



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Ciências Sociais e Humanas

**O efeito do aquecimento na performance
da corrida de sprint:
Uma breve revisão da literatura**

Nelson Barata São Martinho

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Ciências do Desporto
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Daniel A. Marinho

Covilhã, junho de 2012

Agradecimentos

Embora uma tese seja, pela sua finalidade académica, um trabalho individual, há contributos de natureza diversa que não podem e nem devem deixar de ser realçados. Por essa razão, desejo expressar os meus sinceros agradecimentos:

Ao Professor Doutor Daniel Marinho, meu orientador, pela competência científica e acompanhamento do trabalho, pela disponibilidade sempre manifestada, assim como pelas críticas, correções e sugestões relevantes feitas durante a orientação.

À minha namorada, companheira e amiga, Sandrina Faustino Alves, que sempre me estimula a crescer científica e pessoalmente, pela preocupação, trocas de impressões, comentários ao trabalho e acima de tudo pelo amor e apoio incondicional.

Aos meus avós, Álvaro Barata e Maria José, pelo inestimável apoio, educação, paciência e compreensão reveladas ao longo destes anos.

À minha irmã, Estela São Martinho, pelo exemplo dado ao longo destes anos, quer pessoal e profissionalmente, pela preocupação, amizade e apoio.

E por fim, mas não menos importante, aos meus pais, Lídia Barata e José São Martinho, pela educação, incentivo e oportunidade de estudo, o meu muito obrigado.

Resumo

Evidências que exploram os efeitos do aquecimento em corridas de curta duração e alta intensidade são controversas. Com isso, esta revisão propõe-se avaliar a influência dos efeitos do aquecimento ativo na performance de provas de potência e velocidade como as de sprint. A pesquisa foi realizada em diversas bases de dados (PubMed, SPORTDiscus, ScienceDirect) usando combinações dos seguintes termos de referência: “warm-up”, “warm up”, “warming-up”, “warming up”, “pre-exercise”, “stretch”, “stretching”, “performance improvement”, “improved performance”, “physical activity”, “sports”, “sports performance”, “performance”, “sprint” e “sprint performance”. Selecionaram-se estudos que envolvessem corridas de sprint, sem restrição de modalidade e com componentes de aquecimento implícitas. Com a análise e síntese dos vários estudos que foram desenvolvidos e que investigaram os efeitos do aquecimento ativo na performance desportiva da corrida de sprint, concluiu-se que o efeito do aquecimento, depende do tipo de alongamento e atividade desenvolvida, sendo que, protocolos dinâmicos, influenciam positivamente a performance do sprint, ao contrário dos estáticos que devem ser eliminados da rotina de aquecimento.

Palavras-Chave

Aquecimento, Alongamento, Performance Desportiva, Corrida de Sprint.

Abstract

Evidence that explore warming effects on sprint performance is controversial. This review aims to evaluate the influence of active warming effects on performance tests of power and speed as the sprint. The search was conducted in several databases (PubMed, SPORTDiscus, ScienceDirect), using combinations of the following keywords: "warm-up", "warm up", "warming-up", "warming up", "pre-exercise", "stretch", "stretching", "performance improvement", "improved performance", "physical activity", "sports", "sports performance", "performance", "sprint" e "sprint performance". There were selected studies involving sprints, with unrestricted modality and heating components implied. The analysis and summary of several studies have been developed and investigated the warming effects on sprint performance. It was concluded that the effect of warming, depends on the type of stretching and activity developed. Moreover, dynamic protocols positively influence the performance of the sprint, contrary to static that must be eliminated from warming routines.

Keywords

Warming, Stretching, Sports Performance, Sprint.

Índice

1. Introdução	1
2. Revisão da Literatura	3
2.1. O Aquecimento Desportivo: Definição e Efeito	3
2.2. O Aquecimento ativo na Corrida de Sprint	6
3. Componentes do Aquecimento Ativo na Corrida de Sprint	11
3.1. Intensidade	11
3.2. Volume	12
3.3. Intervalo de Recuperação	12
3.4. Tipos de Alongamento	13
4. Conclusão	16
5. Limitações do Estudo	18
6. Recomendações	19
7. Referências Bibliográficas	20

1. Introdução

O termo aquecimento no desporto é definido como um período de exercício preparatório para intensificar a posterior competição ou o desempenho de treino (Hedrick, 1992). A melhoria de desempenho é um conceito que mede o output de um determinado processo ou procedimento e, que em seguida, modifica isso para aumentar a eficácia do processo ou procedimento inicial (Bishop, 2003b). Este desempenho pode relacionar-se com qualquer competição ou com a performance no treino.

O tradicional paradigma do aquecimento, geralmente, inclui um breve período de exercício de baixa intensidade aeróbia, seguida de alongamento e exercícios específicos do desporto praticado (Safran, Seaber, & Garrett Jr, 1989). No entanto, muitos praticantes de desporto pensam que realizando um ou dois dos exercícios, recomendados pela literatura, já estão a realizar um aquecimento adequado.

O exercício prévio, mais conhecido como aquecimento, tem por objetivo preparar o atleta, física e mentalmente, conduzindo a sua musculatura até ao ponto onde o trabalho ocorre com maior eficiência (Faigenbaum et al., 2006). As diferentes tarefas de aquecimento procuram alcançar a elevação da temperatura muscular e corporal e através dos seus mecanismos adjacentes provocar efeitos potenciadores do rendimento (Ingjer & Strømme, 1979; Wright, 1973; Wright & Johns, 1961).

Smith (1994) afirma que o objetivo geral de um pré-exercício de aquecimento é o aumento do músculo e a elasticidade do tendão, estimulação do fluxo sanguíneo para a periferia, aumento da temperatura muscular e melhoria nos movimentos livres coordenados. Portanto, a não realização das três componentes de aquecimento, acima descritas, pode não atingir o mínimo das exigências necessárias para o aquecimento muscular (Smith, 1994).

Evidências demonstram que o aumento da temperatura corporal, proporcionado pelo exercício prévio, é benéfico para o desempenho. Por outro lado, a temperatura corporal é um dos mecanismos de fadiga conhecidos, podendo levar a menor tolerância de esforço (González-Alonso et al., 1999). Este aumento de temperatura poderá ser conseguido através de meios externos, de forma passiva, ou através da realização de exercícios físicos, de forma ativa. Quando comparados estes dois tipos de aquecimento, registaram-se valores inferiores na frequência cardíaca e, simultaneamente, maiores consumos de oxigénio após a realização de aquecimento ativo, condições que parecem favorecer a melhoria de performance. Assim, para além de ser o mais utilizado pelos desportistas, apresenta-se como o mais indicado pela literatura já que promove um conjunto de alterações não só relacionadas com os mecanismos de temperatura e que parecem influenciar positivamente o rendimento desportivo (Brunner-Ziegler, Strasser, & Haber, 2011).

Tal como a temperatura corporal, a fadiga e a intensidade do exercício prévio são controversas. A fadiga muscular resulta de vários fatores, e estes relacionam-se com as

exigências específicas do exercício que causam a mesma. Muitos atletas, sem realização de exercício prévio, não vão para as competições, pois afirmam que com isto evitam lesões e acreditam que a performance melhora com a realização do mesmo (González-Alonso, et al., 1999).

Embora muitos autores aconselhem a componente-alongamento na prevenção de lesões (Safran, et al., 1989), algumas revisões sugerem que este, imediatamente antes do exercício, não previne lesões (Shrier, 1999). Uma revisão apresentada por Hart (2005) mostrou não existirem evidências que suportem a teoria de que o alongamento possa evitar lesões. No entanto, e apesar de escassa, existe alguma evidência sugerindo que o alongamento pode prevenir lesões (Shrier, 2002). Outros autores recomendam o alongamento para melhorar a performance desportiva (Shellock & Prentice, 1985), pelo que não parece haver consenso sobre a temática.

