



UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO NORTE DO PARANÁ



CAMPUS DE CIÊNCIAS DA SAÚDE – CCS – JACAREZINHO

MICHAEL DOUGLAS DUBIELA

VICTOR DA SILVA MARANHO

**EFEITOS DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE ALONGAMENTO
SOBRE A FORÇA MUSCULAR EM INDIVÍDUOS TREINADOS E NÃO
TREINADOS**

JACAREZINHO

2012

MICHAEL DOUGLAS DUBIELA

VICTOR DA SILVA MARANHO

**EFEITOS DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE ALONGAMENTO
SOBRE A FORÇA MUSCULAR EM INDIVÍDUOS TREINADOS E NÃO
TREINADOS**

Monografia apresentada à disciplina de Metodologia da Pesquisa Científica como requisito parcial à conclusão do curso de Educação Física, da Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Stabelini Neto

JACAREZINHO – PARANÁ

2012

MICHAEL DOUGLAS DUBIELA

VICTOR DA SILVA MARANHO

**EFEITOS DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE ALONGAMENTO SOBRE A
FORÇA MUSCULAR EM INDIVÍDUOS TREINADOS E NÃO TREINADOS**

Monografia apresentada à disciplina de Metodologia da Pesquisa Científica como requisito parcial à conclusão do curso de Educação Física, da Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Stabelini Neto

COMISSÃO EXAMINADORA

Professora Mestre Carla Cristiane da Silva

Professor Doutor Claudinei Ferreira dos Santos

Professor Doutor Antônio Stabelini Neto
(Orientador)

Jacarezinho, __/11/2012.

EPÍGRAFE

Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer.

Mahatma Gandhi

DEDICATÓRIA

MICHAEL

Dedico esse trabalho aos meus pais e avós paternos, que acreditaram em mim e me deram todo o apoio desde o início de toda a minha vida acadêmica.

VICTOR

Dedico esse trabalho à minha família, que para mim é a base de tudo, aos meus amigos e, de maneira especial, à minha irmã, que me ajudou os momentos difíceis, quando mais de apoio e motivação para seguir em frente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, a quem devo toda a gratidão por não ter me deixado desistir, por ter me dado forças quando o cansaço tentava prevalecer e por ter colocado na minha vida pessoas especiais que me apoiaram do começo ao fim nesse trabalho.

A minha família que me apoiou em tudo na vida, que me deu a chance de poder estudar fora com todo o conforto em troca apenas de que eu me dedicasse aos estudos.

Ao meu companheiro de TCC, Victor Maranho, que teve total dedicação e paciência com o trabalho e comigo.

A Vivian Maranho, que deu todo o apoio durante toda a pesquisa e confecção do trabalho, dedicando grande parte do seu tempo livre a nos ajudar.

A Danilo Fambrini e Eurico Neto, os quais nos deram uma nova oportunidade de trabalho, uma vez que nossa primeira ideia de monografia foi interrompida e não pôde ser terminada, além de toda a ajuda durante as pesquisas.

Ao Prof. Dr. Antônio Stabelini Neto que aceitou ser nosso orientador, nos ajudando e nos dando sempre uma direção em todos os momentos, desde a primeira ideia de monografia, interrompida na metade, fazendo com que tivéssemos de começar do zero com outra pesquisa.

Ao Prof. Dr. Claudinei Ferreira dos Santos que nos acompanhou durante os testes no laboratório e colaborou com várias ideias.

MICHAEL D. DUBIELA

Agradeço a Deus por me abençoar durante toda a minha trajetória, não me deixando fraquejar nos momentos de dificuldades e por me proporcionar o convívio com todas as pessoas maravilhosas que me ajudaram no decorrer de todo esse ano de lutas e conquistas.

Ao meu parceiro de trabalho, Michael Dubiela, que desde o início se mostrou determinado a desenvolver um bom trabalho, a fazer a diferença. Com certeza é um grande amigo, que farei questão de manter pelo resto da vida.

Agradeço também ao meu orientador, Prof. Dr. Antonio Stabelini Neto, que não pensou duas vezes quando solicitamos sua orientação e sempre nos amparou nas vezes em que não encontrávamos mais saídas.

Sou muito grato a três grandes pessoas que demonstram amor pelo que fazem, que empregam todas as suas forças em busca de um objetivo, buscando algo maior e melhor para todos à sua volta. Essas pessoas, com as quais eu tenho o enorme prazer de conhecer e poder chamar de “amigo” são:

Eurico Lara Neto, que nos ajudou muito na coleta de dados para o trabalho, demonstrando grande empenho, dedicação e paciência;

Prof. Dr. Claudinei Ferreira dos Santos, que fez surgir em todos nós uma grande vontade de vencer na vida, de sempre buscar mais, nunca desistir de nossos sonhos, de procurar ajudar as pessoas, transformar o conhecimento em prática voltada à comunidade e a quem realmente precisa. Em resumo, ele nos ensinou a ser um bom educador físico, profissão essa que ele faz questão de defender com unhas e dentes. Espero ter a oportunidade de aprender muito com ele nos anos que estão por vir;

Agradeço ao meu grande amigo Danilo Luiz Fambrini, que nos co-orientou na elaboração do nosso trabalho. Sempre presente nas horas boas e ruins, sempre com uma solução pra todos os nossos problemas. Com certeza devemos muito a ele e nada disso teria se tornado real se não fosse por ele.

Agradeço aos voluntários que participaram do estudo, que sempre se mostraram solícitos a colaborar conosco, prestigiando o nosso trabalho.

Finalmente, como não poderia deixar de ser, agradeço à minha família por todo apoio, dedicação e carinho. Para mim a família é a base de tudo e Deus não poderia ter me dado uma melhor. Sou grato à minha mãe, ao meu pai e principalmente à minha irmã Vivian, para quem eu não encontro palavras para descrever o quanto é importante para mim. É minha companheira para todos os momentos e na mediu esforços para me dar suporte nessa empreitada.

VICTOR MARANHO DA SILVA

RESUMO

Atualmente, a utilização de métodos de alongamento muscular precedendo o exercício de força gera diversas controvérsias em relação as suas influências, no que diz respeito ao desempenho muscular do indivíduo. O objetivo do presente estudo foi analisar a influência de diferentes protocolos de alongamento estático sobre o desempenho muscular dos isquiotibiais e quadríceps, avaliado por dinamometria isocinética. Foram avaliados 18 sujeitos do sexo masculino, com idade entre 18 e 30 anos, divididos em dois grupos, sendo eles, Grupo Treinados (GT)(n=8) e Grupo Não Treinados (GNT) (n=10). Os testes de força isocinética foram realizados em um dinamômetro da marca BODEX 4.0 nos movimentos de extensão e flexão de joelho a 60°, 180° e 300%segundo, em três momentos. O primeiro precedido por 2 minutos de aquecimento em bicicleta ergométrica da marca Monark; no segundo, com no mínimo 48 horas de intervalo, foi utilizado um protocolo de alongamento estático composto por 3 séries de 20 segundos, totalizando 60 segundos; na terceira visita, foi utilizado um protocolo de alongamento composto por 3 séries de 40 segundos, totalizando 120 segundos. Dois minutos após a sessão de alongamento era iniciada a avaliação isocinética. A normalidade dos dados foi verificada mediante a aplicação do teste de *Shapiro-Wilks*, para comparação entre os momentos foi utilizado o teste de Friedman e posteriormente ANOVA para medidas repetidas. O teste U Mann Whitney foi utilizado para comparações entre os grupos. O pacote estatístico utilizado foi SPSS 13.0, sendo que o valor adotado foi $p<0,05$. Pode-se notar decréscimo na força na extensão de joelho em indivíduos treinados nas velocidades de 60° e 180° por segundo após protocolo de 120 seg de alongamento. No entanto, no GNT, observou-se aumento significativo do pico de torque na flexão de joelho nas velocidades 60° e 180° por segundo após protocolo de 60 seg de alongamento. Os achados do presente estudo sugerem que o alongamento composto por 3 séries de 20 segundos pode não comprometer o desempenho muscular, podendo até mesmo, em alguns casos, otimizá-lo. Já em relação a protocolos mais longos, como o de 120 segundos, por exemplo, é necessário que haja cautela em suas prescrições, tendo em vista que podem resultar em déficit de força muscular, o que não seria interessante em um programa de treinamento com pesos.

Palavras – chave: Flexibilidade, Pico de Torque, Dinamômetria Isocinética.

ABSTRACT

Currently, the use of methods of muscle stretching preceding the exercise of force generates several controversies regarding their influences, with respect to the performance of the individual muscle. The aim of this study was to analyze the influence of different static stretching protocols on the performance quadriceps and hamstring muscle, assessed by isokinetic dynamometry. A total of 18 male subjects, aged between 18 and 30 years, divided into two groups, namely, Trained Group (WG) ($n = 8$) and Non Trained Group (NTG) ($n = 10$). The isokinetic strength tests were performed on a dynamometer brand BIODEX 4.0 movements in extension and knee flexion to 60° , 180° and 300° / second, three times. The first proceeded by two minutes of heating in the brand Monark bicycle ergometer; in the second, at least 48 hours apart, we used a static stretching protocol consisting of 3 sets of 20 seconds, totaling 60 seconds; on the third visit, we used a stretching protocol consisting of 3 sets of 40 seconds, totaling 120 seconds. Two minutes after the stretching session was initiated isokinetic evaluation. Data normality was verified by applying the Shapiro-Wilks test. For comparison between times we used the Friedman test and subsequent ANOVA for repeated measures. The Mann Whitney U test was used for comparisons between groups. The statistical package used was SPSS 13.0, and the value was set at $p < 0.05$. It may be noted decrease in strength in knee extension in trained subjects at 60° and 180° per second after A.120 protocol. However, in the GNT, we observed a significant increase on peak torque in knee flexion at speeds 60° and 180° per second after protocol A.60. The findings of this study suggest that stretching consists of 3 series of 20 seconds can not compromise muscle performance and may even, in some cases, optimize it. Regarding the longer protocols, such as 120 seconds, for example, there must be caution in their requirements, considering that may result in shortage of strength, which would not be interesting in a weight training program.

Key Words: Flexibility, Peak torque, Isokinetic dynamometry

Lista de Tabelas

Tabela 1	45
Tabela 2.....	45
Tabela 3	46
Tabela 4.....	46
Tabela 5	46
Tabela 6.....	47
Tabela 7	47

Lista de Figuras

Figura 1	24
Figura 2	29
Figura 3	30
Figura 4	32
Figura 5	35
Figura 6	36
Figura 7	40
Figura 8	41
Figura 9	42
Figura 10	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVO	15
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE FLEXIBILIDADE E ALONGAMENTO	16
3.1.1 Flexibilidade	16
3.1.2 Alongamento	18
3.1.2.1 Tipos de Alongamento	19
3.1.2.1.1 Alongamento Estático.....	19
3.1.2.1.2. Alongamento Balístico ou Dinâmico	20
3.1.2.1.3 Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva.....	20
3.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE FORÇA MUSCULAR	22
3.2.1 Força Muscular	22
3.2.2 Tecido Muscular	23
3.2.2.1 Músculo estriado esquelético	23
3.2.2.2 Tipos de fibras musculares.....	25
3.2.3 Aspectos fisiológicos da geração de Força	26
3.2.4 Tipos de Contração Muscular.....	29
3.3 RELAÇÃO ENTRE ALONGAMENTO E FORÇA MUSCULAR.....	31
3.3.1 Órgãos Proprioceptores	33
3.3.1.1 Fuso muscular.....	34
3.3.1.2 Órgão Tendinoso de Golgi	35
4 METODOLOGIA	38
4.1 PROCEDIMENTOS DE TESTES	38
4.2 VOLUNTÁRIOS DO ESTUDO.....	38
4.3 INDICADORES DE COMPOSIÇÃO CORPORAL	38
4.4 TESTES REALIZADOS.....	39
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	44

5 RESULTADOS	45
6 DISCUSSÃO	48
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
8 REFERÊNCIAS	55
9 ANEXOS	60
9.1 TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	61
9.2 MODELO DE RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA	63

INTRODUÇÃO

Durante nossas ações cotidianas, fica evidente o envolvimento de diferentes capacidades físicas, tais como, flexibilidade e força muscular, que são de importância imprescindível para o aumento da eficiência dos movimentos. Essa eficiência reflete em uma maior facilidade para a execução dos movimentos, resultando em maior qualidade de vida e saúde (ACHOUR JR, 2006).

Para que se possa adquirir uma flexibilidade ótima, se faz necessário o emprego de exercícios de alongamento, que são definidos como qualquer técnica aplicada para promover o aumento da mobilidade dos tecidos moles e consequentemente, a amplitude de movimento (YLINEN et al., 2009, DECOSTER et al. 2005 *apud* ALMEIDA, 2009).

A utilização de protocolos de alongamento muscular constitui um elemento presente em academias, clubes esportivos, escolas e clínicas de reabilitação, com a finalidade de promover o aumento do nível de atividade física e saúde, ao mesmo tempo que também busca aprimorar o desempenho físico (DANTAS, 2005). Esta prática também está presente nos protocolos de aquecimento de atletas de alto rendimento, realizados antes dos treinamentos e competições (ACHOUR JR, 2006).

Entre as diferentes técnicas reportadas na literatura, particularmente a técnica de alongamento estático tem sido considerada bastante eficiente, tanto para produzir o aumento agudo na amplitude de movimento articular, quanto para desenvolver a flexibilidade (POWER et al., 2004). Esse método é comumente utilizado pela facilidade e segurança na sua aplicação (VIVEIROS; SIMÃO, 2001).

Zakas (2006) salienta que muitos autores tem se dedicado a pesquisar a relevância do volume total de alongamento a ser aplicado para que se possa gerar algum efeito benéfico a partir dele. Entretanto, alguns estudos apontam que a técnica estática pode também resultar em déficit agudo no desempenho dos grupos musculares previamente alongados (BEHM et al., 2004; MAREK et al., 2005). Esses achados tem levado alguns treinadores a desencorajarem a prática de exercícios de alongamento antes de atividades que exijam níveis significativos de força e potência musculares (KOKKONEN et al., 1998).

