

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA E SAÚDE**

CHRISTIANO FRANCISCO DOS SANTOS

**OS EFEITOS AGUDOS DE PROTOCOLOS DE ALONGAMENTO DINÂMICO DE
CURTA E LONGA DURAÇÃO NA FORÇA MUSCULAR**

CURITIBA-PR

2013

CHRISTIANO FRANCISCO DOS SANTOS

**OS EFEITOS AGUDOS DE PROTOCOLOS DE ALONGAMENTO DINÂMICO DE
CURTA E LONGA DURAÇÃO NA FORÇA MUSCULAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de pós-graduação em Tecnologia e Saúde da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Tecnologia em Saúde.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Elisângela Ferretti Manffra

Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. Auristela Duarte de Lima Moser

CURITIBA-PR

2013



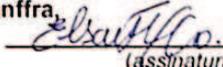
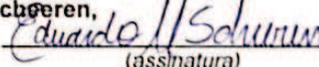
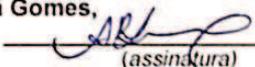
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Escola Politécnica
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Saúde

**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA EM SAÚDE**

DEFESA DE DISSERTAÇÃO Nº 167

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: TECNOLOGIA EM SAÚDE

Aos 20 dias do mês de fevereiro de 2013, no auditório Carlos Costa, realizou-se a sessão pública de Defesa da Dissertação "Os Efeitos Agudos de Protocolos de Alongamento Dinâmico de Curta e Longa Duração na Força Muscular", apresentada pelo aluno **Christiano Francisco dos Santos**, sob orientação da Profª. Drª. **Elisângela Ferretti Manfra**, como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Tecnologia em Saúde**, perante uma Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:

Profª. Drª. Elisângela Ferretti Manfra , PUCPR (Orientadora e presidente)	 (assinatura)	<u> Aprov. </u> (Aprov/Reprov.)
Prof. Dr. Eduardo Mendonça Scherer , PUCPR (Examinador)	 (assinatura)	<u> Aprovado </u> (Aprov/Reprov.)
Profª Drª. Anna Raquel Silveira Gomes , UFPR (Examinador)	 (assinatura)	<u> Aprovado </u> (Aprov/Reprov.)

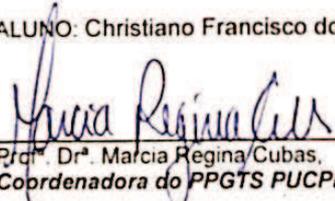
Início: 14:30 Término: 17:15

Conforme as normas regimentais do PPGTS e da PUCPR, o trabalho apresentado foi considerado aprovado (aprovado/reprovado), segundo avaliação da maioria dos membros desta Banca Examinadora.

Observações: _____

O aluno está ciente que a homologação deste resultado está condicionada (I) ao cumprimento integral das solicitações da Banca Examinadora, que determina um prazo de 30 dias para o cumprimento dos requisitos; (II) entrega da dissertação em conformidade com as normas especificadas no Regulamento do PPGTS/PUCPR; (III) entrega da documentação necessária para elaboração do Diploma.

ALUNO: Christiano Francisco dos Santos _____
(assinatura)


Profª. Drª. Marcia Regina Cubas,
Coordenadora do PPGTS PUCPR



Dedico este trabalho a Deus. Aos meus pais e a minha esposa que compreenderam, com muita sabedoria, todos os momentos desta etapa da minha vida profissional.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e a minha esposa que entenderam a minha ausência em momentos importantes do nosso convívio.

Aos professores Carlos Alberto Afonso e Rodrigo Siqueira Reis por terem me dado a oportunidade, confiado e acreditado na minha capacidade profissional.

A minha orientadora Elisângela Ferretti Manffra por ter me auxiliado em cada uma das fases desta pesquisa, buscando sempre o melhor resultado. A prof^ª Auristela Duarte de Lima Moser, co-orientadora, pela sua contribuição durante a construção deste trabalho.

Aos professores Pedro Cezar Beraldo e Luiz Bertassoni Neto, pela liberação e colaboração respectivamente, durante o período de coleta de dados, realizado na clínica escola de fisioterapia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

Aos professores Leandro Karan, Cássio Preis, Claudio Marcelo Tkac, Ericson Pereira e Rafael Knitz por me auxiliarem em algum momento durante esta pesquisa.