Dado ao foco e importância que os desportistas profissionais dão ao aquecimento, há uma quantidade surpreendentemente limitada de investigação de qualidade, para avaliar se o aquecimento melhora a performance. Como resultado, os procedimentos do aquecimento são geralmente efetuados com base no ensaio e experiência de erro do desportista ou treinador, o oposto do estudo científico (Wahl, Zinner, Yue, Bloch, & Mester, 2010).

Participantes amadores e de desportos recreativos não parecem seguir o mesmo aquecimento que os desportistas profissionais (Fradkin, Cameron, & Gabbe, 2007). De acordo com Dantas (2003), para desportos de desempenho rápido e explosivo (p.e. a corrida de 100m), o exercício prévio assume importância fundamental, havendo a necessidade de aquecimento intenso (Dantas, 2003).

Embora a prática de alguns componentes do aquecimento recomendado sejam amplamente realizáveis, o valor do aquecimento torna-se uma digna questão de investigação, pois ainda existe uma divisão na literatura entre benéfico, prejudicial ou sem qualquer efeito sobre a performance do indivíduo.

Com a presente revisão procurarei analisar e resumir os diferentes estudos que foram desenvolvidos e que investigaram os efeitos do aquecimento desportivo na performance da corrida de sprint, bem como, indicar algumas recomendações que possam ser utilizadas pelos desportistas durante o sprint e pelos técnicos desportivos para melhorar a eficiência do aquecimento na prestação desportiva.

2. Revisão da Literatura

2.1. O Aquecimento Desportivo: Definição e Efeito

A realização de exercícios preparatórios referidos como “aquecimento” é uma prática bastante difundida entre atletas e treinadores de alto nível e também entre pessoas que praticam atividade física apenas por lazer e para melhorar a condição física. O aquecimento desportivo pode ser entendido como o conjunto desses exercícios preparatórios que visam a melhoria do rendimento (Hedrick, 1992). Pretende-se que o mesmo provoque um aperfeiçoamento da dinâmica muscular, reduza o risco de lesão e prepare o desportista para as exigências da tarefa a cumprir (Woods, Bishop, & Jones, 2007). Durante uma rotina de aquecimento convencional são realizados, basicamente, três tipos de exercícios: 1) um exercício de caráter geral com componente aeróbio, como correr, pedalar ou nadar; 2) exercícios de alongamento; e 3) movimentações típicas da modalidade com intensidade reduzida. Este protocolo de aquecimento é praticado, indistintamente, por atletas de diferentes modalidades desportivas, o que nem sempre pode ser adequado (Batista, Roschel, Barroso, Ugrinowitsch, & Tricoli, 2010).

A combinação de um elevado número de variáveis e a própria complexidade da relação entre estas (p.e. volume, intensidade e intervalo de recuperação) não simplifica a sua definição, assim como a inexistência de um padrão normalizado de aquecimento (Fradkin, Zazryn, & Smoliga, 2010). As experiências individuais dos praticantes e respetivos treinadores têm funcionado como pilar da sua elaboração. De facto, a investigação científica pouco ou nada tem contribuído para demonstrar a eficácia do aquecimento. A maioria dos estudos realizados neste âmbito não é recente, contando com a participação de um número reduzido de indivíduos, e por vezes com escassa informação metodológica e estatística (Bishop, 2003a, 2003b).

De entre as várias classificações, a literatura reclama duas técnicas principais de aquecimento: i) o aquecimento passivo, que recorre ao uso de meios externos, como a sauna, o banho quente ou a utilização de equipamentos de ultrassons; e ii) o aquecimento ativo, que pressupõe a realização de atividade física que, geralmente, induz maiores alterações metabólicas e cardiovasculares no organismo (Bishop, 2003b). Através da utilização destas duas formas de aquecimento é possível “provocar” alterações na homeostasia do organismo, preparando-o para a tarefa seguinte. Como sugerido pelo próprio nome, o aumento da temperatura corporal e intramuscular, e os mecanismos associados a esse aumento, são apontados como principais efeitos destas tarefas preparatórias (Bishop, 2003a).

O aquecimento ativo parece melhorar o rendimento aeróbio pois ele permite que o atleta comece o esforço subsequente (competição) sem fadiga. Um aumento da temperatura muscular associado ao aquecimento pode melhorar o desempenho de muitas maneiras (Bishop, 2003b).

Quando sujeitos a atividade, os músculos geram calor e, conseqüentemente, a sua temperatura aumenta proporcionalmente à carga de trabalho a que foram sujeitos (Saltin, Gagge, & Stolwijk, 1968). Com uma série de exercícios de intensidade moderada, entre os 80% e os 100% do limiar anaeróbio, a temperatura corporal aumenta rapidamente durante 3 a 5 minutos e atinge um equilíbrio aos 20 minutos. Este equilíbrio poderá ser registado em cerca de 2 a 3°C acima da situação de repouso (Bell & Ferguson, 2009; S. Gray & Nimmo, 2001). O aumento da temperatura para valores entre os 38.1°C e os 38.6°C resulta no aumento do consumo de oxigénio (aumenta 0.81 durante os 4 minutos de corrida) e na menor concentração de lactato sanguíneo (30%) durante a recuperação (Ingjer & Strømme, 1979). Complementariamente, o aumento de temperatura muscular afeta o rendimento do praticante pela diminuição da resistência viscosa dos músculos e articulações (Wright, 1973; Wright & Johns, 1961) e diminuição da rigidez das fibras musculares durante a contração (Buchthal, Kaiser, & Knappeis, 1944). A temperatura faz aumentar o fluxo sanguíneo para a periferia, provavelmente como resposta a uma maior exigência termorregulatória (Pearson et al., 2011). Esta hipertermia resultante do exercício provoca uma vasodilatação microvascular do músculo-esquelético e o aumento do fluxo sanguíneo poderá ser de, aproximadamente, 20 mL/100g/min numa fase inicial de atividade (Pearson, et al., 2011). Cumulativamente, a mais fácil dissociação entre o oxigénio e a hemoglobina faz elevar a libertação do oxigénio nos músculos ativos (McCutcheon, Geor, & Hinchcliff, 1999). Também a velocidade das reações musculares é estimulada através da hipertermia de exercício. Desta forma, a eficiência da fosforilação oxidativa, da glicogenólise, glicólise, e da degradação de moléculas de elevada energia faz aumentar a potência do músculo (Febbraio, Carey, Snow, Stathis, & Hargreaves, 1996). Contudo, apesar desses efeitos positivos, é importante que o aquecimento não seja muito intenso ou seguido de um inadequado período de recuperação. Realmente, enquanto o aquecimento tem demonstrado melhorar o desempenho aeróbio, ele pode ter um efeito prejudicial se causar depleção de substratos ou um significativo aumento na solicitação da termorregulação. O aquecimento causaria, provavelmente, um aumento da temperatura corporal, fazendo com que o atleta inicie a competição com temperatura corporal mais elevada. Em condições de temperatura e humidade ambiente elevada, iniciar a atividade com a temperatura corporal mais próxima dos valores críticos pode prejudicar o rendimento e causar maior sobrecarga sobre o sistema termoregulatório e cardiovascular (Tucker, 2008). Já o arrefecimento do corpo com imersão em água fria ou arrefecimento do ar pode ser benéfico nessas condições onde o acumulo de calor no organismo pode ser prejudicial para o rendimento (Ückert & Joch, 2007). No entanto, o acesso a esse tipo de prática não parece tão fácil de ser realizada em ambientes de competição e, em alguns casos, onde a competição se inicia com intensidades elevadas, poderia ser até prejudicial.