Grande parte dos estudos que pesquisaram os efeitos agudos do alongamento empregaram em suas metodologias, protocolos consideravelmente longos e que, segundo os autores, não são condizentes com as rotinas de

alongamento comumente executadas antes dos treinamentos e competições (BRANDENBURG, 2006; ZAKAS et al., 2006).

Tendo em vista a grande discordância presente na literatura referente aos reais efeitos ocasionados pelo alongamento, o objetivo do presente estudo foi analisar o efeito agudo de 2 protocolos de alongamento estático com diferentes volumes (60 e 120 segundos) nos músculos flexores e extensores de joelho.

2 OBJETIVO

Analizar o efeito agudo de 2 protocolos de alongamento estático com diferentes volumes (60 e 120 segundos) nos músculos flexores e extensores de joelho.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar a influência de cada volume de alongamento aplicado aos músculos isquiotibiais no desempenho isocinético dos próprios isquiotibiais (flexores de joelho);
- Verificar a influência de cada volume de alongamento aplicado ao músculo quadríceps no desempenho isocinético do próprio quadríceps (extensores de joelho);

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE FLEXIBILIDADE E ALONGAMENTO

Os termos flexibilidade e alongamento são, algumas vezes, confundidos tanto pelos fisioterapeutas, como pelos educadores físicos, profissionais que utilizam esses recursos em seu dia-a-dia. Neste capítulo busca-se esclarecer a diferenças desses conceitos, objetivando contribuir para as discussões e aplicações dessas técnicas entre os acadêmicos os profissionais que delas se utilizam.

3.1.1 Flexibilidade

O conceito de flexibilidade pode ser entendido como a amplitude máxima de movimento em uma ou mais articulações (GOBBI, et al, 2005).

Outros, como Araújo e Dantas a definem como a qualidade física responsável pela execução de movimentos voluntários de amplitudes máximas dentro dos limites morfológicos, dependente tanto da elasticidade muscular quanto da mobilidade articular.

[...] qualidade motriz que depende da elasticidade muscular e da mobilidade articular, expressa pela máxima amplitude de movimentos necessária para a perfeita execução de qualquer atividade física eletiva, sem que ocorram lesões anátomo-patológicas (PAVEL e ARAÚJO, 1980 citado por ARAÚJO, 1983, pg 07).

A Flexibilidade foi definida por Holland (1986) *apud* Alter (1996) como a qualidade física responsável pela "...amplitude de movimento disponível em uma articulação ou conjunto de articulações."

Alter (1996) e Krivickas (2001) caracterizam flexibilidade como mobilidade articular, liberdade de movimento, ou ainda, amplitude de movimento angular de uma articulação ou de um grupo de articulações. Já, Hamill (1995) *apud* Bagrichevsky (2002) define-a como a faixa limítrofe do movimento de um segmento e afirma que ela é influenciada, principalmente, pelo tamanho efetivo dos músculos

antagonistas e pelo nível de atividade neural do músculo, no momento que está sendo alongado.

Dantas (1998) conceitua flexibilidade como qualidade física responsável pela execução voluntária de um movimento de amplitude angular máxima, por uma articulação ou conjunto de articulações, dentro dos limites morfológicos, sem o risco de provocar lesão.

Flexibilidade caracteriza-se, portanto, pelos maiores arcos de movimentos possíveis nas articulações envolvidas. Tendo em vista que a prática da maioria dos esportes exige gestos que contemplam a utilização completa dos arcos articulares especificamente envolvidos, um bom nível de flexibilidade torna-se fundamental para a performance de alto rendimento. A flexibilidade, ao contrário das demais qualidades físicas, não é melhor quanto maior for. Existe um nível ótimo de flexibilidade para cada pessoa, em função das exigências que a prática exercerá sobre o aparelho locomotor e a estrutura dos seus componentes (ligamentos, articulações, músculos e outras estruturas envolvidas).

Um nível de flexibilidade acima do desejado, além de não acarretar melhora da performance nem diminuição do risco de distensão muscular, propiciará aumento da possibilidade de luxações (DANTAS, 1998).

Kisner C e Colby (1998) *apud* Badaro; Silva; Beche (2007), destacam que:

Para que haja uma boa amplitude de movimento, ou seja, uma boa flexibilidade, que varia de acordo com a necessidade de cada um, é preciso haver mobilidade e elasticidade adequada dos tecidos moles que circundam a articulação (músculos, tecido conectivo e pele), vindo a favorecer o desempenho da maioria das atividades ocupacionais e recreativas, com amplitudes de movimentos sem restrições e sem dor. (pg. 33)

Para que se obtenha essa mobilidade adequada citada anteriormente, se faz necessário o emprego de prática de exercícios de alongamento que, ao longo do tempo, resultarão no aumento da flexibilidade nas respectivas estruturas músculotendíneas.

3.1.2 Alongamento

As atividades físicas geralmente demandam algum esforço extra dos indivíduos envolvidos, esforço esse que requer cuidados antes, durante e após as atividades, observando-se, assim, a importância de um programa de alongamentos. Com o alongamento, os praticantes são submetidos a um processo de adaptação muscular ao esforço, uma vez que este procedimento visa manter e aperfeiçoar a flexibilidade (capacidade física responsável pela maior amplitude de movimentos articulares e musculares).

Alter (1999) *apud* Achour Júnior (2006) relata que, desde a antiguidade, o alongamento tem sido utilizado como forma de desenvolvimento da flexibilidade. Acredita-se que os antigos gregos usaram algum tipo de treinamento de flexibilidade, permitindo que eles dançassem, realizassem acrobacias e lutassem com mais facilidade.

Algumas pessoas fazem uso de exercícios de alongamento buscando otimizar, de alguma maneira, o seu desempenho, uma vez que os alongamentos preparam os músculos para os movimentos a serem realizados em uma determinada atividade ou esporte. Os exercícios de alongamento podem ser realizados de diferentes maneiras, dependendo dos objetivos, da capacidade e do nível de condicionamento físico do indivíduo (ALTER, 1999 *apud* ACHOUR JÚNIOR, 2006).

Alongamentos são exercícios voltados para o aumento da flexibilidade, pois promovem o estiramento das fibras musculares, fazendo com que aumentem o seu comprimento. Quanto mais alongado um músculo, maior será a movimentação da articulação comandada por aquele músculo e, portanto, maior sua flexibilidade.

Os exercícios de alongamento, segundo Anderson (1983), “são importantes entre a vida sedentária e a vida ativa, mantendo os músculos flexíveis e preparando-nos a concretizar a transição diária da inatividade para atividade vigorosa, sem tensões indevidas”.

Os alongamentos trazem muitos benefícios, entre eles o desenvolvimento da consciência corporal (melhorando a postura), a redução nas tensões articulares provocadas por músculos muito encurtados (que na maioria das vezes são responsáveis por problemas articulares, principalmente em idosos ou indivíduos que se viciam em posições erradas no dia-a-dia); aumento da eficiência mecânica por

permitir a realização dos gestos desportivos em faixas aquém do limite máximo do movimento onde a resistência ao gesto é maior.

Portanto, alongamento não pode apenas ser considerado o exercício realizado para ganho de flexibilidade, mas também um meio usado em tratamentos terapêuticos, ganho de força e melhora de outras capacidades físicas como coordenação motora. O alongamento também é uma forma de preparar o corpo para uma atividade física. Ao acordar, quando nos espreguiçamos, estamos executando uma manobra natural de alongamento, preparando o corpo para as atividades do dia.

3.1.2.1 Tipos de Alongamento

Na literatura existem divergências entre alguns autores quanto aos tipos ou técnicas de alongamento.

Exercícios de alongamento podem ser realizados de forma ativa (atividade muscular do próprio indivíduo envolvido na ação, sem ajuda externa) ou de forma passiva (não ocorre contribuição ou contração ativa do sujeito submetido à ação, ou seja, o alongamento é totalmente promovido por forças externas, através do auxílio de um parceiro ou de um equipamento mecânico).

3.1.2.1.1 Alongamento Estático

De acordo com Contursi (1986), o alongamento estático consiste em realizar o alongamento de uma determinada musculatura até a sua extensão máxima tolerável de movimento, e ao chegar neste ponto, permanecer por alguns segundos. Esse tipo de alongamento é mais prático, por ser mais simples sua realização, requer um baixo consumo de energia.

Segundo Achour Júnior (2004) no alongamento estático move-se o membro lentamente, mantendo o segmento muscular determinado pela tensão muscular logo acima da amplitude do movimento habitual.

O autor também aponta que as vantagens do alongamento estático se fazem pela facilitação da aprendizagem e um risco menor na ocorrência de lesões.

3.1.2.1.2 Alongamento Balístico ou Dinâmico

No alongamento balístico utiliza-se vários esforços musculares ativos insistidos, na tentativa de maior alcance do movimento (ACHOUR JÚNIOR, 2004).

Para Contursi (1986), este alongamento corresponde a habilidade de se utilizar a ADM, na performance de uma atividade física em velocidades rápidas do tipo “sacudidas”. Utiliza-se de vários esforços musculares ativos insistidos, na tentativa de maior alcance de movimento.

O alongamento balístico está associado a movimentos rítmicos, como balançar e saltar, e consiste em “sacudidas”, ou movimentos ativos de acordo com Foss (2000). O autor também ressalta que a amplitude final não é mantida. Neste caso, o ressalto e o espasmo causam ativação dos fusos musculares que, por sua vez, incluem contrações dos músculos que estão sendo alongados.

O alongamento balístico permite desenvolver a flexibilidade dinâmica (ALTER, 1999 *apud* ACHOUR JÚNIOR, 2006), exigida em várias modalidades esportivas, facilitando a aplicabilidade e aumentando a especificidade no treinamento.

3.1.2.1.3 Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP)

Método de FNP foi desenvolvido, inicialmente, com fins terapêuticos. Utiliza-se, neste método, a influência recíproca entre o fuso muscular e o Órgão Tendinoso de Golgi de um músculo entre si e com os do músculo antagonista, para obter maiores amplitudes de movimento (DANTAS, 1999).

O método de Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva combina, alternadamente, a contração e o relaxamento dos músculos agonistas e antagonistas (ACHOUR JÚNIOR, 1999).

Para Knott & Voss (1968) *apud* Monteiro e Farinatti (2000), este alongamento consiste basicamente de um processo seqüencial, iniciado por um alongamento passivo estático, seguido de uma contração isométrica do músculo que é mantido alongado, e imediatamente após, aplica-se outro alongamento assistido de maior amplitude que o primeiro. Tal técnica é baseada em importantes mecanismos neurofisiológicos, que incluem facilitação e inibição, resistência, irradiação, indução e reflexos.

Independente da técnica a ser utilizada, o importante é que os movimentos sejam executados de maneira correta, sem que haja dor. Afirmando assim Achour Júnior (2004): “aceite o desconforto do alongamento, rejeite a dor”.

3.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE FORÇA MUSCULAR

Já conceituados os termos flexibilidade e alongamento, se faz necessário agora entender sobre uma das principais, se não a mais importante, das capacidades físicas: a força muscular.

3.2.1 Força Muscular

Por ser a principal capacidade motora do ser humano, a força muscular é alvo de diversos estudos, tanto na área da saúde, quanto no treinamento esportivo. Cada autor a define segundo sua visão crítica, buscando um melhor conceito e entendimento para a mesma.

Carnaval (2002) conceitua força muscular como a força máxima que pode ser gerada por um músculo ou grupo muscular. Já para Zakharov (1992), força muscular é a capacidade de superação da resistência externa e de contra-ação a esta resistência, por meio de esforços musculares.

Para Baechle e Groves (1992), é a força que o músculo ou grupo muscular, pode exercer contra uma resistência em um esforço máximo. Guyton e Hall (1997) caracterizam a força muscular como a capacidade que o músculo ou grupo muscular, tem de vencer uma dada resistência, a uma dada velocidade, num determinado exercício.

“Designação genérica para a força de um músculo. Entende-se, sendo tanto a força estática empregada por solicitação voluntária máxima de um músculo, como a desenvolvida durante uma tensão muscular voluntária, máxima, dinâmica” (HOLLMANN & HETTINGER, 1983, apud SILVA, 2007).

Para que se possa entender a força muscular é necessário conhecer o principal agente gerador de todo este processo: o músculo.

3.2.1 Tecido muscular

O tecido muscular é formado por um conjunto de células musculares, que são células alongadas, com eixo longitudinal orientado na direção do movimento que executam, freqüentemente de forma tão evidente que antes foram

denominadas fibras (GENESER, 2000). As células são multinucleadas (vários núcleos) devido à grande ressíntese protéica e apresentam uma grande concentração de mitocôndrias, o que denota alto grau de atividade (MONTEIRO E FARINATTI, 2000).

Segundo Gitirana (2007), se for considerado de acordo com as características morfológicas e funcionais das células musculares, o tecido muscular pode ser subdividido em músculo estriado esquelético, músculo estriado cardíaco e músculo liso. Como o trabalho em questão tratará sobre geração de força muscular a partir de um movimento articular específico, será apresentado somente o conceito da musculatura esquelética.

3.2.2.1 Músculo estriado esquelético

As células musculares apresentam em sua formação um conjunto de proteínas contrateis organizadas e arranjadas em miofilamentos. O conjunto de miofilamentos formam as miofibrilas, que são responsáveis pelo padrão estriado conferido às células musculares. As miofibrilas se unem umas às outras por meio de uma fina camada de proteínas denominada linha Z e são formadas por moléculas protéicas dispostas paralelamente, a actina e a miosina. Localizadas na própria molécula de actina, existem duas proteínas, a troponona e a tropomiosina. Elas representam uma pequena parte do músculo, mas possuem um importante papel na regulação no processo contrátil (POWERS e HOWLEY, 2005).

Ainda segundo os autores supracitados as miofibrilas podem ser divididas em segmentos individuais denominados sarcômeros. Os sarcômeros são divididos entre si pelas linhas Z. Os filamentos de miosina estão localizados especialmente na porção escura do sarcômero, denominada Banda A, enquanto os filamentos de actina ocorrem principalmente na região clara do sarcômero, a Banda I. No centro do sarcômero, existe uma porção de filamento de miosina sem sobreposição da actina, a Zona H.