A Sra. Marilu, secretária da clínica de fisioterapia, que me auxiliou muito durante a etapa de coleta de dados, permitindo encaixes na agenda de consultas da clínica.

Aos meus alunos orientandos que souberam compreender algumas de minhas atitudes, durante a elaboração deste trabalho.

E, finalmente, a todos os participantes deste trabalho que se dispuseram a contribuir com a ciência, muitas vezes, em seus horários de descanso e lazer.

Meu agradecimento especial a Deus, por ter me fortalecido nos momentos difíceis, iluminando e acalmando minha alma, durante essa caminhada.

RESUMO

Introdução: o alongamento dinâmico é pouco utilizado, apesar de ser uma técnica de base funcional que prepara o corpo para a atividade esportiva. Além disso, não existe consenso entre os autores sobre os efeitos agudos do alongamento dinâmico na força muscular. **Objetivo:** determinar e comparar os efeitos agudos de protocolos de alongamento dinâmico de curta e longa duração sobre o desempenho isocinético dos grupos musculares quadríceps e isquiotibiais, em duas velocidades diferentes (60°/s e 180°/s) em adultos jovens do sexo masculino. **Método:** 14 indivíduos do sexo masculino (21 ± 2,6 anos; 178 ± 0,4 cm; 73,2 ± 20,9 kg) foram avaliados no dinamômetro isocinético antes e após dois protocolos de alongamento dinâmico: de curta (ADCD), longa duração (ADLD) e controle. Um intervalo de 48 horas entre os protocolos de alongamento e a avaliação isocinética, foi respeitado. Os protocolos ADCD e ADLD consistiam em 2 exercícios, sendo 1 para os músculos extensores do joelho e 1 para os flexores; foram realizadas 2 séries de 15 repetições para o ADCD; e 3 séries de 15 repetições para o ADLD. O controle teve uma duração de 165 segundos. A comparação das variáveis analisadas utilizou o teste estatístico ANOVA com medidas repetidas e um fator, além do Post Hoc Tests (Scheffe), com nível de significância de 5%. **Resultados:** nenhuma diferença foi encontrada, após o ADLD, nas variáveis obtidas a uma velocidade angular de 180°/s. A 60°/s, o ADLD, apresentou uma redução na potência média dos flexores do joelho na fase concêntrica, 106,2±19,8W vs 100,4±20,7W e na fase excêntrica, 135,4±33,3W vs 125,9±31,4W. O controle, apresentou redução, 138,8±37,1W vs 128,7±35,1W na potência média dos flexores de joelho na fase excêntrica e aumento, 188,6±32,1W vs 196,6±36,2W na fase excêntrica dos extensores de joelho. O trabalho total, a 60°/s, dos flexores do joelho apresentou redução nas fases concêntrica, 192,6±45,4J vs 173,5±34,3J e excêntrica, 243,1±59,1J vs 226,4±56J no ADLD. O controle apresentou redução na fase excêntrica dos flexores do joelho, 246,6±65,8J vs 229,2±63,6J. A fase excêntrica dos extensores, 67,6±7,9° vs 63,1±7,9° e flexores do joelho, 20,6±9,2° vs 14,9±7,4°, apresentou redução no ângulo de pico de torque no ADLD e no ADCD. **Conclusão:** os alongamentos dinâmicos de curta e longa duração, não causaram nenhum efeito no pico de torque, o que sugere, sua aplicação em atividades que estejam relacionadas a velocidade, força e potência muscular.

Palavras-chave: Exercícios de alongamento muscular. Força muscular. Dinamômetro de força muscular.