Excluindo situações como as descritas anteriormente, para melhorar o rendimento aeróbio é importante estruturar um aquecimento que seja de suficiente intensidade, duração e recuperação, sem causar fadiga significativa. Enquanto um aquecimento ótimo depende de muitos fatores, parece que um aquecimento realizado a 60-80% do Vo_2max por 5-10min,

seguido por período de recuperação igual ou menor que 10min, pode melhorar o desempenho aeróbio (Bishop, 2003b; Ückert & Joch, 2007). Além disso, técnicas de aquecimento passivo (com cobertores térmicos) podem ser importantes para manter o aumento da temperatura produzida pelo aquecimento ativo, especialmente se existe um inevitável atraso entre o aquecimento e o início da competição ou se o tempo é frio (Bishop, 2003b).

As alterações de temperatura também exercem a sua influência ao nível da função neuromuscular. Esta parece ser prejudicada pela diminuição da temperatura e ao contrário, beneficiada com a sua elevação. Contudo, esta relação positiva termina e a performance surge prejudicada se a temperatura central do sujeito aumentar para valores próximos ou superiores aos 39°C (Racinais, Gaoua, & Grantham, 2008). A temperatura elevada influencia a condução nervosa, enquanto as temperaturas baixas parecem alterar a co ativação e a coordenação motora. Estas alterações podem surgir por desequilíbrios fisiológicos mas também por mecanismos de proteção, reduzindo o risco de lesão do indivíduo. O aumento da temperatura potencia a força tetânica pela melhoria da ligação entre as proteínas contrácteis. Pressupõe-se que a redução do tempo necessário pelo ciclo de contração - relaxamento do músculo aumenta a sua velocidade da contração e reduz o tempo de reação. No entanto, a necessidade de uma maior frequência de estimulação para manter um mesmo nível de força pode levar ao aparecimento precoce da fadiga muscular (Racinais & Oksa, 2010).

Para além dos mecanismos apresentados e relacionados com o aumento da temperatura corporal resultante do exercício/aquecimento, as alterações metabólicas não se devem exclusivamente ao aumento da temperatura. Num estudo, ao compararem dois grupos de sujeitos (um submetido à realização de um aquecimento passivo, e um outro que efetuou um aquecimento ativo), com temperaturas semelhantes imediatamente antes da concretização da tarefa (37.1°C ~ 37.2°C), registaram-se alterações nos valores de lactato muscular entre os grupos. Após a realização de 30 segundos a 120 % da potência máxima individual no cicloergómetro, as concentrações de lactato muscular registadas foram inferiores para o grupo sujeito ao aquecimento ativo (21.9 ± 3.8 vs. 34.3 ± 2.3 mmol·kg⁻¹) (S. C. Gray, Devito, & Nimmo, 2002). Depreende-se assim, que para além dos mecanismos adjacentes ao aumento da temperatura muscular, o aquecimento ativo apresenta outros aspetos que podem ser determinantes na prestação desportiva. Até à data, vários mecanismos não relacionados com o aumento da temperatura muscular foram propostos. Estes incluem o aumento da frequência cardíaca (Andzel, 1978; Febbraio, et al., 1996), a aceleração da cinética global do consumo de oxigénio e a elevação do patamar inicial de consumo de oxigénio (VO₂) (Burnley, Davison, & Baker, 2011; Burnley, Doust, & Jones, 2002). Com a elevação do VO₂ menor trabalho será completado em regime anaeróbio, permitindo a utilização posterior desta fonte energética. Teoricamente, o aumento da libertação de oxigénio nos músculos ativos contribui para a sua vasodilatação e aumento do fluxo sanguíneo (Burnley & Jones, 2007; Burnley, Koppo, & Jones, 2005).

A potenciação pós ativação é também proposta como sendo responsável pelo aumento do rendimento desportivo pós aquecimento (Sale, 2002). Este fenómeno de potenciação pós ativação tem vindo a ser estudado em diferentes desportos e tarefas desportivas (Hodgson, Docherty, & Robbins, 2005). É possível que através dos exercícios de ativação, exista um aumento transitório nas propriedades contrácteis do músculo, o que se pode refletir na melhoria da performance. A rigidez muscular parece ser potencialmente reduzida após a atividade física, facilitando a exercitação dos grupos musculares envolvidos, nomeadamente no aumento da amplitude do movimento solicitado (Proske, Morgan, & Gregory, 1993)

São assim múltiplas as consequências apontadas pela literatura com a realização de exercícios preparatórios de aquecimento antes da tarefa fundamental. Estes efeitos tidos como fatores potenciadores da performance fazem com que a comunidade científica/desportiva tenha adotado durante décadas a preponderância da realização do aquecimento desportivo para potenciar uma atividade submáxima ou máxima subsequente. No entanto, a literatura é ainda escassa e pouco esclarecedora sobre este tema. Vários estudos demonstraram a melhoria no rendimento em diferentes atividades físicas depois da realização de aquecimento (Andzel, 1982; Burnley, et al., 2002; Drust, Rasmussen, Mohr, Nielsen, & Nybo, 2005). Contudo, outros estudos não relataram qualquer tipo de interferência no rendimento e, alguns puderam mesmo observar uma diminuição na performance (González-Alonso, et al., 1999; Stewart, Adams, Alonso, Van Koesveld, & Campbell, 2007). Assim, esta inconsistência de resultados parece sugerir serem necessários mais desenvolvimentos para determinar a importância do aquecimento no rendimento desportivo, bem como a sua estrutura ideal.

2.2. O Aquecimento ativo na Corrida de Sprint

De acordo com Dantas (2003), para desportos de desempenho rápido, como a corrida de 100m, o exercício preliminar assume importância fundamental, havendo a necessidade de aquecimento intenso, com o devido cuidado de não causar fadiga no atleta ou gastar as reservas energéticas antes da prova.

Vaz (2007) concluiu que a execução de um exercício prévio misto, composto por corrida aeróbica, alongamento e sprint de 30 metros, eleva a temperatura corporal, contudo, esse efeito não melhora o tempo de corrida dos 100m. A elevação da temperatura corporal aumenta o fluxo sanguíneo periférico, preparando o corpo para o exercício. Por outro lado, a temperatura corporal excessiva causa fadiga precoce. Neste estudo, a elevação da temperatura através de exercício prévio não contribuiu para o melhor desempenho dos indivíduos. Também é possível que exercícios de flexibilidade tenham anulado o efeito fisiológico positivo adquirido pela elevação da temperatura (Vaz, Lacerda Mendes, & Brito, 2007). De acordo com Nelson (2005), os exercícios de alongamento dos membros inferiores afetam significativamente o desempenho de atletas em sprints de 20 metros, pois, como o

sprint é caracterizado por uma força explosiva, a redução desta pelo alongamento estático é explicada pela diminuição da condução nervosa nos músculos em atividade, o que por sua vez afeta a performance do atleta (Nelson, Driscoll, Landin, Young, & Schexnayder, 2005).

Um teste semelhante realizado com um grupo de 20 jogadores profissionais de rugby, submetidos a um aquecimento padrão (10min. jogging, treino de corrida e exercícios de mobilidade dinâmica mas sem alongamentos estáticos), seguidos de um sprint de 20m, descanso e sprint para o grupo de controle, e 5 RM (agachamentos) entre os sprints de 20m para o grupo experimental, mostrou que houve uma melhoria significativa no tempo (0,098s) de corrida quando o sprint foi precedido de agachamentos (Martyn, Helen, & Snook, 2004). Os autores consideram que a potenciação pós ativação seja responsável por esta melhoria.

Comparando diversas formas de alongamentos na performance de um sprint de 20 metros, em homens atletas de rugby, foi verificado que os alongamentos estáticos aumentaram o tempo do sprint, enquanto o alongamento dinâmico diminuiu este tempo. Esta diminuição da performance nos grupos de alongamento estático foi atribuída a um aumento na flexibilidade da unidade músculo tendinosa, diminuindo a sua capacidade de absorver energia na fase excêntrica do movimento (Fletcher & Jones, 2004).