O músculo estriado esquelético é formado por feixes de células cilíndricas muito longas, multinucleadas, cujos núcleos encontram-se localizados na periferia citoplasmática logo abaixo da membrana celular, que no caso das células musculares, é denominada sarcolema (GITIRANA, 2007).

ORGANIZACIÓN DE LA FIBRA MUSCULAR

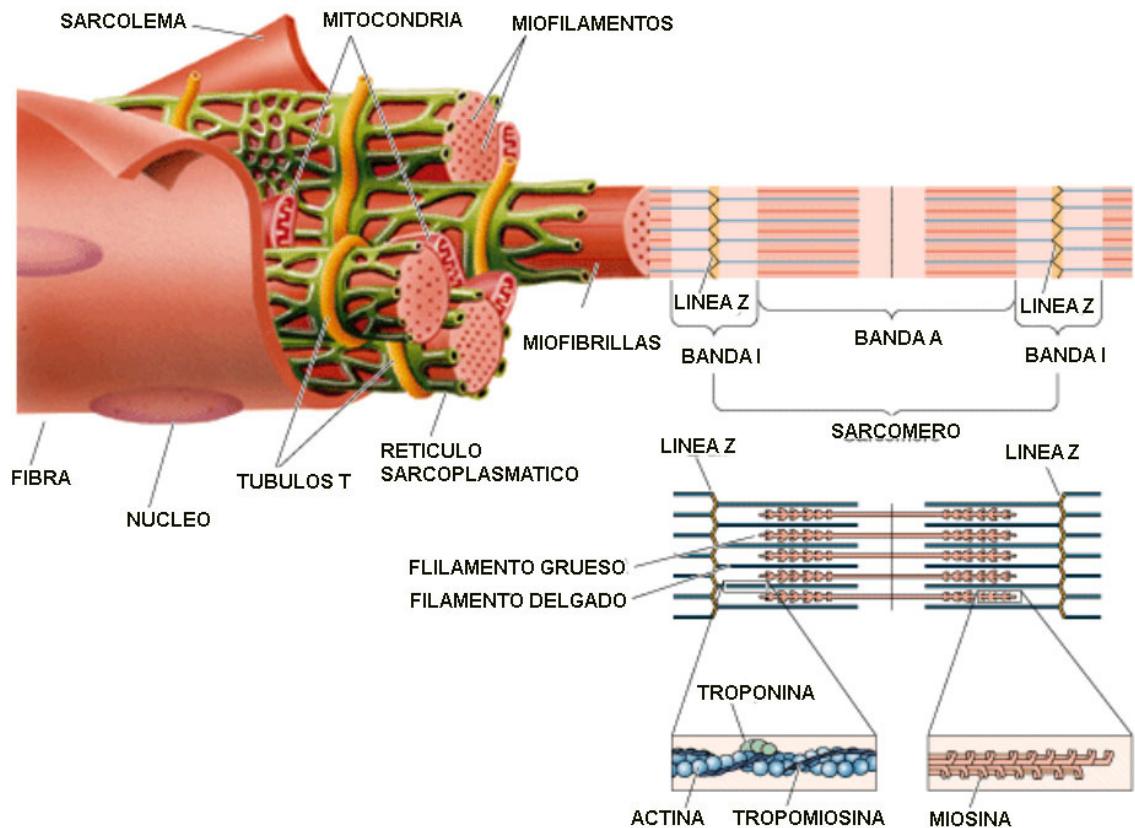


Figura 1 – Ilustração das principais estruturas presentes em uma célula muscular.

(Disponível em: sobiologia.com.br).

O tecido muscular é formado por células altamente especializadas na conversão de energia química em energia mecânica. Sendo assim, as principais funções atribuídas ao tecido muscular esquelético estão relacionadas à produção de força para a locomoção, entre outras atividades, onde o corpo depende da integração osteoarticular.

Os músculos apresentam uma coloração que geralmente varia entre tons de rosa claro e vermelho intenso. Esta diferença de cor se deve aos pigmentos de mioglobina (proteína transportadora de O₂), presentes no citoplasma da célula muscular e também à grande quantidade de vasos sanguíneos presentes no tecido conjuntivo localizado entre as células musculares.

3.2.2.2 Tipos de fibras musculares

Considerando a diversidade de atividades exercidas no dia-a-dia, o corpo humano desenvolveu músculos capazes de desempenhar funções específicas de acordo com a necessidade. Justifica-se, portanto, a existência de células musculares próprias para contrações rápidas (explosão) e lentas (resistência), que, apesar das diferentes características, atuam em conjunto, alternando-se apenas a predominância da utilização de cada uma de acordo com a atividade desempenhada.

As fibras musculares do tipo I são de cor avermelhada por possuírem grande quantidade de mioglobina e mitocôndrias (organelas celulares responsáveis pela produção de energia). Seu citoplasma é rico em enzimas que utilizam o oxigênio como principal substrato energético, caracterizando-as, portanto, como fibras de contração lenta. Quando o corpo humano necessita de uma maior resistência muscular para uma atividade prolongada, utiliza-se, predominantemente, desse tipo de fibra muscular (POWERS; HOWLEY, 2005).

As fibras musculares do tipo IIa são um subgrupo de fibras de contração rápida e contém numerosas mitocôndrias, embora menos que as fibras do tipo I. Este tipo de fibra também é resistente ao esgotamento e parece ser adequado para atividade de resistência e para contrações fortes de pouca duração (GENESER, 2000). Possuem uma coloração mais pálida por apresentarem um número menor de capilares sanguíneos e, consequentemente, menor suprimento de oxigênio. Por conta disso, utilizam a glicose como principal fonte de energia.

Já as fibras do tipo IIb contraem-se com rapidez e correspondem as fibras brancas. Em geral são as fibras mais grossas e formam grandes unidades motoras. Contém apenas escassas mitocôndrias, relativas à massa miofibrilar, e se esgotam muito rapidamente. Utilizam como principal fonte energética um composto denominado ATP (Adenosina Trifosfato), ideal para atividades que exigem um intenso trabalho muscular com uma elevada geração de força, porém, em um curto espaço de tempo (explosão) (GENESER, 2000).

A maior parte dos músculos constitui-se de uma mistura destes três tipos de fibras, mas a distribuição percentual dos três tipos é distinta de um músculo para outro e de um indivíduo para outro.

Nas contrações musculares habituais participam primeiro as fibras do tipo I mediante forças de contração baixas, como, por exemplo, as correspondentes à atividade dos músculos em posição ereta. Diante de forças de contração crescentes, são incorporadas as fibras do tipo II, mas as fibras do tipo IIb logo são incluídas ante acelerações bruscas ou para contrações rápidas de curta duração (GITIRANA, 2007. pg 228).

3.2.3 Aspectos fisiológicos da geração de Força

Para que ocorra a geração de força muscular, é necessário que haja interação entre vários acontecimentos, desde a transmissão do impulso nervoso, até à atividade muscular propriamente dita.

A força muscular é resultado da tensão gerada pela contração muscular, que é definida como a ativação das fibras musculares, fazendo com que estas se encurtem por meio da conexão e desconexão cíclica das cabeças de miosina com os filamentos de actina adjacentes. Essas proteínas formam miofilamentos que, agrupados, compõe as fibras musculares. Cada fibra muscular contém miofibrilas nas quais estão dispostas os sarcômeros, unidades básicas contrateis de repetição.

Segundo McArdle; Katch e Katch (2001), o neurônio motor é responsável por receber o potencial de ação (impulso nervoso), e transmiti-lo para as fibras musculares por ele inervadas. Ele é formado por um corpo celular nucleado que possui alguns prolongamentos denominados dendritos, que têm a função de receber a mensagem.

Essa mensagem, depois de ser interpretada no corpo celular, passa pelo axônio até chegar nos teledendritos, que irão transmiti-la para as outras células. Em alguns casos o axônio, que é responsável pela condução do impulso, apresenta um revestimento lipídico altamente isolante denominado bainha de mielina. Essa camada lipídica é interrompida periodicamente por vários nodos de Ranvier, por onde o impulso consegue fluir facilmente. Por conta disso o impulso é transmitido com ‘saltos’ entre as partes mielinizadas, fazendo com que a condução seja mais rápida e demande menos energia (MONTEIRO; FARINATTI, 2000).

A unidade motora consiste da terminação de um neurônio motor e todas as fibras musculares inervadas por ele. Em geral, cada fibra muscular recebe um fluxo de um único neurônio, que, por sua vez, pode inervar uma quantidade variada de fibras musculares (GITIRANA, 2007). A autora ainda faz a seguinte observação sobre a correlação que há entre o tamanho das unidades motoras e suas respectivas funções:

A unidade motora varia conforme o músculo e depende da função exercida por esse músculo. Por exemplo, nos músculos retos do olho, as unidades motoras são pequenas, isto é, um neurônio motor inerva somente um pequeno número de células musculares. Desse forma, os olhos estão sob um controle mais preciso. As unidades motoras dos músculos das costas são grandes, facilitando no controle da manutenção de uma postura ereta (pg. 236).

Segundo Gartner (2007), a contração reduz de forma efetiva o comprimento de repouso da fibra muscular em um valor que é igual à soma de todos os encurtamentos que ocorrem em todos os sarcômeros de uma única célula muscular. O autor ainda explica que o processo de contração, normalmente iniciado por impulsos nervosos, obedece à lei do tudo-ou-nada, na qual a fibra muscular ou se contraí plenamente em resposta ao estímulo, ou não responde de forma alguma. A força produzida em uma contração muscular é diretamente proporcional ao número de fibras musculares envolvidas no processo.

No que diz respeito à regulação da força produzida pela contração, Monteiro e Farinatti (2000) citam que ela depende da atuação conjunta dos processos de código de frequência e recrutamento.

Durante a contração muscular, à medida em que se faz necessária a produção de mais força, as unidades motoras envolvidas começam a receber uma quantidade maior de estímulos. Isso faz com que ocorram sucessivas liberações de cálcio no sarcoplasma das fibras musculares, aumentando a força da contração muscular pela maior interação actina/miosina. Esse processo caracteriza uma variação no código de frequência de estímulos. Conforme a frequência de estímulos aumenta, ela atinge o limiar de outra unidade motora que, despolarizada, começa a

auxiliar no trabalho. Nesse caso houve um recrutamento de uma nova UM. O recrutamento, assim, se processa de acordo com o código de frequência (FREUND, 1983 *apud* MONTEIRO; FARINATTI, 2000).

Isso se repete até que não haja mais unidades motoras disponíveis. A partir desse ponto, o aumento da força depende, exclusivamente, do código de frequência. Com o surgimento da fadiga, os níveis de força tendem a cair, mas a frequência de estimulação continua aumentando (MONTEIRO; FARINATTI, 2000)

A regulação de força gerada pela contração muscular também varia de acordo com a área de secção transversa do músculo e dos tipos de fibras musculares envolvidas. Quanto maior o músculo maior será a sua capacidade de gerar força.

Monteiro e Farinatti (2000) fazem a seguinte observação sobre a relação direta que há entre o grupo muscular envolvido no movimento e a força resultante dele:

A força seria uma qualidade física de característica neuromuscular. O volume muscular ativo durante a contração será responsável pelo produto final da força gerada no movimento. Quanto mais e maiores unidades motoras forem ativadas (estimuladas), maior será a força desenvolvida pelo músculo ou grupo muscular (HOLLMANN & HETTINGER, 1983, *apud* MONTEIRO; FARINATTI, 2000, pg.42).

3.2.4 Tipos de Contração Muscular

Tratando-se de contração muscular, existem três tipos básicos de manifestações: contração isométrica, contração isotônica e contração isocinética.

A contração isométrica, segundo Lippert (2008), ocorre quando o músculo se contrai, produzindo força sem mudar seu comprimento. Refere-se à ação muscular durante a qual não ocorre nenhuma alteração no comprimento total do músculo (FLECK e KRAEMER, 2006). Nesse caso, a tensão gerada pelo músculo não é suficiente para vencer uma determinada resistência, resultando em uma força estática, onde não há alteração no ângulo da articulação envolvida.

A contração isotônica caracteriza-se como uma contração em que as fibras musculares se encurtam ou alongam enquanto exercem uma força constante correspondente a uma carga ou resistência. Essa força acarreta em uma alteração no tamanho do músculo, gerando assim, um movimento na articulação envolvida.

Esta contração muscular isotônica ou dinâmica dividi-se entre ação concêntrica (positiva), onde a força produzida é maior que a resistência oferecida (ocorre o encurtamento do músculo), e excêntrica (negativa), onde a tensão gerada, por ser inferior, é superada pela carga imposta (ocorre o alongamento do músculo).

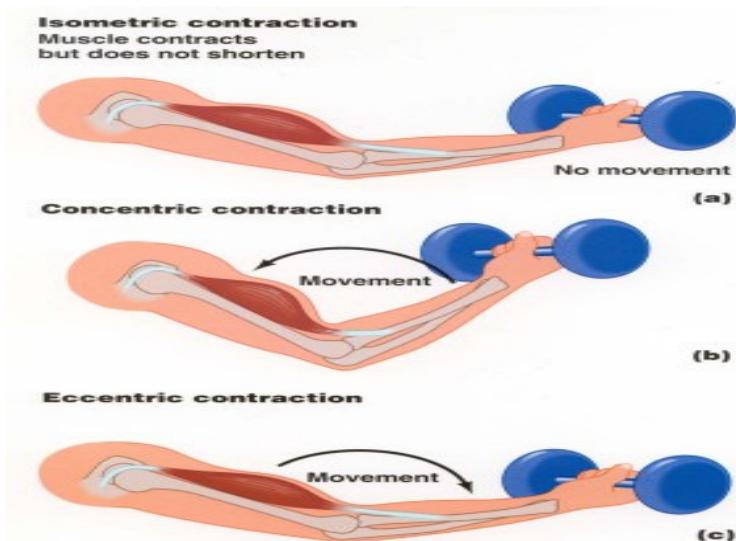


Figura 2 – Tipos de contração muscular (Disponível em: yogaestudio.org).

A contração isocinética se dá por meio da utilização de um aparelho denominado “Dinamômetro Isocinético”, onde o indivíduo realiza um esforço muscular máximo ou submáximo que se acomoda à resistência do aparelho. A contração ocorre em uma velocidade angular constante, permitindo mensurar a força aplicada pelo músculo em toda a amplitude articular do movimento (TERRERI ,et al. 2001).



