Electromyography, and Mechanomyography. In *European Journal of Applied Physiology*, volume 93, 530-539.

Folpp, H. *et al* (2006). Can Apparent Increases in Muscle Extensibility With Regular Stretch be Explained By Changes in Tolerance to Stretch. *Australian Journal of Physiotherapy*, volume 52, 45-50.

Gallon, D. *et al* (2011). The effects of stretching on the flexibility, muscle performance and functionality of institutionalized older women. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, volume 44, 229-235.

Herbert, R.; Gabriel, M. (2002). Effects of Stretching Before and After Exercising on Muscle Soreness and Risk of Injury: Systematic Review. *British Medical Journal*, volume 325, 5 págs.

Kokkonen, J. *et al* (2007). Chronic Static Stretching Improves Exercise Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, volume 39, 1825-1831.

Lacaze, D. *et al* (2010). Stretching and joint mobilization exercises reduce call-center operators' musculoskeletal discomfort and fatigue. *Clinics (São Paulo)*, volume 65, 657-662.

Law, R. *et al* (2009). Stretch Exercises Increase Tolerance to Stretch in Patients With Chronic Musculoskeletal Pain; A Randomized Controlled Trial. In *Journal of the American Physical Therapy Association*, volume 89, 1016-1026.

Marek, S. *et al* (2005). Acute Effects of Static and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Muscle Strength and Power Output. In *Journal of Athletic training*, volume 40, 94-103.

McMillian, D. *et al* (2006). Dynamic vs. Static-Stretching warm up: The effects on power and agility performance. In *Journal of Strength and Conditioning Research*, volume 20, 492-499.

Muscolino, J. (2006). "Cinesiologia: O Sistema Esquelético e a Função Muscular (primeira edição), In *Lusodidacta*, página 582-583, 617-618.

Nelson, A. *et al* (2005). Acute effects of passive muscle stretching on sprint performance. In *Journal of Sports Sciences*, volume 23, 449-454.

Nogueira, C. *et al* (2010). Acute Effect of the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Method on Vertical Jump Performance. In *Biomedical Human Kinetics*, volume 2, 1-4.

Parsons, L. *et al* (2006). Static vs. Dynamic Streaching on Vertical Jump and Standing Long Jump. 50-51.

Power, K. *et al* (2004). An Acute Bout of Static Stretching: Effects on Force and Jumping Performance. In *Journal of the American College of Sports Medicine*, volume 4, 1389-1396.

Purkayastha, S. *et al* (2006). Surface Electromyographic Amplitude-to-work Ratios During Isokinetic and Isotonic Muscle Actions. In *Journal of Athletic Training*, volume 41, 314-320.

Stephens, R. (1970). Strength of Materials: Theory and Examples. In *Eward Arnold Publishers LT*. páginas 1 a 3.

Thacker, S. *et al* (2004). The Impact of Stretching on Sports Injury Risk: A Systematic Review of the Literature. In *Medicine & Science in Sports & Exercise*, volume 36, 371-378.

Timoshenko, S.; Goodier, J. (1970). Theory of Elasticity (third edition). In *McGraw-Hill International Editions*. páginas 1 a 8.

Woods, K *et al* (2007). Warm-Up and Stretching in the prevention of muscular injury. In *Sports Medicine*, volume 37, 1089-1099.

Yeung, E.; Yeung, S. (2001). A Systematic Review of Interventions to Prevent Lower Limb Soft Tissue Running Injuries. In *British Journal of Sports Medicine*, volume 35, 383-398.