No estudo de Little & Williams (2006) foram submetidos 18 jogadores profissionais de futebol a 2 protocolos, um que utilizou o alongamento estático e outro que utilizou o alongamento dinâmico. Através dos vários testes (aceleração 10 m, sprint 20 m, testes de agilidade) concluíram que o alongamento estático não parece ser prejudicial para o desempenho de alta velocidade. No entanto, o alongamento dinâmico durante o aquecimento foi mais eficaz como preparação para o desempenho de alta velocidade subsequente (Little & Williams, 2006).

Segundo Sayers (2008), num estudo sobre o efeito do alongamento estático nas fases (aceleração e máxima velocidade) da performance do sprint (30m) em 20 jogadoras profissionais de futebol, o alongamento estático antes do sprint afeta negativamente a performance. A realização de vários tipos de alongamentos estáticos antes do sprint de 30m resultou em um aumento significativo no tempo de corrida, quando comparado com o tempo de corrida sem alongamento prévio. Também foi encontrada uma diferença significativa na fase de aceleração do sprint, quando realizado sem alongamento estático (com alongamento - 1.93s; sem alongamento - 1.88s). O alongamento estático tem um efeito negativo na aceleração. Além disso, foi encontrada uma diferença significativa na fase de máxima velocidade (com alongamento - 2.99s; sem alongamento - 2.92s), evidenciando que o alongamento antes do sprint diminui a velocidade máxima das jogadoras de futebol (Sayers, Farley, Fuller, Jubenville, & Caputo, 2008).

Teorias mecânicas (periférica) e neurológicas (central) têm sido colocadas como sendo os mecanismos potenciais por detrás da diminuição no desempenho causado pelo alongamento estático. Mecanicamente, um músculo alongado de forma estática tem mais "folga" do que um músculo que ainda não foi alongado (Cornwell, Nelson, Heise, & Sidaway, 2001). Durante a fase de aceleração do sprint as contrações musculares ocorrem a um ritmo

mais lento do que durante a fase de velocidade máxima. Por isso, há mais tempo para a força gerada no músculo ser transferida para o osso causando movimento na articulação. No entanto, mesmo tendo em conta o ritmo mais lento de contração, a força gerada por um músculo alongado ainda não coincide com a de um músculo não alongado devido à “folga” em excesso. Como a velocidade de contração do músculo é maior durante a fase de velocidade máxima, em detrimento da performance causada pelo excesso de folga no músculo, pode dificultar o ritmo de contração máximo a uma maior extensão, resultando de uma fraca contração máxima dos músculos após uma sessão aguda de alongamento estático. Além disso, a “folga” induzida pelo alongamento do músculo pode impedir o armazenamento máximo e a reutilização da energia elástica durante o ciclo de alongamento-encurtamento em ambas as fases do sprint.

Do ponto de vista neurológico, uma diminuição na unidade neural do sistema nervoso central para o músculo iria ocorrer durante todo o percurso do sprint, independentemente da velocidade à qual o velocista se desloca. Teoricamente, durante a fase de aceleração, a potenciação mioelétrica, um reflexo do alongamento que aumenta a ativação muscular durante a fase concêntrica iniciada durante a fase excêntrica do ciclo de alongamento-encurtamento, pode não ser suficiente para produzir uma resposta máxima durante a fase concêntrica. Da mesma forma, durante a fase de velocidade máxima, quando o comprimento de passo, assim como a duração do ciclo de alongamento-encurtamento estão no seu melhor, a inibição da transmissão neural induzida pelo alongamento, pode também resultar num reflexo de alongamento insuficiente durante a fase concêntrica e por isso causar uma diminuição no desempenho.

Pesquisas anteriores mostraram que o alongamento estático pode diminuir a produção de força máxima na ação do ciclo de alongamento-encurtamento durante protocolos de aquecimento dinâmico realizados para melhorar a performance em atividades de sprint.

Winchester (2008), com uma amostra de 22 atletas do National Collegiate Athletic Association (NCAA), que realizou um aquecimento dinâmico de 30 minutos (800m de jogging, agachamento com pesos, balanço lateral e frontal das pernas e braços, exercícios específicos do sprint, vários saltos com barreiras, 30m de corrida lateral, correr de costas e voltar e saltos com contramovimento), pretendeu, através de 3 sprints de 40m, investigar os efeitos da condição de alongamento estático na performance do sprint quando precedido de um aquecimento dinâmico. Nos segundos 20m, o tempo de concretização para o grupo sem alongamento foi significativamente menor (2.33s) quando comparado com o alongamento estático (2.41s). O mesmo ocorreu no total dos 40m, com 5.62s e 5.72s, respetivamente. Os resultados deste estudo sugerem que a realização de um protocolo de alongamento estático após um aquecimento dinâmico vai inibir a performance do sprint (Winchester, Nelson, Landin, Young, & Schexnayder, 2008). Stewart et al. (2007) também observaram que o exercício de alongamento afeta a capacidade de desempenho em sprints de 40m.

Um teste realizado por jovens jogadores de basquetebol (14 aos 17 anos) demonstrou que o alongamento estático dos quadricípites antes de uma corrida de sprint de 400m

influencia negativamente a performance motora. Para Gomes (2010), isto ocorre porque a velocidade de corrida depende da economia de corrida, força produzida e velocidade de contração (Gomes, 2010). O estudo verificou que a economia de corrida pode ser melhorada devido à diminuição da viscoelasticidade, mas esta não diminui a velocidade de contração nem a força, provavelmente, dos músculos secundários (Woolstenhulme, Griffiths, Woolstenhulme, & Parcell, 2006). Desta forma, o efeito global da corrida depende do equilíbrio destes fatores, portanto, quanto maior for o tempo que o músculo se mantiver alongado, maior será a probabilidade de serem encontrados resultados negativos (Shrier, 2004). Em contrapartida, num estudo de Magnusson (1995), onde eram executadas três séries de alongamento com 45 segundos de manutenção, não se obtiveram efeitos sobre as propriedades viscoelásticas do músculo. Dessa maneira, parece que a duração do alongamento pode ser um fator determinante para alterar tais propriedades viscoelásticas (S. Magnusson et al., 1995).

Um estudo, que investigou o efeito de duas rotinas de alongamento estático de curta duração (15s e 30s) sobre a performance do sprint (50m) de jogadores de futebol profissional, mostrou que até mesmo uma rotina de alongamento estático com três exercícios realizados com uma única série de 15s de duração é capaz de induzir um efeito prejudicial significativo sobre a performance de um teste de velocidade de magnitude semelhante àquele induzido por uma intervenção de maior volume (1x30s). Diante da ausência de diferenças significativas entre as duas diferentes rotinas de alongamento, os resultados reportados neste estudo não apoiam a ideia 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 prejudicial induzido na performance. Entretanto, é importante lembrar que os exercícios de alongamento têm as suas intensidades avaliadas de maneira subjetiva, já que estas são limitadas pela sensação subjetiva de dor, que pode ser bastante diferente entre sujeitos (Gomes, 2009).

Independentemente 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 a performance da tarefa executada. Segundo Winchester et al. (2008), rotinas com características semelhantes à adotada por um dos grupos que compuseram a amostra do presente estudo (1x30s) foram suficientes para induzir um efeito prejudicial sobre a performance de atletas das mais diferentes modalidades (diminuição da performance em torno de 1.8%)(Winchester, et al., 2008). No estudo dos autores Nelson et al. (2005), observou-se que mesmo rotinas com maiores volumes (4x30s) parecem induzir efeitos prejudiciais de magnitude semelhante (1,3%) aqueles 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.* (Winchester, et al., 2008).

Taylor et al. (2009), num estudo recente, testaram o efeito do alongamento estático e dinâmico em provas de sprint e, na sequência, acrescentou tarefas de aquecimento específico. Os autores verificaram que o desempenho no sprint após o alongamento estático

foi 0.9% inferior ao valor alcançado após as tarefas de aquecimento específicas (Taylor, Sheppard, Lee, & Plummer, 2009). Estes achados reportam efeitos negativos do alongamento estático sobre atividades de força e potência, como o sprint.