Figura 3 – Ilustração de uma avaliação isocinética da articulação do joelho.
(Disponível em: lafreabilitare.com).

Tendo em vista que existem diferentes tipos de contração muscular, justifica-se também a existência de manifestações distintas de força. Segundo Raposo (2005), no que diz respeito as suas formas de manifestação, a força muscular poderá assumir três expressões distintas: força máxima, força rápida (potência) e força de resistência.

Força máxima caracteriza-se como a maior força disponível que o sistema neuromuscular pode mobilizar através de uma contração voluntária máxima de um músculo ou grupo muscular.

Força rápida (explosiva), também conhecida como potência, é definida pelo autor como toda a forma de força que se torna atuante no menor intervalo de tempo possível.

Já a força de resistência corresponde à capacidade que o organismo tem de resistir à fadiga, em solicitações de prestação de força durante um período de tempo prolongado.

3.3 RELAÇÃO ENTRE ALONGAMENTO E FORÇA MUSCULAR

Alongamento é o termo usado para descrever os exercícios que aumentam o comprimento das estruturas constituídas de tecidos moles e, consequentemente, a flexibilidade (ALMEIDA; JABUR, 2006). A flexibilidade, por sua vez, é definida como a capacidade física responsável pela execução voluntária de um movimento de amplitude angular máxima, superiores às originais, porém dentro dos limites morfológicos (ALTER, 1999). Autores como Astrand; Rodahl (1986) *apud* Monteiro; Farinatti (2000) preconizam que os principais fatores limitantes da flexibilidade estão relacionados ao comprimento dos músculos.

No corpo humano existem, segundo Achour Júnior (2006) tecidos contráteis (músculos) e não contráteis (fáscias, tendões e ligamentos), sendo que ambos possuem propriedades elásticas e plásticas. Para se conseguir a deformação plástica, a tensão aplicada com o exercício de alongamento deve alcançar e permanecer, ou até mesmo superar ligeiramente o limite elástico do tecido.

Ainda segundo o autor, a manutenção da tensão de alongamento causa o aumento no tamanho do tecido. Se o tecido retornar ao tamanho original após a tensão do alongamento ser liberada, denominamos isso de deformação elástica. Assim, elástico implica que a alteração na extensão (deformidade) é diretamente proporcional à tensão aplicada com efeitos reversíveis após a liberação da tensão (HALL, 2000 *apud* ACHOUR JÚNIOR, 2006).

Atualmente, o alongamento muscular antes do exercício vem gerando controvérsias em relação aos seus efeitos no que diz respeito ao desempenho muscular.

Shrier (2004) analisou, em sua revisão crítica, 32 estudos relacionados à influência do alongamento pré-exercício na performance muscular. Além de não encontrar benefícios em nenhum dos estudos, o autor ainda constatou que em 20 deles foram relatados efeitos deletérios agudos do alongamento na capacidade de geração de força muscular. Entretanto, há divergência entre os estudos em relação ao motivo que teria gerado a diminuição da força por conta do alongamento prévio.

A capacidade de geração de tensão muscular é otimizada quando o sarcômero encontra-se na posição de repouso, pois assim é permitida a ativação de todas as possíveis pontes cruzadas de ligação entre actina e miosina presentes no mesmo (DI ALENCAR; MATIAS, 2010).

Quando um músculo está muito encurtado ocorre a sobreposição dos filamentos de actina e miosina, isso acarreta em um numero reduzido de ligações entre elas e, consequentemente, em um menor potencial de desenvolvimento de força na contração (RAMOS; SANTOS; GONÇALVES, 2007). Da mesma forma, se o músculo for alongado muito além do seu comprimento de repouso, o número de pontes cruzadas também diminui, uma vez que a sobreposição dos filamentos proteicos se reduz drasticamente.

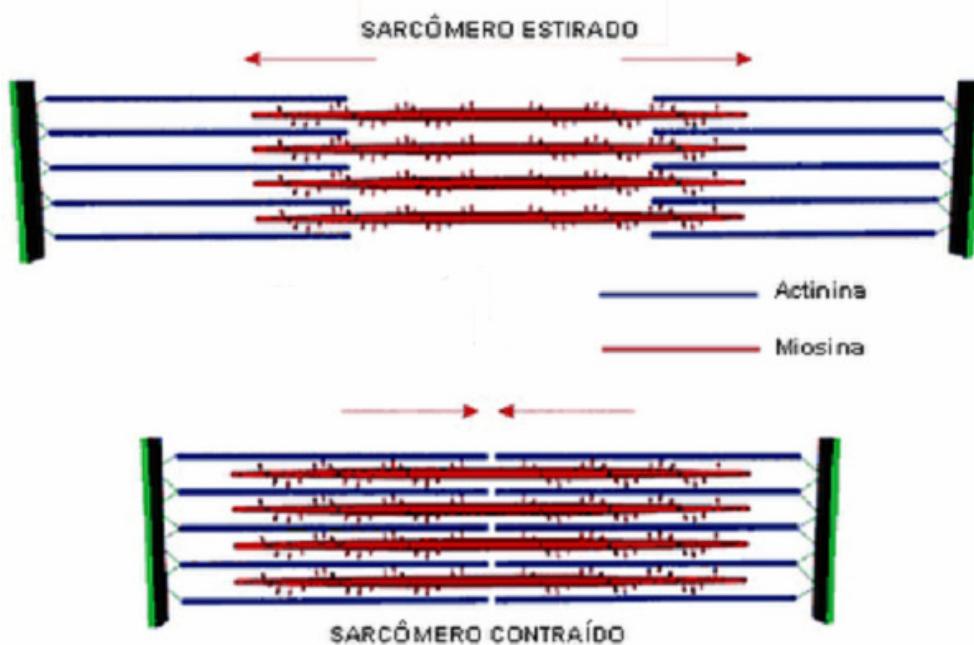


Figura 4 - Arranjo estrutural dos filamentos de actina e miosina com o sarcômero alongado e contraído.(Disponível em: passeiweb.com).

Os efeitos gerados com a aplicação de exercícios de alongamento podem ser divididos em agudos (immediatos) e crônicos (ao longo do tempo). Os agudos são resultado da flexibilização do componente elástico da unidade musculotendínea. Já os efeitos crônicos são resultantes de um remodelamento adaptativo do músculo, que se dá pelo acréscimo do numero de sarcômeros em série nas miofibrilas, implicando no aumento do comprimento do músculo (HALL; BROD, 2007 *apud* DI ALENCAR ;MATIAS,2010).

Para Shrier e Gossal (2000) *apud* Di Alencar; Matias (2010), os exercícios de alongamento proporcionam a diminuição direta da tensão muscular através das mudanças viscoelásticas passiva ou diminuição indireta devido à inibição reflexa e à

consequente mudança na viscoelasticidade oriundas da redução de pontes cruzadas entre actina e miosina. O resultado de uma tensão muscular menor é uma amplitude articular maior.

Outro aspecto que pode influenciar negativamente na geração de força muscular após o alongamento está relacionado a fatores neurais (GREGO NETO, 2007).

O arco reflexo na musculatura esquelética se apresenta como um importante mecanismo de ajuste do nível de contração muscular, uma vez que mantém o centro integrador constantemente informado sobre o estado de estiramento e tensão muscular (McARDLE, KATCH e KATCH, 2003 *apud* DI ALENCAR ;MATIAS,2010). Os principais receptores envolvidos nesse mecanismo são os fusos musculares e os órgãos tendinosos de Golgi.

3.3.1 Órgãos Proprioceptores

O controle neural da função muscular requer não somente a capacidade de induzir ou inibir a contração muscular, mas também a habilidade de monitorar o *status* motor do músculo e seus tendões durante a atividade muscular. O monitoramento é feito através de dois tipos de receptores sensoriais: os fusos musculares e os órgãos tendinosos de Golgi.

Os também chamados proprioceptores musculares tem como função principal informar ao sistema nervoso central (SNC) as alterações na extensão muscular, na contração muscular, e nas mudanças de posição corporal (HUNT, 1990 *apud* ACHOUR JÚNIOR, 2006). Eles não controlam os centros motores, mas os orientam a decidir sobre uma resposta apropriada. De acordo com a relevância da informação transmitida, o SNC pode alterar a atividade do músculo para protegê-lo de um eventual perigo (ACHOUR JÚNIOR,2006).

Para que o sistema nervoso controle adequadamente os movimentos dos músculos esqueléticos, ele deve receber um feedback sensorial contínuo do músculo que está se contraindo, que incluem informações referentes à tensão e comprimento muscular (POWERS; HOWLEY, 2005).

O controle do sistema neuromuscular requer pelo menos dois neurônios num sistema reflexo: um neurônio aferente situado no gânglio da raiz posterior, que

conduz as informações dos músculos para o SNC, e um neurônio motor eferente, situado no corno anterior da medula, que transmite a mensagem ao caminho inverso (ACHOUR JÚNIOR, 2006).

Lewit (2000) *apud* Achour Júnior (2006) explica os diferentes tipos de axônios, levando em consideração sua localização e funções específicas no processo de transmissão do impulso nervoso:

O neurônio motor da medula espinal pode ser dividido em duas classes: neurônio motor alfa e neurônio motor gama. Os axônios das fibras musculares são do tipo alfa, os axônios eferentes dos fusos musculares são do tipo gama. As entradas do neurônio motor alfa podem ocorrer de três formas: via alfa 1, pela raiz do gânglio posterior com axônio inervado pelo fuso muscular; via alfa 2, pelo neurônio motor superior do cérebro, importante no controle dos músculos distais e no desempenho do controle voluntário dos membros; e via alfa 3, por meio dos interneurônios da medula espinal(pg.205).

3.3.1.1 Fuso muscular

São fibras musculares modificadas, contidas numa cápsula de tecido conjuntivo que as fixam e dispõem paralelamente às fibras extrafusais. Sua porção central é envolta por um neurônio sensitivo, sendo incapaz de se contrair. O mesmo não acontece nas extremidades que são dotadas de proteínas de actina e miosina e são inervadas por neurônios motores mais finos que as fibras musculares convencionais, esses são chamados de motoneurônios gama.(MONTEIRO e FARINATTI, 2000).

Cada fuso muscular é formado por cerca de 4 à 20 pequenas fibras musculares especializadas, denominadas de fibras intrafusais (dentro do fuso), que se apresentam envoltas em uma bainha de tecido conjuntivo. Por sua vez, as fibras intrafusais são controladas por motoneurônios especializados, denominados motoneurônios gama e as fibras extrafusais (as fibras regulares do músculo fora do fuso), são inervadas por motoneurônios alfa (WILMORE e COSTILL, 2001 *apud* GREGO NETO, 2007).

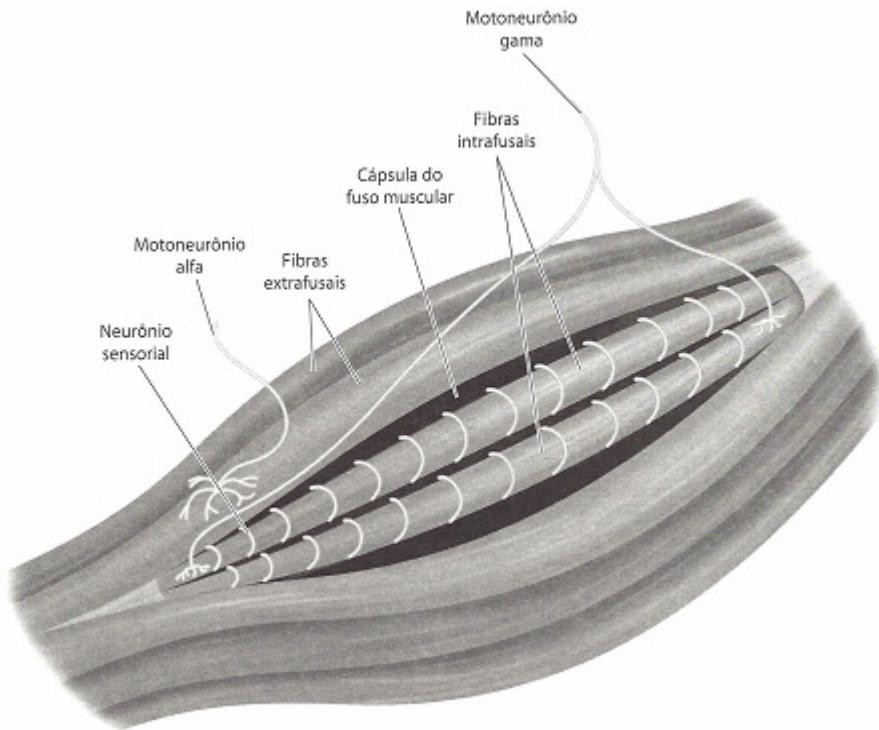


Figura 5 – desenho ilustrativo do sistema de inervação das fibras intra e extrafusais.
(Disponível em: nikolasctesportivo.blogspot.com).

O fuso tem, basicamente, a função de informar a alteração na velocidade e na extensão (comprimento) muscular. Nessas condições reage a qualquer quantidade de alongamento (GUYTON ;HALL, 1997).

Quando o músculo é alongado, a porção central acompanha o movimento, ativando o neurônio sensitivo que para de enviar impulsos à medula, onde faz sinapse com o motoneurônio alfa que, uma vez estimulado, envia comandos no sentido de contrair as fibras musculares estiradas, encurtando o músculo e diminuindo o fluxo de estímulos provenientes do fuso (MONTEIRO; FARINATTI, 2000).

3.3.1.2 Órgão Tendinoso de Golgi

O órgão tendinoso de Golgi (OTG) localiza-se no tendão e está em série com as fibras musculares extrafusais. Essencialmente, o OTG serve como um dispositivo de segurança que ajuda a impedir uma geração de força excessiva durante a contração muscular (POWERS; HOWLEY , 2005).