Wong et al. (2011) avaliaram os efeitos do alongamento estático sobre o sprint de 30 metros, ao submeter 20 jogadores de futebol a um protocolo de duas séries de 20 segundos. Os resultados não demonstraram qualquer alteração no tempo de cumprimento das provas de sprint (Wong et al., 2011).

Behm & Chaouachi (2011), em revisão recente, afirmam que o alongamento não deve ser realizado antes de atividades reativas, explosivas, de alta velocidade ou de força (Behm & Chaouachi, 2011).

3. Componentes do Aquecimento Ativo na Corrida de Sprint

Existem vários fatores do aquecimento que podem influenciar os resultados supracitados. Como, por exemplo, as variações na metodologia e nos protocolos adotados pelos investigadores, a duração, o volume, a intensidade, o tempo de cessação do aquecimento e períodos de recuperação para a realização dos testes, os exercícios particulares de alongamentos feitos por cada indivíduo e os indicadores de desempenho adotados, além da idade, sexo e experiência desportiva dos atletas, bem como a combinação destas variáveis quando aplicadas numa rotina de aquecimento (Bishop, 2003a; Young, 2007).

3.1. Intensidade

Uma dificuldade na interpretação da literatura é o défice de controlo de comunicação sobre o volume e a intensidade dos vários protocolos de alongamento utilizados (Young, 2007). A intensidade e o volume das tarefas pré-treino/competição são variáveis essenciais para a análise da performance em provas de força e potência, como as de sprint, uma vez que a intensidade de esforço pode proporcionar fadiga e, posteriormente, queda na performance.

A intensidade além de ser uma das variáveis fundamentais ao exercício pode influenciar as respostas agudas induzidas pelo alongamento estático. Isto refere-se há quanto tempo o músculo está alongado a uma determinada taxa de força (Young, 2007).

Durante o aquecimento, o alongamento, normalmente, segue um tipo de atividade cardiorrespiratória (Beedle & Mann, 2007) e a duração e a intensidade do aquecimento deve variar de acordo com a condição física de cada indivíduo (Woods, et al., 2007), uma vez que o tempo e as reações metabólicas necessárias para alcançar a mesma elevação da temperatura muscular são diferentes. Isto significa que o atleta pobremente condicionado requer uma menor intensidade no aquecimento para alcançar as alterações metabólicas suficientes para a elevação da temperatura muscular. Entretanto, levará menos tempo para atingir tal elevação na temperatura do que um atleta bem condicionado. Desta forma, pode apresentar, mais frequentemente, uma queda na taxa de fosfato de alta-energia disponível (Woods, et al., 2007). Já os atletas bem condicionados, devido a um sistema termorregulador mais eficiente, podem requerer um aquecimento mais longo ou mais intenso para aumentar suficientemente a temperatura muscular e a temperatura interna (Bishop, 2003b).

Bishop (2003a), recomenda que a intensidade do aquecimento que proporcione consumo de oxigénio máximo (Vo_2max) acima de 60%, reduz a concentração de fosfato de alta-energia.

A intensidade considerada ideal é aquela em que o Vo_2max entre 40 e 60% seja suficiente para alcançar elevação na temperatura do núcleo corporal e muscular limitando,

consequentemente a perda de fosfato de alta-energia. Assim sendo, um aquecimento de baixa intensidade não tem mostrado o aumento da performance a curto prazo. Além disso, o aquecimento ativo pode melhorar o desempenho intermediário por diminuir o déficit de oxigênio inicial, deixando maior capacidade anaeróbia para a tarefa seguinte (Woods, et al., 2007).

3.2. Volume

O volume refere-se ao tempo total que o músculo está em alongamento, considerando toda a duração e número de repetições dos alongamentos. O tempo total pela qual um músculo é submetido a um alongamento é uma importante variável (Gurjão, Carneiro, Gonçalves, de Moura, & Gobbi, 2010), por ter sido demonstrado que períodos maiores de aplicação do alongamento podem induzir a prejuízos de maiores magnitudes ao desempenho do que alongamentos de duração menor (Young, 2007).

Behm & Chaouachi (2011) consideram que os alongamentos com duração total menor do que 30s por musculatura tendem a não influenciar negativamente o desempenho, principalmente se a população alvo da sessão de alongamento for treinada (Behm & Chaouachi, 2011). Técnicos e atletas devem ter atenção especial ao volume do alongamento, uma vez que esta variável pode influenciar significativamente o desempenho (Taylor, et al., 2009).

Segundo Ribeiro (2011), quanto mais séries maior efeito agudo negativo no rendimento. Isso dá-se em virtude do tempo total de estímulo (Ribeiro & Vecchio, 2011), pois o prejuízo aumenta significativamente à medida que a duração do alongamento aumenta, suportando a hipótese de relação efeito-volume (Taylor, et al., 2009).

3.3. Intervalo de Recuperação

O intervalo de recuperação após o aquecimento também pode afetar o desempenho. Enquanto a intensidade do aquecimento e a duração são importantes para aumentar o desempenho intermediário e a curto-prazo, é também importante que o período de recuperação permita recuperação suficiente em tempo menor que cinco minutos (Bishop, 2003b).

Um intervalo de recuperação de mais do que 5 minutos, porém menor do que 15-20 minutos, pode proporcionar maiores efeitos ergogênicos sobre o desempenho a curto-prazo (Bishop, 2003b). Quando não há um período de intervalo após o aquecimento sugere-se que a intensidade do aquecimento entre 40-60% Vo_2 seja suficiente para aumentar a temperatura muscular, limitar a degradação de alta-energia de fosfato e aumentar o desempenho a curto-prazo. Para maximizar o desempenho a curto-prazo é importante que a duração do mesmo seja suficiente para maximizar o aumento na temperatura muscular, causando,

simultaneamente, o mínimo de fadiga. Dependendo da intensidade e duração do aquecimento, o desempenho a curto-prazo pode ser aumentado se o intervalo de recuperação permitir armazenamento de fosfocreatina para ser restaurado significativamente (Bishop, 2003a).

3.4. Tipos de Alongamento

Várias técnicas de alongamento são comumente incluídas no aquecimento com o intuito de reduzir a rigidez muscular, aumentar a extensibilidade músculo tendinosa e do tecido conjuntivo muscular e periarticular, contribuindo para aumentar a flexibilidade (Brody, 2001), mais conhecida por amplitude de movimento (ADM) articular máxima, que é promovida de uma importante componente da aptidão física (Pollock et al., 1998). Conjetura-se que aumentando a flexibilidade promove-se a performance e reduz-se a incidência de lesões (Shellock & Prentice, 1985; Smith, 1994). Consequentemente, exercícios de alongamento destinados a aumentar a flexibilidade são regularmente incluídos em programas de treino e em atividades de aquecimento pré-competição de muitos atletas (Holcomb, 2000).

Existem basicamente três métodos de alongamento para desenvolver a flexibilidade o alongamento dinâmico, o estático e o alongamento assistido - passivo e facilitação neuromuscular propriocetiva (FNP) (S. P. Magnusson, Simonsen, Aagaard, Sørensen, & Kjaer, 1996).

O alongamento dinâmico é um processo ativo de contração, e os benefícios de desempenho obtidos podem derivar da destreza do controlo motor (Clark & Medicine, 2001) através de ensaios de movimentos específicos, o aumento do fluxo sanguíneo muscular, ou elevação da temperatura do core ou da temperatura periférica, que pode aumentar a sensibilidade dos recetores nervosos e aumentar a velocidade do impulso nervoso, potencialmente estimulando contrações musculares para serem mais rápidas e fortes (Shellock & Prentice, 1985).

O alongamento ativo ou dinâmico propõe que os atletas, individualmente, façam a contração de músculos para alongar outros (Knight, Rutledge, Cox, Acosta, & Hall, 2001). Este envolve o uso de balanço ou movimentos aleatórios para alongar um determinado grupo muscular (Amako, Oda, Masuoka, Yokoi, & Campisi, 2003). O uso de um protocolo de aquecimento/alongamento dinâmico tem recebido atenção na literatura nos últimos anos como um meio eficaz de melhorar a performance atlética e que prevê um procedimento de aquecimento seguro (Burkett, Phillips, & Ziuraitis, 2005).

O alongamento estático é uma técnica de alongamento no qual os músculos e os tecidos conjuntivos que estão a ser alongados, são mantidos em posição estacionária no maior comprimento possível, por um determinado período. Segundo o ACSM (2009), este período deve ser feito de maneira lenta e sustentada, ou seja, os atletas devem mantê-lo por 15-60s. Um exemplo é o alongamento, na posição de sentado, dos músculos isquiotibiais e do tronco

posterior, fazendo uma lenta flexão à frente de forma a tocar e segurar os tornozelos e os pés. Este é usado pela maioria dos atletas e é incluído em muitos treinos antes das competições (Fields, Burnworth, & Delaney, 2007). Recentes pesquisas têm estabelecido um efeito adverso do alongamento estático agudo sobre a performance da velocidade de corrida (Nelson, et al., 2005). Dada a natureza explosiva do início do sprint, a sua performance pode ser influenciada negativamente pelo alongamento estático. Além disso, como cada passo durante o sprint requer um descolar explosivo, qualquer impacto negativo notado no início pode ser transportado durante toda a corrida. Portanto, ao que parece, após examinada a literatura que usa aquecimento dinâmico, como os realizados nos estudos acima citados, pode-se constatar que este representa um método mais eficaz de se preparar para a performance atlética do que o alongamento estático tradicional (Winchester, et al., 2008).

Atletas que fazem o alongamento isométrico (uma forma de alongamento estático) tentam contrair o músculo enquanto fazem esforço contra uma resistência fixa. No exemplo do alongamento estático apresentado no parágrafo anterior, se o atleta fosse contrair os músculos isquiotibiais enquanto mantivesse o alongamento, algumas das fibras isquiotibiais em contração estariam mais alongadas enquanto outras tentariam ficar mais curtas. A ideia é que a contração isométrica por alguns segundos permitiria aumentar o alongamento estático e assim alongar ainda mais o músculo (Fields, et al., 2007).

A facilitação neuromuscular propriocetiva, técnica de alongamento assistido, utiliza um parceiro que resiste à contração dos grupos de músculos alongados por um breve intervalo, depois os músculos são relaxados enquanto o parceiro passivamente alonga o grupo de músculos além da amplitude de movimento normal. Usando novamente o mesmo exemplo do alongamento dos músculos isquiotibiais, com o atleta deitado de costas, um assistente levanta as pernas estendidas do atleta para cima e em direção ao tronco para alongar os isquiotibiais por aproximadamente 20-30s. Em seguida, o atleta tenta contrair os isquiotibiais alongados (ou seja, tenta baixar as pernas) por 5-6s enquanto o assistente (ou uma parede) faz a resistência à contração, para inibir o movimento. Os grupos de músculos contraídos são depois relaxados e lentamente o assistente alonga os isquiotibiais, provavelmente além do alongamento original. O processo é repetido por 2-4 vezes (Fields, et al., 2007). Apesar de o método FNP ser o mais eficaz, o alongamento estático é o mais utilizado, pois é o método mais seguro, simples e com menor risco de lesão (Sady, Wortman, & Blanke, 1982).

Durante o alongamento passivo, uma das técnicas de alongamento assistido, o atleta não contrai ativamente os músculos para alongar os antagonistas. Em vez disso, a gravidade, uma máquina ou mais tipicamente, um parceiro aplica pressão contínua para causar um movimento que aos poucos aumenta a amplitude de movimento. O alongamento assistido dos músculos isquiotibiais, enquanto um atleta está sentado com as pernas esticadas e um parceiro lentamente empurra as costas do atleta, é uma prática comum e um bom exemplo dessa técnica (Fields, et al., 2007). Dado o efeito prejudicial do alongamento passivo do músculo em laboratório, sobre as competências que dependem da taxa de produção de força e geração de pico de força, pode-se supor que a pré-performance de alongamento influencia

negativamente a performance de desportos explosivos como os de corrida de sprint (Nelson, et al., 2005). No entanto o que se encontra em laboratório nem sempre se transfere diretamente para as performances em desporto.

4. Conclusão

Nesta revisão ficou bem patente que as palavras aquecimento e alongamento estão bem relacionadas e, segundo vários autores, são importantes medidas para prevenir lesões, aumentar a amplitude de movimento em várias articulações e, conseqüentemente, ajudar a manter os atletas preparados para os eventos. Estes têm sido, regularmente, incluídos como parte integral das rotinas de aquecimento precedentes à participação desportiva, mas nem todos os atletas lhes dão a mesma importância. Enquanto uns usam o aquecimento/alongamento prévio para garantir a amplitude de movimento nas articulações com a finalidade de desenvolver as atividades atléticas da melhor forma possível e diminuir a rigidez muscular ou o aumento de complicações musculares, o que teoricamente reduz o risco de lesões, outros realizam tarefas de aquecimento/alongamento antes de uma competição ou treino para preparar os atletas fisiologicamente e mentalmente, para a performance desportiva.

Na maior parte dos estudos aqui revistos, em que foram confrontados os efeitos do aquecimento/alongamento estático e dinâmico na performance de uma corrida de sprint, verificou-se que o alongamento estático pode afetar negativamente a corrida de sprint. Já o aquecimento/alongamento dinâmico pode fazê-lo de forma positiva, uma vez que, este é um processo ativo de contração e os benefícios de desempenho obtidos podem derivar da destreza do controlo motor, através de ensaios de movimentos específicos e do aumento do fluxo sanguíneo muscular, ou elevação da temperatura do core ou da temperatura periférica, que pode aumentar a sensibilidade dos recetores nervosos e a velocidade do impulso nervoso, estimulando, potencialmente, as contrações musculares para serem mais rápidas e fortes.

Por outro lado, a temperatura corporal excessiva causa fadiga precoce, não contribuindo para o melhor desempenho dos atletas.

Também é possível que o trabalho de alongamento estático tenha anulado o efeito fisiológico positivo adquirido pela elevação da temperatura, assim como reduzido a força explosiva, característica do sprint, explicada pela diminuição da condução nervosa nos músculos em atividade, o que por sua vez afeta a performance do atleta. Além disso, como cada passo durante o sprint requer um descolar explosivo, qualquer impacto negativo notado no início, pode ser transportado durante toda a corrida. A questão importante a ser avaliada para cada caso é se os benefícios agudos gerados pelo alongamento estático são maiores do que os efeitos produzidos por outros componentes do aquecimento.

Desta forma, penso que esta revisão demonstra que o alongamento estático prejudica o desempenho desportivo do sprint em várias modalidades, e por isso, os praticantes e treinadores devem por em causa a execução desta tarefa da sua rotina de aquecimento. Contudo, esta decisão deve ser bastante ponderada e equilibrada com outros potenciais efeitos agudos do alongamento diretamente na participação desportiva, como o potencial efeito preventivo de lesões.

Conclui-se que o impacto do aquecimento/alongamento sobre o desempenho desportivo varia de acordo com a modalidade desportiva, o tipo de alongamento e o tipo de atividade a ser desenvolvida. Assim, ao serem apresentadas evidências substanciais de que o alongamento estático pode prejudicar o desempenho de força e a potência e, avaliando a duração do prejuízo, o protocolo de alongamento utilizado e os mecanismos fisiológicos de uma corrida de sprint, que requer um desempenho da força e potência máxima, deve-se questionar a execução desta técnica de alongamento na rotina de aquecimento.