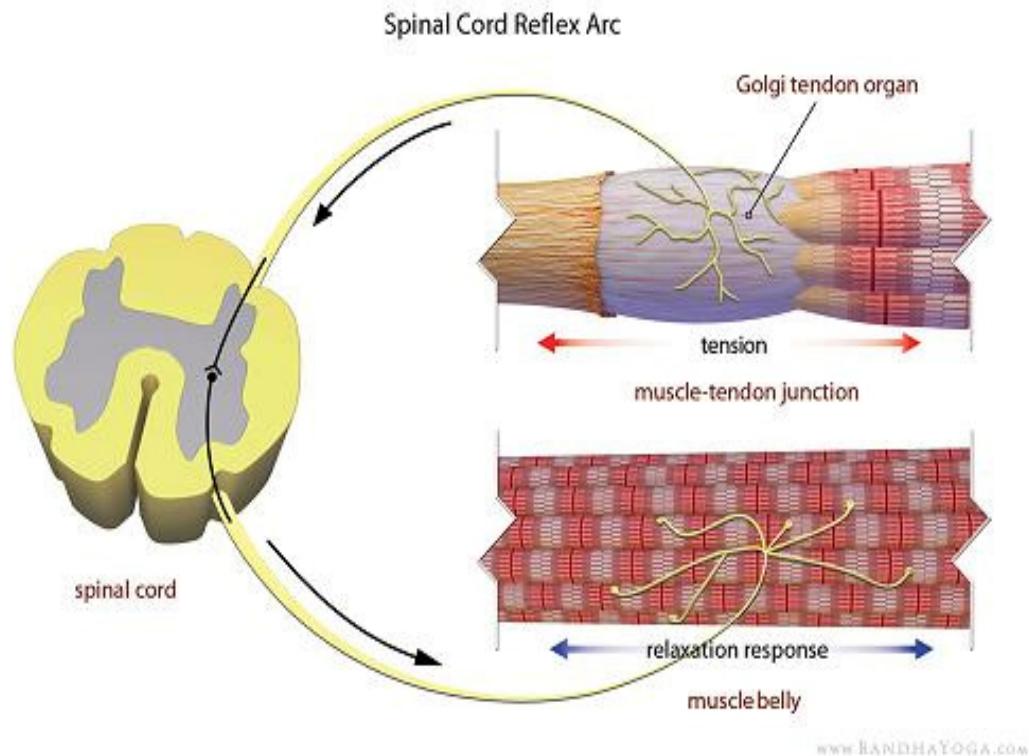


Figura 6 – Desenho ilustrativo do órgão tensinoso de Golgi, mostrando a sequência da sua atuação.(Disponível em : tatianarode.blogspot.com).

Diferentemente do fuso muscular, o OTG responde melhor à contração do que à extensão muscular. Enquanto o tendão demonstra um limiar de disparo baixo para a contração, precisa-se de um limiar consideravelmente alto para responder ao alongamento (JAMIL, 1992 *apud* ACHOUR JÚNIOR, 2006).

Ainda segundo os autores, a insensibilidade relativa do OTG ao exercício de alongamento é causada pela sua localização em série com os feixes musculares. Durante a contração muscular, o OTG descarrega um impulso nervoso capaz de inibir a contração muscular e provoca o relaxamento do músculo. Por esse motivo, o órgão tendinoso de Golgi é um sistema aferente inibitório, enquanto o fuso muscular é excitatório (SILVERTHORN, 2003 *apud* ACHOUR JÚNIOR, 2006).

Basicamente, o OTG inibe a contração do músculo agonista (agente do movimento) e estimula a contração do antagonista (músculo que se opõe ao agonista) quando a tensão muscular alcança níveis críticos. A esse mecanismo dá-se o nome de reflexo tendinoso (TORTORA e GRABOWSKI, 2002 *apud* Di ALENCAR; MATIAS, 2010). Esse processo inibitório existe para evitar a contração excessiva do músculo, pois isso poderia gerar uma sobrecarga no tendão e

resultaria em lesão (MONTEIRO e FARINATTI, 2000). Como o OTG força o músculo agonista a se relaxar, isso acarreta em uma dificuldade maior de geração de força máxima naquele movimento.

Kokkonen. et al. (1998) encontraram déficit no teste de 1 RM (teste de uma repetição máxima) em sujeitos que foram submetidos a cinco diferentes exercícios de alongamento para os músculos extensores e flexores de joelho com volume total de 20 minutos. Os resultados obtidos no estudo reportam que o grupo submetido ao protocolo de alongamento obteve um decréscimo de 16% na geração de força em relação aos valores obtidos pelo mesmo grupo antes da aplicação do alongamento.

Esse resultado foi atribuído pelos autores às alterações das respostas musculares e dos propioceptores articulares em decorrência do alongamento. Segundo os autores, o OTG seria responsável por responder à tensão provocada pelo alongamento, gerando um reflexo inibitório no músculo que estava sendo alongado. Ainda de acordo com Kokkonen et al. (1998) os receptores presentes nos músculos, tendões e cápsula articular também podem ser responsáveis pela inibição neural das unidades motoras.

Alguns autores sugerem que o déficit no desempenho muscular gerado pelos exercícios de alongamento seria diretamente proporcional ao tempo mantido na posição alongada (ACHOUR JÚNIOR, 2006; ZAKAS et al, 2006).

Buscando investigar a influência do volume de alongamento no desempenho do músculo quadríceps, Zakas et al. (2006) observaram que protocolos de cinco e oito minutos causaram déficit significativo no torque isocinético, mas nenhuma diferença relevante foi encontrada quando foi aplicado o protocolo de apenas 30 segundos de alongamento. Já Brandenburg (2006) encontrou déficits significativos na performance isocinética dos isquitibiais após protocolos de alongamento estático com volumes de 15 e 30 segundos.

Sendo assim, a questão de qual seria o tempo de permanência na postura alongada suficiente para comprometer a geração de força muscular ainda é um aspecto bastante controverso na literatura (GREGO NETO e MANFFRA, 2009).

4 METODOLOGIA

4.1 PROCEDIMENTOS DE TESTES

Todas as avaliações físicas foram realizadas nas dependências da Universidade Estadual do Norte do Paraná/ Centro de Ciência e da Saúde (UENP/CCS), sendo o estudo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas da Instituição (Parecer CEP número 017/2011, Nº 025/2011).

Toda a investigação foi efetuada no laboratório de avaliações do CCS, onde foram mantidos os mesmos avaliadores para cada uma das medidas, a fim de manter a confiabilidade do estudo.

4.2 VOLUNTÁRIOS DO ESTUDO

Como critérios iniciais de inclusão, os voluntários deveriam ser do gênero masculino, com idades entre 18 e 30 anos e aparentemente saudáveis. Participaram do estudo 18 indivíduos, os quais foram separados em dois grupos: Grupo Treinados (GT) $n = 8$ e Grupo Não Treinados (GNT) $n = 10$.

Foram considerados treinados os indivíduos que declararam ter participado de um programa de treinamento com pesos nos 6 meses que antecederam os testes. Já os não treinados, eram aqueles que não participaram de nenhum tipo de treinamento com peso durante o período supracitado.

Todos os sujeitos que participaram do estudo assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, no qual declaravam estar cientes sobre os procedimentos do estudo, a finalidade do mesmo, bem como a não obrigação de permanecer até o final do estudo, podendo abandoná-lo a qualquer momento.

4.3 INDICADORES DE COMPOSIÇÃO CORPORAL

A avaliação da massa corporal e da estatura efetuou-se de acordo com os procedimentos descritos por Gordon et al. (1988), a partir da qual se determinou o índice de massa corpórea (IMC) dos indivíduos; para a coleta do peso corporal foi utilizando a balança digital Welmy, com precisão de 50 gramas e capacidade máxima de 200 kg. A estatura foi aferida por meio de um estadiômetro

de alumínio. Foram avaliadas também medidas das circunferências, de acordo com as técnicas convencionais, descritas por Callaway *et al.* (1988). Para a coleta utilizou-se uma fita antropométrica flexível da marca Wonder, com extensão de 2m e precisão de 0,1cm. Foram aferidas 7 circunferências (braço relaxado e braço contraído, antebraço direito, cintura, abdômen, quadril, coxa medial, torácica e panturrilha). Todas as mensurações aferidas no hemicorpo direito dos voluntários.

As espessuras de dobras cutâneas (EDC) foram aferidas no hemicorpo direito dos voluntários seguindo as recomendações de Guedes e Guedes (2006), tendo um total de 8 EDC mensuradas (sub-escapular-SE, tricipital-TR, axilar média-AM, bicipital-BI supra-ilíaca-SI, abdominal-AB, coxa medial-CXM e panturrilha-PT), através do adipômetro da marca LANGE (Cambridgic Scientific Industries), com resolução milimétrica (mm).

As equações propostas por Jackson; Pollock (1978) foram utilizadas para determinação da gordura corporal relativa (%G), e posterior cálculo da gordura absoluta (kg) e massa corporal magra (kg).

4.4 TESTES REALIZADOS

Para o teste de força isocinética foi utilizado um dinamômetro isocinético a marca BIODEX® 4.0, sendo mensurada a força de extensão e flexão de joelho apenas no membro dominante nas velocidades de 60, 180 e 300 graus por segundo. Antes de cada teste o dinamômetro era devidamente “calibrado” e pronto para armazenar os dados do voluntário seguindo corretamente às normas do fabricante.

Os sujeitos foram submetidos a 3 (três) avaliações no dinamômetro isocinético, em dias não consecutivos, para que pudesse realizar os 3 protocolos. A variável isocinética avaliada foi o pico de toque (Pt), que corresponde à melhor curva de torque que o sujeito produziu nas 5 repetições executadas.

Na primeira visita ao laboratório, antes do início do teste, os voluntários realizaram aquecimento em uma bicicleta ergométrica da marca Monark® durante dois minutos a 20 km/h. Logo em seguida o voluntário era conduzido à cadeira isocinética para o início da avaliação.



Figura 7- Voluntário realizando o aquecimento sistêmico na bicicleta ergométrica.

Na segunda ocasião, ao invés de se aquecerem, os indivíduos realizaram um protocolo de alongamento estático, na posição em pé (Figura 8), com 3 séries de 20 segundos para o músculo quadríceps (extensor de joelho) e 3 séries de 20 segundos, na posição sentada (Figura 9) para os isquiotibiais (flexores de joelho), totalizando 60 segundos de alongamento em cada grupo muscular. Foram respeitados intervalos de 30 segundos entre as séries para relaxamento muscular.

Buscando a padronização em relação à intensidade dos exercícios de alongamento, os sujeitos foram orientados a realizar a extensão da musculatura até o ponto que julgassem ser tolerável para manter a mesma postura durante o tempo

determinado de cada protocolo, sem que houvesse a presença de dor, apenas um leve desconforto.



Figura 8: Voluntário realizando a técnica de alongamento estático para a musculatura do quadríceps.



Figura 9: Exemplo do alongamento para isquiotibiais.

Finalmente, no terceiro e ultimo dia de avaliação, os voluntários foram orientados a realizar os mesmos exercícios de alongamento estático, porém com um volume de 120 segundos para cada grupo muscular, divididos em 3 séries de 40 segundos para o quadríceps e 3 séries de 40 segundos para os isquiotibiais, também com 30 segundos de intervalo entre as séries.

Para justificar os volumes de alongamento aplicados nos testes foram consideradas as recomendações do American College of Sports Medicine (ACSM, 2011) que incluem a aplicação de 2 a 4 series de exercício de alongamento com duração de 10 a 30 segundos cada, totalizando 60 segundos na sessão.

No presente estudo foi adotado um protocolo dentro das recomendações e um seguinte excedendo as mesmas, buscando verificar possíveis alterações resultantes deste excessivo volume.

Seguindo as normas do fabricante, o voluntário era devidamente estabilizado à cadeira de acordo com o seu biótipo, com a utilização de cintos transversais na região torácica, um cinto na região pélvica e um cinto na perna dominante, (altura do quadríceps) que era fixada junto ao braço alavanca do dinamômetro ficando a almofada de apoio a dois centímetros do calcanhar e com o eixo do dinamômetro paralelo ao eixo da articulação do joelho do voluntário. Um dos

avaliadores foi utilizado como modelo para demonstração das técnicas e forma de execução adequada dos movimentos (figura 10).



Figura 10 - Voluntário realizando o teste no dinamômetro isocinético com os movimentos de extensão e flexão de joelho.

Cada teste era iniciado na velocidade de 60%seg, onde o voluntário realizava cinco movimentos de extensão e flexão de joelho (concêntrica / concêntrica) em sua amplitude completa. Depois os movimentos eram repetidos nas velocidades de 180%seg e 300%seg, sucessivamente, com intervalos de 120 segundos entre cada série (DVIR, 2002).

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Após coletadas todas as variáveis, estas foram tabulados para análise. A normalidade dos dados foi verificada mediante a aplicação do teste de *Shapiro-Wilks*, para comparação entre os momentos foi utilizado a ANOVA para medidas repetidas, posteriormente ao teste de Friedman. O teste U Mann Whitney foi utilizado para comparações entre os grupos. O pacote estatístico utilizado foi SPSS 13.0, sendo que o valor adotado foi $p<0,05$.

5 RESULTADOS

A Tabela 1 Apresenta as diferenças entre os grupos em relação às variáveis de composição corporal.

Tabela 1. Médias e desvios-padrão das variáveis da composição corporal, entre os grupos treinados e não treinados.

Variáveis	Treinados	Não Treinados	Valor de p
Idade (anos)	23,25±4,2	22,10±1,6	0,71
Massa Corporal (kg)	74,31±8,1	74,04±8,83	0,72
Estatura (m)	1,74±0,04	1,76±0,06	0,44
IMC (kg/m ²)	24,3±2,2	23,6±2,0	0,47
%G	16.13±3.9	18.53±3.88	0,21
GorduraAbsoluta (kg)	12.22±3.4	13.80±3.62	0,36
Massa Magra (kg)	62.96±5.4	60.26±6.88	0,37

IMC (Índice de Massa Corporal)
% de Gordura

Não foram constatadas diferenças significativas entre os grupos em nenhuma das variáveis em questão.

A Tabela 2 compara o desempenho dos grupos nos diferentes momentos em relação ao movimento de extensão de joelho, na velocidade de 60° por segundo.

Tabela 2. Médias e desvios-padrão do pico de torque no movimento de extensão de joelho a 60°/seg.

GRUPOS	S.A	A.60	A.120	P
Extensão 60°	M±DP	M±DP	M±DP	
GT	269.6 ± 9.2	256.1 ± 14.0	250.0 ± 2.5	0,02 □
GNT	252.6 ± 12.3	248.1 ± 12.6	242.3 ± 11.2	0,53
P	0,28	0,47	0,72	

□ Diferença significativa entre os momentos S.A x A.120. $p<0,05$.

Nota-se na Tabela 2 uma queda significativa no Pico de Torque (PT) do GT ao executarem o movimento de extensão de joelho a 60°/seg, com 120 segundos de alongamento, em comparação ao momento sem alongamento.

A Tabela 3 compara o desempenho dos grupos nos diferentes momentos em relação ao movimento de flexão de joelho, na velocidade de 60° por segundo.

Tabela 3. Média e desvio-padrão do pico de torque no movimento de flexão de joelho a 60%seg.

GRUPOS	S.A	A.60	A.120	P
	M±DP	M±DP	M±DP	
GT	144.2 ± 10.6	144.1 ± 12.8	136.5 ± 9.1	0,36
GNT	119.1 ± 7.0	129.8 ± 6.8	128.0 ± 8.3	0,03 \square
P	0,09	0,32	0,18	

\square Diferença significativa entre os momentos S.A x A.60. $p<0,05$

A Tabela 3 mostra um aumento significativo na força dos indivíduos Não Treinados no momento A.60 em relação ao momento S.A na execução do movimento de flexão de joelho a 60%seg.

A Tabela 4 compara o desempenho dos grupos nos diferentes momentos em relação ao movimento de extensão de joelho, na velocidade de 180° por segundo.

Tabela 4. Média e desvio-padrão do pico de torque no movimento de extensão de joelho a 180%seg.

GRUPOS	S.A	A.60	A.120	P
	M±DP	M±DP	M±DP	
GT	178.7 ± 7.7	181.2 ± 10.1	173.8 ± 8.6	0,04 \square
GNT	169.9 ± 7.4	176.0 ± 9.5	173.1 ± 8.3	0,79
P	0,65	0,68	0,53	

\square Diferença significativa entre os momentos A.60 x A.120. $p<0,05$.

Pode-se visualizar na Tabela 4 que houve um decréscimo no desempenho isocinético na extensão de joelho dos indivíduos Treinados no momento A.120 quando comparado ao momento A.60. (180%seg).

A Tabela 5 compara o desempenho dos grupos nos diferentes momentos em relação ao movimento de flexão de joelho, na velocidade de 180° por segundo.

Tabela 5. Média e desvio-padrão do pico de torque no movimento de flexão de joelho a 180%seg.

GRUPOS	S.A	A.60	A.120	P
	M±DP	M±DP	M±DP	
GT	101.3 ± 8.3	111.0 ± 11.1	109.3 ± 9.3	0,06
GNT	90.9 ± 5.1	100.7 ± 5.1	111.7 ± 13.5	0,01 \square
P	0,59	0,65	0,85	

\square Diferença significativa entre os momentos S.A x A.60. $p<0,05$.

Na Tabela 5 fica evidente uma melhora significativa no desempenho dos músculos flexores de joelho (a 180°/seg) dos sujeitos pertencentes ao GNT comparando o protocolo de 60 segundos de alongamento com o protocolo onde não houve alongamento.

A Tabela 6 compara o desempenho dos grupos nos diferentes momentos em relação ao movimento de extensão de joelho, na velocidade de 300° por segundo.

Tabela 6. Média e desvio-padrão do pico de torque no movimento de extensão de joelho a 300°/seg.

GRUPOS	S.A M±DP	A.60 M±DP	A.120 M±DP	P
GT	143.3 ± 6.8	145.3 ± 8.2	141.4 ± 5.9	0,77
GNT	137.0 ± 6.6	139.8 ± 7.7	139.4 ± 6.9	1
P	0,65	0,75	1	

Não foi constatada diferença significativa na extensão de joelho a 300°/seg, tanto na comparação entre os momentos, quanto na comparação intergrupos.

A Tabela 7 compara o desempenho dos grupos nos diferentes momentos em relação ao movimento de flexão de joelho, na velocidade de 300° por segundo.

Tabela 7. Média e desvio-padrão do pico de torque no movimento de flexão de joelho a 300°/seg.

GRUPOS	S.A M±DP	A.60 M±DP	A.120 M±DP	P
GT	93.6 ± 11.2	100.2 ± 7.8	96.3 ± 8.9	0,56
GNT	95.7 ± 6.4	98.6 ± 6.0	98.0 ± 4.6	0,64
P	0,24	0,79	0,21	

Não houve diferença relevante no pico de torque da flexão de joelho a 300°/seg na comparação entre os momentos, bem como na comparação entre os grupos.

6 DISCUSSÃO

A existência de evidências que apontam para o efeito deletério dos exercícios de alongamento sobre desempenho muscular levou pesquisadores a sugerir sua retirada das rotinas de aquecimento que precedem a prática de exercícios físicos (CHURCH, et al., 2001; CORNWELL;NELSON; SIDAWAY, 2002). No entanto, alguns trabalhos não comprovaram o efeito negativo dos exercícios de alongamento sobre as respostas da força muscular (ALPKAYA; KOCEJA, 2007; CRAMER et al., 2007).

Com base em alguns estudos é possível estabelecer uma relação entre tempo mantido na posição alongada e decréscimo no desempenho muscular (FOWLES, SALE E MACDOUGALL, 2000; WEIR, TINGLEY E ELDER, 2005). Entretanto, esses estudos se utilizam de protocolos que apresentam volumes de alongamento demasiadamente longos, não condizentes às rotinas empregadas na prática dos centros de treinamento resistido.

Uma possível relação dose–resposta poderia explicar por que alguns estudos tem reportado que o desempenho de força muscular não é afetado pelo alongamento. O objetivo deste estudo foi analisar o efeito dos diferentes volumes de alongamento estático sobre o desempenho da força dinâmica em indivíduos treinados e não treinados. No presente estudo, foram utilizados protocolos de alongamento estático com 60 e 120 segundos para cada grupo muscular, além do protocolo controle (sem alongamento).

A análise dos resultados evidenciou que os protocolos de alongamento aplicados neste estudo não foram suficientes para prejudicar significativamente o PT do GNT em nenhuma das avaliações. Pelo contrário, os indivíduos desse grupo apresentaram melhora no desempenho isocinético no movimento de flexão de joelho entre os momentos S.A. e A.60, nas velocidades de 60 %/seg (Tabela 3) e 180 %/seg (Tabela 5).

Esse achado permite que seja considerada a possibilidade de que os sujeitos desse grupo inicialmente apresentassem encurtamento muscular e, ao exercerem a tração do alongamento, fizeram com que as proteínas contráteis presentes no sarcômero (actina e miosina) assumissem um posicionamento ótimo para que houvesse uma ligação forte entre elas e se pudesse gerar uma quantidade ideal de força necessária para aquele trabalho.

A força desenvolvida por um músculo é maior no seu comprimento de repouso, já que esta posição permite a ativação ideal de todas as possíveis pontes cruzadas entre actina e miosina (RISPLER, 2006 *apud* DI ALENCAR; MATIAS, 2010). À medida que o músculo se encurta, passa a não haver mais uma sobreposição ótima entre filamentos contráteis, isso compromete o potencial de tensão máxima a ser desenvolvida pelo sarcômero (TORTORA; GRABOWSKI, 2002 *apud* DI ALENCAR; MATIAS, 2010).

Não foi observada influência do alongamento sobre o desempenho muscular no estudo realizado por Behm et al. (2004), no qual foi empregado um volume de 135 segundos de alongamento estático pré-teste para a musculatura da coxa e da perna. Os autores concluíram que, embora a força tenha diminuído, tal decréscimo não foi suficiente para alcançar significância estatística.

Já no estudo elaborado por Brandenburg (2006), foi observada uma queda significativa no desempenho isocinético dos isquiotibiais após aplicação de protocolos de alongamento estático com volumes de apenas 15 e 30 segundos. Estudos relacionados mostraram que uma única série de alongamento estático com duração de 30 segundos, se realizada no limite de tolerância, é suficiente para causar redução significativa no teste de 1-RM dos isquiotibiais (WINCHESTER, NELSON; KOKKONEN, 2009).

Já no estudo realizado por Grego Neto e Manffra (2009), só foi constatada influência negativa no grupo que realizou um total de 360 segundos de alongamento estático para os isquiotibiais (E2). O grupo E1, que permaneceu na posição alongada por 180 segundos, não sofreu influência significativa no seu desempenho isocinético. Os autores sugeriram que essa diferença entre os resultados poderia ser atribuída a fatores biomecânicos e/ou neurais e não necessariamente a alterações na rigidez da unidade músculo-tendínea, uma vez que esse volume (180 segundos) não seria o suficiente para tanto.

Infere-se que o protocolo de 180 segundos possa não ter alterado substancialmente o nível de rigidez na unidade músculo-tendínea a ponto de comprometer o desempenho dos componentes contráteis musculares e a capacidade do próprio tendão de transferir a força para a alavanca óssea, como parece ocorrer com volumes maiores de alongamento.

Kubo et al. (2001) não encontraram diferenças significativas na contração voluntária máxima (CVM) isométrica do gastrocnêmio medial em sete indivíduos

saudáveis após aplicação de um protocolo de dez minutos de alongamento estático na articulação do tornozelo, apesar de constatarem queda significativa na rigidez músculo -tendínea e na histerese dos mesmos.

Na literatura encontramos dois fatores que, segundo alguns estudos (MAREK *et al.*, 2005; BEHM *et al.* 2006; PAPADOPoulos, SIATRAS e KELLIS 2005), seriam os principais responsáveis pelo déficit de força encontrados nas avaliações que são precedidas por exercícios de alongamento.

O primeiro deles, de natureza mecânica, seria relacionado a alterações nas propriedades viscoelásticas da UMT, ocasionando redução aguda em sua rigidez e alterando a relação comprimento/tensão ideal das fibras musculares. Como citado por Yamaguchi *et al.* (2006), um alongamento induzido contribui para uma mudança mecânica prejudicando na potencia muscular.

Outro aspecto interessante diz respeito a influência dos fatores neurais. Nesse sentido, considerando que os sujeitos permaneciam nas posturas de alongamento respeitando o limite individual de desconforto máximo tolerável, infere-se que tenha havido a ativação do reflexo inibitório gerado pelos OTGs (inibição autogênica) em resposta ao estímulo provocado pelo alongamento dos músculos (SPERNOGA *et al.* 2001; PAPADOPoulos, SIATRAS e KELLIS, 2005).

O fenômeno da inibição autogênica é responsável por redução significativa no numero de unidades motoras recrutadas no grupo muscular sob a sua influencia, limitando consideravelmente a produção de força por esses músculos (JAMIL, 1992; SILVERTHORN, 2003, apud ACHOUR JR, 2006). Infere-se que a referida influencia dos fatores neurais tenha realmente acontecido neste estudo, uma vez que os voluntários foram orientados a manter um nível alto de tensão durante o alongamento.

Ainda sobre os fatores neurais, Kokkonen *et al.*(1998) reiteram que a influencia do reflexo de inibição autogênica é limitada pela duração do protocolo de alongamento. E levando-se em consideração o elevado limiar de excitabilidade do OTG (comparado com o fuso muscular) em relação ao alongamento estático, infere-se que o protocolo A.120 tenha desencadeado uma resposta mais contundente do OTG em comparação com o protocolo A.60, fato que se refletiu nos resultados apresentados (tabela 2).

No trabalho de Marek *et al.* (2005), os autores analisaram os efeitos imediatos do alongamento estático e da facilitação neuromuscular proprioceptiva no pico de

torque, potência média, atividade eletromiográfica, entre outras variáveis no vasto lateral e reto femoral durante a extensão de joelho. Foi constatado um decréscimo na atividade eletromiográfica, sugerindo diminuição da ativação neuromuscular em decorrência do alongamento.

O tempo total que um músculo é submetido ao alongamento se mostra uma importante variável a ser considerada, uma vez que estímulos com maiores volumes podem aumentar a magnitude de decréscimo da força muscular. Nesse sentido, os estudos de Ogura et al. 2007 e Siatras et al. (2008) sugerem que pode haver um limiar mínimo de alongamento, entre 20 e 60 segundos, para que possa ocorrer o déficit de força muscular.

De qualquer forma, as diferenças de comportamento encontradas entre os grupos de estudo com relação aos déficits no pico de torque reforçam a hipótese, citada por outros autores, de que os déficits no desempenho muscular são maiores quanto maior a duração dos exercícios de alongamento (ZAKAS et al., 2006).

Com base nos resultados pode-se observar que os indivíduos do GT tiveram seu desempenho afetado significativamente após a aplicação dos protocolos de alongamento.

Ambos os déficits foram notados no movimento de extensão de joelho (utilização da musculatura do quadríceps), porém em situações distintas. O primeiro ocorreu quando comparados o momento controle com o Alongamento 120 segundos (A.120) na velocidade de 60%seg. O segundo aconteceu na comparação entre A.60 x A.120, à 180%seg.

No presente estudo o protocolo de alongamento com volume de 60 segundos não gerou efeito deletério significativo em nenhuma das ocasiões testadas, diferentemente do resultado descrito no estudo de Ogura et al (2007), onde os autores avaliaram o efeito de diferentes volumes de alongamento sobre a contração voluntária máxima (CVM) de homens jovens e notaram que houve déficit significativo no desempenho dos indivíduos quando os mesmos foram submetidos a 60 segundos de alongamento estático para os flexores de joelho quando comparados ao protocolo de 30 segundos de estiramento e ao momento controle (sem alongamento). Os autores ainda notaram que o protocolo com menor volume de flexionamento (30 segundos) não demonstrou efeito significante no desempenho muscular dos isquiotibiais quando comparado ao momento controle.

Segundo a mesma linha de pensamento, Siatras et al. (2008) observaram maior diminuição do pico de torque (PT) isométrico do quadríceps em indivíduos que realizaram uma rotina de 60 segundos de alongamento estático, quando comparados a outros que realizaram protocolos menores (30, 20 e 10 segundos de alongamento). Os autores sugeriram que o déficit pode estar relacionado com alterações de propriedades musculares e neuromecânicas.