5. Limitações do Estudo

Devido à natureza da pesquisa nunca poderemos testar, com rigor científico adequado, a performance numa competição atual. Portanto, contamos com testes de performance que se relacionam direta ou indiretamente com a performance desportiva. Quanto mais próximo é o teste da performance pedida mais relevante é o teste. Por exemplo, uma corrida de velocidade de 50m, pode ser considerada mais relevante se a distância de corrida que interessa for a de 50m e menos relevante se a distância que interessa for de 1000m. Uma das limitações desta revisão foi, por isso, a escassa evidência em estudos diretamente relacionados com a corrida de sprint, ou seja, a inexistência de estudos com testes que se assemelhem a provas e competições reais de sprint, como por exemplo os 100, 200 e mesmo os 400 metros.

São escassos os estudos que tenham investigado a influência da intensidade do alongamento sobre as capacidades de produção de força muscular e o mecanismo para identificação dos efeitos do volume do alongamento e, portanto, ainda são pouco estudados e, portanto, devem ser feitas, pesquisas futuras neste âmbito. Sugere-se também que novos estudos indiquem a experiência dos sujeitos quanto à frequência e tipo de alongamento que executam nas rotinas de treino, pois vivências diferenciadas podem proporcionar respostas orgânicas variadas.

Apesar de apresentar evidências de que o alongamento estático influencia o desempenho, os mecanismos fisiológicos, mecânicos e neurais ainda não são bem conhecidos e foram pouco investigados nesta revisão. Portanto, estes devem ser alvos de futuras investigações.

6. Recomendações

É extremamente importante que a aplicação das tarefas seja compatível com a realidade de cada modalidade desportiva, visto que os resultados obtidos em pesquisas de laboratórios muitas vezes não podem ser transferidos diretamente para o desempenho desportivo, e que acompanhe as seguintes recomendações: aquecimento dinâmico (10 minutos jogging, exercícios de mobilidade dinâmica, alongamento dinâmico, e não estático e exercícios específicos do sprint), 5rm (agachamentos com pesos) antes da corrida de sprint e intensidade entre 40-60% do Vo_2max .

Durante o aquecimento deve-se evitar tarefas que causem fadiga, uma vez que tem sido mostrado que a fadiga pode impedir o desempenho muscular local, especialmente para tarefas que envolvem o ciclo de alongamento-encurtamento.

Deve ser garantida especial atenção para a duração, velocidade, volume e intensidade das tarefas de pré-exercícios, visto que são potenciais influenciadores dos efeitos após uma rotina de aquecimento.

Apesar de todas as controvérsias e divergências apresentadas pela literatura consultada, num aspeto todos os autores estão em total acordo, mais estudos devem ser realizados no âmbito do esclarecimento sobre os efeitos do alongamento estático sobre o desempenho desportivo, de uma forma geral.

7. Referências Bibliográficas

- Amako, M., Oda, T., Masuoka, K., Yokoi, H., & Campisi, P. (2003). Effect of static stretching on prevention of injuries for military recruits. *Military medicine*, 168(6), 442.
- Andzel, W. (1978). The effects of moderate prior exercise and varied rest intervals upon cardiorespiratory endurance performance. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 18(3), 245.
- Andzel, W. (1982). One mile run performance as a function of prior exercise. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 22(1), 80.
- Batista, M. A. B., Roschel, H., Barroso, R., Ugrinowitsch, C., & Tricoli, V. (2010). Potencialização pós-ativação: possíveis mecanismos fisiológicos e sua aplicação no aquecimento de atletas de modalidades de potência-oi: 10.4025/reveducfis.v21i1.5977. *Revista da Educação Física/UEM*, 21(1), 161-174.
- Beedle, B. B., & Mann, C. L. (2007). A comparison of Two Warm-Ups on Joint Range of Motion. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(3), 776.
- Behm, D. G., & Chaouachi, A. (2011). A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European journal of applied physiology*, 111(11), 2633-2651.
- Bell, M. P., & Ferguson, R. A. (2009). Interaction between muscle temperature and contraction velocity affects mechanical efficiency during moderate-intensity cycling exercise in young and older women. *Journal of Applied Physiology*, 107(3), 763-769.
- Bishop, D. (2003a). Warm up I: potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Medicine*, 33(6), 439-454.
- Bishop, D. (2003b). Warm up II: performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Medicine*, 33(7), 483-498.
- Brody, L. (2001). Hall CM. Exercício Terapêutico na busca da função. 1ª Edição: Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Brunner-Ziegler, S., Strasser, B., & Haber, P. (2011). Comparison of metabolic and biomechanical responses to active vs. passive warm-up procedures before physical exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(4), 909.
- Buchthal, F., Kaiser, E., & Knappeis, G. (1944). Elasticity, Viscosity and Plasticity in the Cross Striated Muscle Fibre. *Acta physiologica scandinavica*, 8(1), 16-37.
- Burkett, L. N., Phillips, W. T., & Ziuraitis, J. (2005). The best warm-up for the vertical jump in college-age athletic men. *Journal of strength and conditioning research/National Strength & Conditioning Association*, 19(3), 673.
- Burnley, M., Davison, G., & Baker, J. R. (2011). Effects of Priming Exercise on V' O₂ Kinetics and the Power-Duration Relationship. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(11), 2171.
- Burnley, M., Doust, J. H., & Jones, A. M. (2002). Effects of prior heavy exercise, prior sprint exercise and passive warming on oxygen uptake kinetics during heavy exercise in humans. *European journal of applied physiology*, 87(4), 424-432.
- Burnley, M., & Jones, A. M. (2007). Oxygen uptake kinetics as a determinant of sports performance. *European Journal of Sport Science*, 7(2), 63-79.
- Burnley, M., Koppo, K., & Jones, A. (2005). 'Priming exercise' and VO₂ kinetics. *Oxygen Uptake Kinetics in Sport, Exercise and Medicine*, 230.
- Clark, M. A., & Medicine, N. A. o. S. (2001). *Integrated training for the new millennium*: National Academy of Sports Medicine.
- Cornwell, A., Nelson, A. G., Heise, G. D., & Sidaway, B. (2001). Acute effects of passive muscle stretching on vertical jump performance. *Journal of Human Movement Studies*, 40(4), 307.

- Dantas, E. H. M. (2003). *A prática da preparação física: Shape*.
- Drust, B., Rasmussen, P., Mohr, M., Nielsen, B., & Nybo, L. (2005). Elevations in core and muscle temperature impairs repeated sprint performance. *Acta physiologica scandinavica*, 183(2), 181-190.
- Faigenbaum, A. D., McFarland, J. E., Schwerdtman, J. A., Ratamess, N. A., Kang, J., & Hoffman, J. R. (2006). Dynamic warm-up protocols, with and without a weighted vest, and fitness performance in high school female athletes. *Journal of athletic training*, 41(4), 357.
- Febbraio, M., Carey, M., Snow, R., Stathis, C., & Hargreaves, M. (1996). Influence of elevated muscle temperature on metabolism during intense, dynamic exercise. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 271(5), R1251-R1255.
- Fields, K., Burnworth, C., & Delaney, M. (2007). Should Athletes Stretch Before Exercise? *CHINESE JOURNAL OF SPORTS MEDICINE*, 26(5), 626.
- Fletcher, I. M., & Jones, B. (2004). The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 885.
- Fradkin, A. J., Cameron, P. A., & Gabbe, B. J. (2007). Is there an association between self-reported warm-up behaviour and golf related injury in female golfers? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(1), 66-71.
- Fradkin, A. J., Zazryn, T. R., & Smoliga, J. M. (2010). Effects of warming-up on physical performance: a systematic review with meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(1), 140.
- Gomes. (2009). Efeito agudo do alongamento estático sobre o desempenho da velocidade de jogadores de futebol profissional.
- Gomes. (2010). A influência do alongamento estático nos testes de salto vertical e na corrida de 400m em atletas jovens de basquetebol do sexo masculino. *Arquivos em Movimento*, 4(2), 56-63.
- González-Alonso, J., Teller, C., Andersen, S. L., Jensen, F. B., Hyldig, T., & Nielsen, B. (1999). Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. *Journal of Applied Physiology*, 86(3), 1032-1039.
- Gray, S., & Nimmo, M. (2001). Effects of active, passive or no warm-up on metabolism and performance during high-intensity exercise. *Journal of sports sciences*, 19(9), 693-700.
- Gray, S. C., Devito, G., & Nimmo, M. A. (2002). Effect of active warm-up on metabolism prior to and during intense dynamic exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(12), 2091.
- Gurjão, A. L. D., Carneiro, N. H., Gonçalves, R., de Moura, R. F., & Gobbi, S. (2010). Efeito agudo do alongamento estático na força muscular de mulheres idosas. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 12(3), 195-201.
- Hedrick, A. (1992). EXERCISE PHYSIOLOGY: Physiological Responses to Warm-Up. *Strength & Conditioning Journal*, 14(5), 25.
- Hodgson, M., Docherty, D., & Robbins, D. (2005). Post-activation potentiation: underlying physiology and implications for motor performance. *Sports Medicine*, 35(7), 585-595.
- Holcomb, W. (2000). Stretching and warm-up. *Essentials of strength training and conditioning*, 321-342.
- Ingjer, F., & Strømme, S. (1979). Effects of active, passive or no warm-up on the physiological response to heavy exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 40(4), 273-282.
- Knight, C. A., Rutledge, C. R., Cox, M. E., Acosta, M., & Hall, S. J. (2001). Effect of superficial heat, deep heat, and active exercise warm-up on the extensibility of the plantar flexors. *Physical Therapy*, 81(6), 1206-1214.