Já Zakas et al. (2006) compararam as diferenças das medias de PT isocinético nas condições pré e pós alongamento entre sujeitos que realizaram protocolos com uma repetição com duração de 30 segundos (volume de 30s), dez repetições com duração de 30 segundos cada (volume de 300s) e com 16 repetições de 30 segundos cada uma (volume de 480s). No referido estudo os autores reportaram que a magnitude de diferenças encontradas no grupo que realizou o protocolo de 30 segundos não foi sequer significativa entre as condições pré e pós alongamento, diferentemente dos resultados obtidos para os grupos de 300 e 480 segundos cujo PT sofreu decréscimo significativo após o alongamento. O decréscimo de força apresentado nos dois últimos grupos se justificaria por conta da alteração do nível de rigidez da UMT. Segundo alguns estudos, quanto mais rígida e compacta estiver a UMT melhor será sua capacidade de tracionar a alavanca óssea durante a geração de torque e trabalho muscular (KOKKONEN et al., 1998; PAPADOPoulos et al., 2005; BRANDENBURG, 2006).

Pode-se observar que, entre os autores referenciados, ainda há controvérsias em relação às causas que levariam à diminuição de força. Alguns relacionam esta diminuição de força devido a fatores mecânicos como alterações nas propriedades viscoelásticas do músculo e músculotendinosa. Outros ressaltam que a diminuição de força ocorreria devido a alterações no comprimento-tensão da fibra muscular. Ainda há aqueles que defendem a diminuição de força decorrente a fatores neurológicos.

Um aspecto importante a ser considerado nesse estudo está relacionado ao fato de não ter havido um controle, de forma mais efetiva, sobre a intensidade dos exercícios de alongamento realizados pelos voluntários, onde, de uma maneira subjetiva, os sujeitos faziam o próprio controle da mesma, de acordo com suas limitações. Um melhor controle dessa intensidade poderia, de certa forma, explicar a diferença entre os resultados obtidos neste estudo em comparação aos reportados por outros autores (ZAKAS et al., 2006; SIATRAS et al., 2008; OGURA et al., 2007),

uma vez que uma intensidade mais elevada poderia atuar de uma maneira mais expressiva, tanto no tendão, quanto no músculo, gerando uma resposta aguda mais significativa. Em contrapartida, uma intensidade menor poderia não causar os efeitos esperados, comprometendo o propósito do presente estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes volumes de alongamento estático sobre a produção de força muscular de membros inferiores em adultos jovens treinados e não treinados.

Com base nos resultados obtidos pode-se observar que a aplicação do protocolo de alongamento A.60 (com volume total de 60 segundos para cada grupo muscular) adotado no estudo em questão ocasionou aumento significativo no pico de torque no movimento de flexão de joelho no Grupo Não Treinados nas velocidades 60° e 180° por segundo em comparação ao momento Sem Alongamento. Em relação à extensão de joelho no GNT e flexão de joelho no GT, os exercícios de alongamento não geraram alterações relevantes quanto ao pico de torque em nenhum dos momentos avaliados.

Observou-se, ainda, que o protocolo de alongamento A.120 (com volume total de 120 segundos para cada grupo muscular) resultou em perda de força muscular na extensão de joelho em indivíduos treinados na velocidade de 60° por segundo em comparação ao momento S.A e na velocidade de 180° por segundo em comparação ao momento A. 60. Entretanto, nenhum efeito significativo foi observado no pico de torque no movimento de flexão de joelho em ambos os grupos.

Considerando os dados analisados no presente estudo, nota-se que a aplicação do protocolo que vai de encontro com as recomendações do ACSM (A.60), parece não exercer efeito deletério em relação ao pico de torque. Pelo contrário, este protocolo se mostrou benéfico quando aplicado aos indivíduos Não treinados. Esses sujeitos demonstraram um aumento significativo no desempenho dos isquiotibiais nas velocidades de 60°/seg e 180°/seg.

Entretanto, o protocolo que excedeu o recomendado (A.120), mostrou efeitos negativos quanto ao desempenho muscular, tanto em comparação ao momento S.A quanto ao momento A.60 nos indivíduos pertencentes ao GT.

Fica evidente a necessidade de novos estudos para que se possa entender melhor até que ponto a aplicação de exercícios de alongamento pode comprometer o desempenho muscular e como o nível de condicionamento físico pode interferir nesses resultados.

REFERÊNCIAS

ACHOUR JR, Abdallah. **Flexibilidade e alongamento: saúde e bem-estar.** Barueri: Manole, 2004.

_____ . **Exercícios de alongamento: anatomia e fisiologia.** 2. ed. Barueri: Manole, 2006.

ALMEIDA, Gabriel Peixoto Leão. *et al.* **Influência do alongamento dos músculos isquiotíbalo e retofemoral no pico de torqui e potência máxima do joelho.** Fisioterapia e pesquisa, out/ dez. 2009.

ALMEIDA, T. T; JABUR, N. M. **Mitos e verdades sobre flexibilidade:** reflexões sobre o treinamento de flexibilidade na saúde dos seres humanos. Motricidade. 2007. Disponível em: <www.scielo.oces.mctes.pt/pdf/mot/v3n1/v3n1a08.pdf>. Acesso em: 14 Jun 2012.

ALPKAYA, U; KOCEJA, D. **The effects of acute static stretching on reaction time and force.** J Sports Med Phys Fitness, 2007.

ALTER, Michael J. **Science of stretching.** 2. ed. Campaign: Human Kinetics, 1996.

ANDERSON, Bob. **Alongue-se.** São Paulo: Sumus, 1983.

ARAÚJO, C.G.S. **Existe correlação entre flexibilidade e somatotipo?** – uma nova metodologia para um problema antigo. Medicina do Esporte, 1983.

ARRUDA, Fábio Luís Botelho de. *et al.* **A influência do alongamento no rendimento do treinamento de força.** Revista Treinamento desportivo, 2006. Disponível em: <repositorio.ufes.br/bitstream/10/667/1/a07v15n3.pdf>. Acesso em: 10 ago 2012.

ASTRAND, P.O; RODAHL, K. **Tratado de Fisiologia do Exercício.** Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.

BADARO, Ana Fátima Viero; SILVA, Aline Huber da; BECHE, Daniele. **Flexibilidade versus alongamento:** esclarecendo as diferenças. Revista Saúde, 2007.

BAECHLE, T.R; GROVES, B.R. **Weight training:** steps to success. Champaign: Human Kinetics; 1992.

BAGRICHESKY, M. **O desenvolvimento da flexibilidade: uma análise teórica de mecanismos neurais intervenientes.** Revista Brasileira de Ciências do Esporte. Campinas, SP, v. 24, n. 1, p. 199-210, set. 2002.

BEHM DG, BAMBURY A, CAHILI F, POWER K. **Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time.** 2004.

BEHM, D.G; BRADBURY, E.E; HAYNES, A.T, HODDER, J.N; LEONARD, A.M; PADDOCK, N.R. **Flexibility is not related to stretch-induced deficits in force or power.** J Sports Sci & Med, 2006.

BRANDENBURG; JP. **Duration of stretch does not influence the degree of force loss following static stretching.** J Sports Med Phys Fitness. 2006.

CALHAWAY, C. W; CHUMLEA, W.C ; BOUCHARD, C. et al. Circumferences. In: LOHMAN, T.G ; ROCHE, A.F; MARTORELL, R. **Anthropometrics Standardization Reference Manual.** Champaign Illinois: Human Kinetics. 1991.

CARNAVAL, P. E. **Medidas e avaliação em ciência do esporte.** 5. ed. Rio de Janeiro: Sprint, 2002.

CHURCH, J.B, WIGGINS, M.S, MOODE, F.M; CRIST, R. **Effect of warm up and flexibility treatments on vertical jump performance.** J Strength Cond Res 2001.

COMWELL, A; NELSON AG, SIDAWAY B. **Acute effects of stretching on the neuromechanical properties of the triceps surae muscle complex.** Eur J Appl Physiol, 2002.

CONTURSI, T.L.B. **Flexibilidade e alongamento.** 19^a. ed. Rio de Janeiro: Sprint, 1986.

CRAMER, J.T; BECK, T.W; HOUSH, T.J; MASSEY, L.L; MAREK, S.M; DANGLEMEIER S . **Acute effects of static stretching on characteristics of the isokinetic angle-torque relationship, surface electromyography, and mechanomyography.** J Sports Sci 2007.

DANTAS, E. H. M. **A prática da preparação física.** Rio de Janeiro : Shape, 1995.

_____. **A prática da preparação física.** Rio de Janeiro : Shape, 4^a . ed., 1998.

_____. **Flexibilidade: Alongamento e Flexionamento.** 4^a ed. Rio de Janeiro/RJ: Shape, 1999.

_____. **Alongamento e Flexionamento.** 5. ed. Rio de Janeiro: Shape, 2005.

DI ALENCAR, T.A.M; MATIAS, K.F.S. **Princípios Fisiológicos do Aquecimento e Alongamento Muscular na Atividade Esportiva.** Rev. Bras. Med. Esporte 2010.

DVIR, Z. **Isocinética:** avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas. São Paulo: Manole, 2002.

ENDLICH, Patrick Wander. et al. **Efeitos agudos do alongamento estático no desempenho da força dinâmica em homens jovens.** Revista brasileira de medicina do esporte, maio/ jun.2009. Disponível em: <repositorio.ufes.br/bitstream/10/667/1/a07v15n3.pdf>. Acesso em: 15 Jun 2012.

FLECK, S T; KRAEMER, W J. **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular.** Porto Alegre: Artmed, 2006.

FOSS, Merle L., KETEYIAN, Steven J. Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte. In: FOSS, Merle L., KETEYIAN, Steven J. **Atividade Física e Saúde.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

FOWLES, J.R; SALE, D.G; MACDOUGALL, J.D. **Reduced strength after passive stretch of the human plantar 50.** Flexors. J Appl Physiol 2000.

GARTNER, Leslie. **Tratado de histologia em cores.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

GENESER, Finn. **Histologia Com Bases Biomoleculares.** 3. ed. Editora Guanabara Koogan S.A: Rio de Janeiro, 2000.

GITIRANA, Lycia de Brito. **Histologia:** conceitos básicos dos tecidos. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2007.

GOBBI, Sebastião; VILLAR, Rodrigo e ZAGO, Andenson Saranz. **Educação Física no Ensino superior.** Bases teóricas e práticas do condicionamento físico. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

GONÇALVES, Raquel. *et al.* **Influência de variáveis relacionadas ao protocolo experimental no déficit de força muscular mediado pelo alongamento.** Revista brasileira de fisiologia do exercício, jan/mar, 2012. Disponível em:< www.judoclubesolnascente.com.br/Fisiologia_do_Exercicio_v11n1_j>. Acesso em: 15 Jun 2012.

GORDON, C.C., CHUMLEA, W.C., ROCHE, A.F. Stature, recumbent length, and weight. In: LOHMAN, T.G ; ROCHE, A.F; MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual. Champaign:** Human Kinetics Books,1988.

GREGO NETO, A.; MANFFRA, EF. **Influência do volume de alongamento estático dos músculos isquiotibiais nas variáveis isocinéticas.** Rev Bras Med Esp. 15:104-109, 2009.

GUYTON & HALL, **Tratado de Fisiologia Médica.** 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara,1997.

HAMILL, J. Neurological considerations for movement. In : HAMILL, J. **Biomechanical basis of human movement.** Baltimore : Williams & Wilkins. 1995.

HUNT, C. C. **Mamalian muscle spindle:** peripheral mechanisms. Physiological Reviews., V. 70, n. 3. 1990.

JACKSON, A.S; POLLOCK, M.L, WARD, A. **Generalized equations for predicting body density of men.** Br J Nutr 1978.

KRIVICKAS, L.S. Treinamento de flexibilidade. In : FRONTERA, W.R.; DAWSON, D.M.; SLOVIK, D.M. **Exercício físico e reabilitação**. São Paulo : Artmed. 2001. p. 95-112.

KOKKONEN, J; NELSON, AG; CORNWELL, A. **Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance**. Res Q Exerc Sport. 1998.

KUBO, K; KANEHISA, H; FUKUNAGA, T; KAWAKAMI, Y. **Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo**. Journal of Applied Physiology, Bethesda, v.90, p.520-7, 2001.

LIPPERT, L.S. **Cinesiologia clínica e anatomia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

MAREK, S.M; CRAMER, J.T; FINCHER, A.L; MASSEY, L.L; DANGELMAIER, S.M; PURKAYASTHA, S. **Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output**. J Athl Train. 2005.

MONTEIRO, W.D; FARINATTI, P. T. V. **Fisiologia e avaliação funcional**. 4. ed. Rio de Janeiro: Sprint, 2000.

OGURA, Y; MIYAHARA, Y.; NAITO, H.; KATAMOTO, S.; AOKI, J. **Duration of static stretching influences muscle force production in hamstring muscles**. Journal of Strength and Conditioning Research, Champaign, v.21, 2007.

PAPADOPOULOS, G; SIATRAS, T.H; KELLIS, S. **The effect of static and dynamic stretching exercises on the maximal isokinetic strength of the knee extensors and flexors**. Isokinet Exerc Sci. 2005.

POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. **Fisiologia do Exercício**: Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho. 5 ed. Barueri: Manole, 2005.

RAMOS, Gracielle V; SANTOS, Rafael R; GONÇALVES, Alexandre. **Influência do alongamento sobre a força muscular** : uma breve revisão sobre as possíveis causas. Rev Brasileira de Cineantropometria e desempenho humano, 2007.

RAPOSO, A. **A força no treinamento com jovens: na escola e no clube**. Editora Caminho-Lisboa, 2005.

SHRIER, I. **Does stretching improve performance?** A systematic e critical review of the literature. Clin. J. Sport, 2004.

SIATRAS, T.A; MITTAS, V.P; MAMELETZI, D.N; VAMVAKOUDIS, E.A. **The duration of the inhibitory effects with static stretching on quadriceps peak torque production**. J Strength Cond Res. 2008.

SPERNOGA, S.G; UHL, T.L; ARNOLD, B.L; GANSNEDER, B.M. **Duration of Maintained Hamstring Flexibility After a One-Time, Modified Hold-Relax Stretching Protocol**. J Athl Train. 2001.