- Little, T., & Williams, A. G. (2006). Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high speed motor capacities in professional soccer players. *Journal of strength and conditioning research*, 20(1), 203-207.
- Magnusson, S., Simonsen, E. B., Aagaard, P., Gleim, G., McHugh, M., & Kjaer, M. (1995). Viscoelastic response to repeated static stretching in the human hamstring muscle. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 5(6), 342-347.
- Magnusson, S. P., Simonsen, E., Aagaard, P., Sørensen, H., & Kjaer, M. (1996). A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. *The Journal of physiology*, 497(Pt 1), 291-298.
- Martyn, J. M., Helen, P. M., & Snook, B. (2004). The acute effects of a resistance training warmup on sprint performance. *Research in Sports Medicine*, 12(2), 151-159.
- McCutcheon, L., Geor, R., & Hinchcliff, K. (1999). Effects of prior exercise on muscle metabolism during sprint exercise in horses. *Journal of Applied Physiology*, 87(5), 1914-1922.
- Nelson, A. G., Driscoll, N. M., Landin, D. K., Young, M. A., & Schexnayder, I. C. (2005). Acute effects of passive muscle stretching on sprint performance. *Journal of sports sciences*, 23(5), 449-454.
- Pearson, J., Low, D. A., Stöhr, E., Kalsi, K., Ali, L., Barker, H., et al. (2011). Hemodynamic responses to heat stress in the resting and exercising human leg: insight into the effect of temperature on skeletal muscle blood flow. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 300(3), R663-R673.
- Pollock, M. L., Gaesser, G. A., Butcher, J. D., Després, J. P., Dishman, R. K., Franklin, B. A., et al. (1998). ACSM position stand: the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(6), 975.
- Proske, U., Morgan, D. L., & Gregory, J. E. (1993). Thixotropy in skeletal muscle and in muscle spindles: a review. *Progress in neurobiology*, 41(6), 705.
- Racinais, S., Gaoua, N., & Grantham, J. (2008). Hyperthermia impairs short-term memory and peripheral motor drive transmission. *The Journal of physiology*, 586(19), 4751-4762.
- Racinais, S., & Oksa, J. (2010). Temperature and neuromuscular function. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20, 1-18.
- Ribeiro, Y. S., & Vecchio, F. B. D. (2011). Metanálise dos efeitos agudos do alongamento na realização de corridas curtas de alta intensidade; Meta-analysis of the acute effects of stretching on high intensity sprint performance. *Rev. bras. educ. fís. esp*, 25(4), 567-581.
- Sady, S. P., Wortman, M., & Blanke, D. (1982). Flexibility training: ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation? *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 63(6), 261.
- Safran, M., Seaber, A., & Garrett Jr, W. (1989). Warm-up and muscular injury prevention. An update. *Sports medicine (Auckland, NZ)*, 8(4), 239.
- Sale, D. G. (2002). Postactivation potentiation: role in human performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 30(3), 138.
- Saltin, B., Gagge, A., & Stolwijk, J. (1968). Muscle temperature during submaximal exercise in man. *Journal of Applied Physiology*, 25(6), 679-688.
- Sayers, A. L., Farley, R. S., Fuller, D. K., Jubenville, C. B., & Caputo, J. L. (2008). The effect of static stretching on phases of sprint performance in elite soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1416.
- Shellock, F. G., & Prentice, W. E. (1985). Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. *Sports medicine (Auckland, NZ)*, 2(4), 267.

- Shrier, I. (1999). Stretching before exercise does not reduce the risk of local muscle injury: a critical review of the clinical and basic science literature. *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 9(4), 221.
- Shrier, I. (2002). Does stretching help prevent injuries? *Evidence-Based Sports Medicine*, 97-116.
- Shrier, I. (2004). Does stretching improve performance?: a systematic and critical review of the literature. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 14(5), 267.
- Smith, C. (1994). The warm-up procedure: to stretch or not to stretch. A brief review. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 19(1), 12.
- Stewart, M., Adams, R., Alonso, A., Van Koesveld, B., & Campbell, S. (2007). Warm-up or stretch as preparation for sprint performance? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(6), 403-410.
- Taylor, K. L., Sheppard, J. M., Lee, H., & Plummer, N. (2009). Negative effect of static stretching restored when combined with a sport specific warm-up component. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(6), 657-661.
- Tucker, R. (2008). Thermoregulation, fatigue and exercise modality.
- Ückert, S., & Joch, W. (2007). Effects of warm-up and precooling on endurance performance in the heat. *British Journal of Sports Medicine*, 41(6), 380-384.
- Vaz, A. D., Lacerda Mendes, E., & Brito, C. J. (2007). Efeito do exercício preliminar no desempenho de adolescentes ativos na corrida de 100 metros rasos. *Fitness & performance journal*(3), 167-171.
- Wahl, P., Zinner, C., Yue, Z., Bloch, W., & Mester, J. (2010). Warming-up affects performance and lactate distribution between plasma and red blood cells. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9, 499-507.
- Winchester, J. B., Nelson, A. G., Landin, D., Young, M. A., & Schexnayder, I. C. (2008). Static stretching impairs sprint performance in collegiate track and field athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1), 13.
- Wong, P. L., Lau, P. W. C., Mao, D. W., Wu, Y. Y., Behm, D. G., & Wisløff, U. (2011). Three days of static stretching within a warm-up does not affect repeated-sprint ability in youth soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(3), 838.
- Woods, K., Bishop, P., & Jones, E. (2007). Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Medicine*, 37(12), 1089-1099.
- Woolstenhulme, M. T., Griffiths, C. M., Woolstenhulme, E. M., & Parcell, A. C. (2006). Ballistic stretching increases flexibility and acute vertical jump height when combined with basketball activity. *Journal of strength and conditioning research*, 20(4), 799.
- Wright, V. (1973). Stiffness: a review of its measurement and physiological importance. *Physiotherapy*, 59(4), 107.
- Wright, V., & Johns, R. J. (1961). Quantitative and qualitative analysis of joint stiffness in normal subjects and in patients with connective tissue diseases. *Annals of the rheumatic diseases*, 20(1), 36-46.
- Young, W. B. (2007). The use of static stretching in warm-up for training and competition. *International journal of sports physiology and performance*, 2(2), 212.