TERRERI, ASAP, GREVE, JMD e AMATUZZI, MM. **Avaliação isocinética no joelho do atleta.** Rev Bras Med Esporte _ Vol. 7, Nº 5 – Set/Out, 2001.

VIVEIROS, L.E; SIMÃO, R. **Treinamento da flexibilidade:** uma abordagem metodológica. Rev. Baiana de Educação Física, 2001.

WEIR, D.E; TINGLEY, J; ELDER, G.C. **Acute passive stretching alters the mechanical properties of human plantar flexors and the optimal angle for maximal voluntary contraction.** Eur J Appl Physiol 2005.

WINCHESTER, J.B; NELSON, A.G; KOKKONEN, J. **A single 30-s stretch is sufficient to inhibit maximal voluntary strength.** Res Q Exerc Sport 2009.

YAMAGUCHI, T; ISHII, K; YAMANAKA, M; YASUDA, K. **Acute effect of static stretching on power output during concentric dynamic constant external resistance leg extension.** J Strength Cond Res 2006.

ZAKAS, A; DOGANIS, G; PAPAKONSTANDINOU, V; SENTELIDIS, T; VAMVAKOUDIS, E. **Acute effects of static stretching duration on isokinetic peak torque production of soccer players.** J Bodywork Mov Ther. 2006;

ZAKHAROV, Andrei, 1957. **Ciência do Treinamento Desportivo:** Adaptação científica. Antonio Carlos Gomes – 1. ed. – Rio de Janeiro: Grupo Palestra Sport, 1992.

ANEXOS

CONSENTIMENTO FORMAL DOS VOLUNTÁRIOS QUE PARTICIPARÃO DO PROJETO DE PESQUISA: Efeitos de diferentes protocolos de alongamento sobre a força muscular em indivíduos treinados e não treinados.

RESPONSÁVEL PELO PROJETO, Prof. Dr. Antonio Stabelini Neto e Danilo Luiz Fambrini

**ORIENTANDOS: Michael Douglas Dubiela
Victor da Silva Maranho**

LOCAL DO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO, Laboratório de Atividade Física da Faculdade de Educação Física (Centro de Ciências da Saúde) de Jacarezinho.

Eu, _____, _____ anos de idade, RG _____, residente à Rua (Av.) _____, voluntariamente concordo em participar do projeto de pesquisa acima mencionado, que será detalhado a seguir, e sabendo que para sua realização as despesas monetárias relacionadas a locomoção até a Faculdade de Educação Física é de minha responsabilidade.

É de meu conhecimento que este projeto será desenvolvido em caráter de pesquisa científica e objetiva verificar os efeitos do alongamento estático sobre o desempenho muscular de adultos jovens. Estou ciente, que o voluntário será submetido a uma série de testes funcionais não invasivos (sem a utilização de drogas medicamentosas ou de procedimentos invasivos), no Laboratório de Atividade Física da Faculdade de Educação Física, que constam dos seguintes testes, 1) Avaliação Antropométrica; 2) Composição Corporal; 3) Avaliação de força muscular isocinética.

Estou ciente de que estes testes serão realizados em período de aula e será necessário um período de tempo.

Com referência ao programa, estão previstas três visitas ao laboratório, sendo divididas em: 1º) Antropometria, Composição Corporal, e avaliação isocinética bilateral com utilização de aquecimento prévio 2º) Avaliação isocinética precedida de um protocolo de alongamento composto por 2 exercícios, sendo um para flexores de joelho e o seguinte para extensores de joelho. 3º) Avaliação Isocinética precedida de um protocolo de alongamento composto por 2 exercícios, sendo o primeiro para flexores de joelho e o segundo para extensores, com o dobro de duração da visita anterior. Estes testes serão realizados nas dependências do Laboratório de Atividade Física da Faculdade de Educação Física, sendo devidamente orientado, tanto em relação aos benefícios como em relação aos sinais, sintomas e manifestações de intolerância ao esforço que poderei ou não apresentar.

Os benefícios que o voluntário poderá obter com tal programa incluem a melhoria de sua flexibilidade, e melhor conforto para atividades diárias em caso de ser adotado o protocolo de uma forma crônica.

Estou ciente ainda, de que, as informações obtidas durante as avaliações laboratoriais serão mantidas em sigilo e não poderão ser consultadas por pessoas leigas, sem a minha devida autorização. As informações assim obtidas, no entanto, poderão ser usadas para fins de pesquisa científica, desde que a privacidade do voluntário seja sempre resguardada.

Li e entendi as informações precedentes, sendo que eu e os responsáveis pelo projeto já discutimos todos os riscos e benefícios decorrentes deste, onde as dúvidas futuras que

possam vir a ocorrer poderão ser prontamente esclarecidas, bem como o acompanhamento dos resultados obtidos durante a coleta de dados.

Comprometo-me, na medida das minhas possibilidades, apoiar o programa e prosseguir com o programa até a sua finalização, visando além dos possíveis benefícios físicos a serem obtidos com o protocolo, colaborar para um bom desempenho do trabalho científico dos responsáveis por este projeto.

Jacarezinho, de 2012.

Sr. (a) voluntario (a)

Orientando: Victor da Silva Maranho
Fone: (14) 9713-8824

Orientando: Michael Douglas Dubiela
Fone: (43) 9640-0511

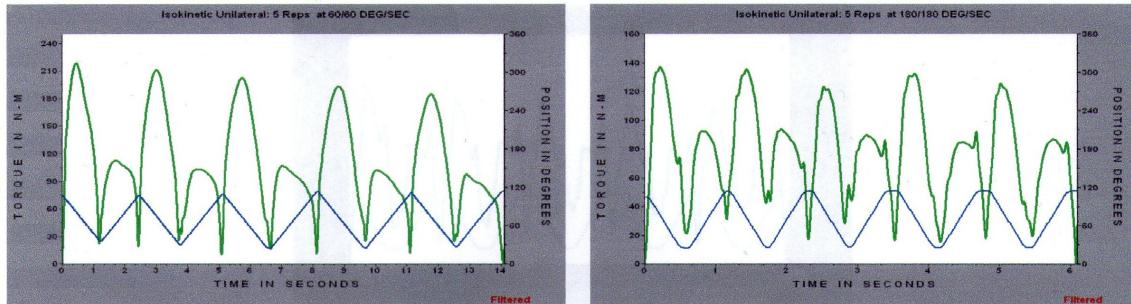
Prof. Dr. Antonio Stabelini Neto
Orientador

Danilo Luiz Fambrini
Co-Orientador
Fone: (14) 8184-6949

UENP - Universidade Estadual do Norte do Paraná
CCS - Centro de Ciências da Saúde
Endereço: Alameda Padre Magno, 841. Nova Alcântara Jacarezinho/PR -
CEP 86400-000
Fone/Fax: (43) 3525-0498
netolaraef31@hotmail.com
d.fambrini17_ef@hotmail.com

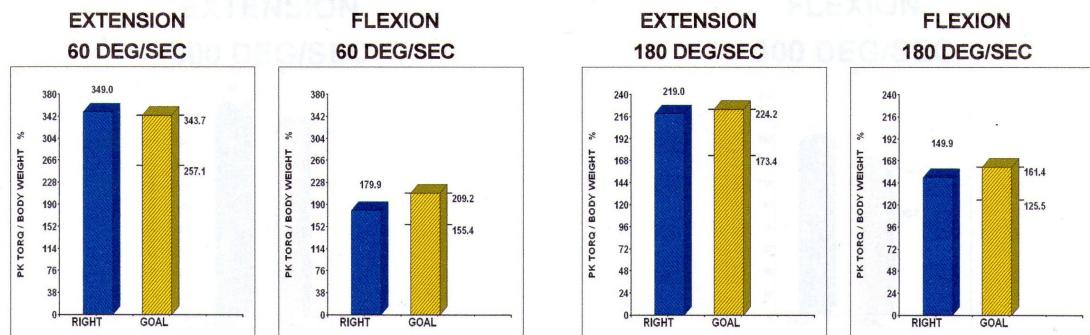
General Evaluation

Name: Alisson Henrique Session: 6/27/2012 12:04:50 AM Windowing: None
 ID: mono victor10 Involved: None Protocol: Isokinetic Unilateral
 Birth Date: (M/d/yyyy) Clinician: Pattern: Extension/Flexion
 Ht: Referral: Mode: Isokinetic
 Wt: 63.0 Joint: Knee Contraction: CON/CON
 Gender: Male Diagnosis: GET: 17 N-M at 37 Degrees



EXTENSION		FLEXION	
60 DEG/SEC		60 DEG/SEC	
Side: RIGHT			
# OF REPS: 5			
PEAK TORQUE	N-M	218.7	112.7
PEAK TQ/BW	%	349.0	179.9
MAX REP TOT WORK	J	215.9	132.7
COEFF. OF VAR.	%	6.7	4.8
AVG. POWER	WATTS	147.3	86.0
ACCELERATION TIME	MSEC	30.0	20.0
DECELERATION TIME	MSEC	50.0	40.0
ROM	DEG	88.5	
Avg Peak TQ	N-M	202.3	104.8
AGON/ANTAG RATIO	%	51.5	G: 61.0

EXTENSION		FLEXION	
180 DEG/SEC		180 DEG/SEC	
Side: RIGHT			
# OF REPS: 5			
PEAK TORQUE	N-M	137.2	93.9
PEAK TQ/BW	%	219.0	149.9
MAX REP TOT WORK	J	162.7	124.7
COEFF. OF VAR.	%	2.9	5.2
AVG. POWER	WATTS	265.9	182.5
ACCELERATION TIME	MSEC	40.0	50.0
DECELERATION TIME	MSEC	130.0	120.0
ROM	DEG	89.4	
Avg Peak TQ	N-M	130.9	91.1
AGON/ANTAG RATIO	%	68.5	G: 72.0



PEAK TORQUE:

Highest muscular force output at any moment during a repetition. Indicative of a muscle's strength capabilities.

PEAK TQ/BW:

Represented as a percentage normalized to bodyweight and compared to an established goal motion.

MAX REP TOT WORK:

Total muscular force output for the repetition with greatest amount of work. Work is indicative of a muscle's capability to produce force throughout the range of motion.

COEFF. OF VAR.:

Statistical representation of test validity based on reproducibility of performance. Lower values demonstrate higher reproducibility.

AVG. POWER:

Total work divided by time. Power represents how quickly a muscle can produce force.

ACCELERATION TIME:

Total time to reach isokinetic speed. Indicative of a muscle's neuromuscular capabilities to move the limb at the beginning of the range of motion.

DECCELERATION TIME:

Total time to go from isokinetic speed to zero speed. Indicative of a muscle's neuromuscular capability to eccentrically control the limb at the end of the range of motion.

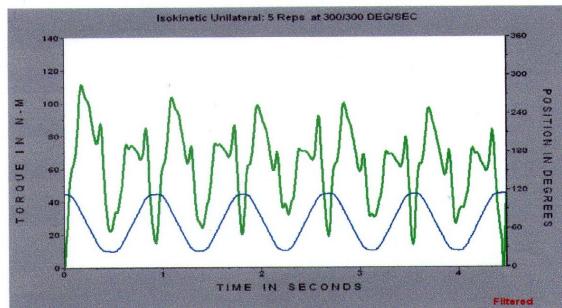
AGON/ANTAG RATIO:

The Reciprocal muscle group ratio. Excessive imbalances may predispose a joint to injury.

3*

General Evaluation

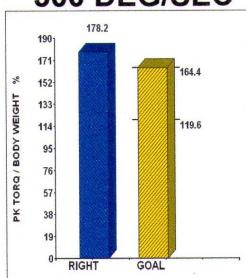
Name: **Alisson Henrique** Session: **6/27/2012 12:04:50 AM** Windowing: **None**
 ID: **mono victor10** Involved: **None** Protocol: **Isokinetic Unilateral**
 Birth Date: **(M/d/yyyy)** Clinician: Pattern: **Extension/Flexion**
 Ht: Referral: Mode: **Isokinetic**
 Wt: **63.0** Joint: **Knee** Contraction: **CON/CON**
 Gender: **Male** Diagnosis: GET: **17 N-M at 37 Degrees**



EXTENSION		FLEXION	
300 DEG/SEC		300 DEG/SEC	
Side: RIGHT			
# OF REPS: 5			
PEAK TORQUE	N-M	111.6.	92.4.
PEAK TQ/BW	%	178.2	147.5
MAX REP TOT WORK	J	135.7.	102.8.
COEFF. OF VAR.	%	5.4	3.7
AVG. POWER	WATTS	290.1	213.8
ACCELERATION TIME	MSEC	50.0	100.0
DECELERATION TIME	MSEC	160.0	150.0
ROM	DEG	88.5	
AVG PEAK TQ	N-M	102.1	85.5
AGON/ANTAG RATIO	%	82.8	G: 78.0

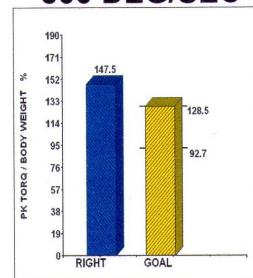
EXTENSION

300 DEG/SEC



FLEXION

300 DEG/SEC



PEAK TORQUE: Highest muscular force output at any moment during a repetition. Indicative of a muscle's strength capabilities.

PEAK TQ/BW: Represented as a percentage normalized to bodyweight and compared to an established goal

MAX REP TOT WORK: Total muscular force output for the repetition with greatest amount of work. Work is indicative of a muscle's capability to produce force throughout the range of motion

COEFF. OF VAR.: Statistical representation of test validity based on reproducibility of performance. Lower values demonstrate higher reproducibility.

Avg. Power: Total work divided by time. Power represents how quickly a muscle can produce force.

ACCELERATION TIME: Total time to reach isokinetic speed. Indicative of a muscle's neuromuscular capabilities to move the limb at the beginning of the range of motion

DECELERATION TIME: Total time to go from isokinetic speed to zero speed. Indicative of a muscle's neuromuscular capability to eccentrically control the limb at the end of the range of motion

AGON/ANTAG RATIO: The reciprocal muscle group ratio. Excessive imbalances may predispose a joint to injury