ABSTRACT

Introduction: the dynamic stretching is little used, despite being a functional base technique that prepares the body for sports activity. In addition, there is no consensus among authors on the acute effects of dynamic stretching on muscle strength. **Objective:** to determine and compare the acute effects of dynamic stretching protocols of short and long duration on the isokinetic performance of quadriceps and hamstrings muscle groups, in two different speeds (60/e 180°/s) in young male adults. **Method:** 14 males (21 ± 2.6 years; 178 ± 0.4 cm; 73.2 ± 20.9 kg) were evaluated in the isokinetic dynamometer before and after two minutes of dynamic stretching: short (ADCD), (ADLD) and Control. An interval of 48 hours between the stretching protocols and the isokinetic evaluation was respected. ADCD protocols and addl consisted of 2 exercises, and 1 to the extensor muscles of the knee and 1 for bender; there were 2 sets of 15 repetitions to the adcd; and 3 sets of 15 repetitions for the addl. The control had a length of 165 seconds. Comparison of analyzed variables used statistical test anova with repeated measures and a factor, in addition to the post hoc tests (scheffe), with a significance level of 5%. **Results:** no difference was found, after the ADLD, in the variables obtained an angular speed of 180°/s. the 60°/s, ADLD, showed a reduction in average power of knee flexors in the concentric phase, 106.2 ± 19, 8w vs 100.4 ± 20, 7w and eccentric phase, 135.4 ± 33 vs. 125.9 ± 31, 3w, 4w. The control, reduction, 138.8 ± 37 vs. 35 ± 128.7, 1w, 1w average power of knee flexors in the eccentric phase and increase, 188.6 ± 32, 1w vs. 36 ± 196.6, 2w in the eccentric phase of knee extensors. The total work to 60°/s, knee flexor reduction concentric phases, 192.6 ± 45, 173.5 ± 34 vs. 4j, 3j and eccentric, 243.1 ± 59, 1j vs 226.4 ± 56j in addl. The reduction in the eccentric phase of knee flexors, 246.6 ± 65, 8j vs. 63 ± 229.2, 6j. The eccentric phase of extenders, 67.6 ± 7.9° vs 7.9 ± 63.1° and knee flexors, 20.6 ± 9.2° vs. 14.9 ± 7.4° reduction in peak torque angle in addl and in the adcd. **Conclusion:** the dynamic stretches of short and long duration, did not cause any effect on peak torque, which suggests, its application in activities that are related to speed, strength and muscle power.

Keywords: Muscle stretching exercises. Muscle strength. Muscle strength dynamometer.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Ilustração esquemática da microestrutura do músculo	21
Figura 2 – Ilustração esquemática da titina e nebulina dentro do sarcômero	22
Figura 3 – Ilustração da relação PPA e fadiga	24
Figura 4 – Ilustração da relação força-frequência	25
Figura 5 – Estrutura do fuso muscular e sua localiação	26
Figura 6 – Órgão tendinoso de Golgi. Vias neurais responsáveis pela ativação da inibição autogênica durante a contração do agonista	27
Figura 7 – Fluxograma da segunda fase da pesquisa.....	38
Figura 8 – Dinamômetro Isocinético	40
Figura 9 - Posicionamento do joelho do voluntário.....	41
em 0° de extensão no dinamômetro isocinético.....	41
Figura 10 (A) Exercício 1; (B) exercício 2.....	43
Gráfico 1 – Pico de torque extensores concêntrico e excêntrico a 60°/s.	46
Gráfico 2 – Trabalho total extensores concêntrico e excêntrico a 60°/s.....	47
Gráfico 3 – Potência Média extensores concêntrica e excêntrica a 60°/s e nível de significância (<i>p</i>).....	48
Gráfico 4 – Ângulo do pico de torque extensores concêntrico e excêntrico a 60°/s e nível de significância (<i>p</i>).....	49
Gráfico 5 – Pico de torque de flexores concêntrico e excêntrico a 60°/s.	50
Gráfico 6 – Trabalho total flexores concêntrico e excêntrico a 60°/s e nível de significância (<i>p</i>).....	51
Gráfico 7 – Potência média flexores concêntrico e excêntrico a 60°/s e nível de significância (<i>p</i>).....	52
Gráfico 8 – Ângulo do pico de torque flexores concêntrico e excêntrico a 60°/s e nível de significância (<i>p</i>).....	53
Gráfico 9 – Pico de torque extensores concêntrico a 180°/s.....	54
Gráfico 10 – Trabalho total extensores concêntrico a 180°/s.....	55
Gráfico 11 – Potência Média extensores concêntrico a 180°/s.	56
Gráfico 12 – Ângulo do Pico de torque extensores concêntrico a 180°/s.....	57
Gráfico 13 – Pico de torque flexores concêntrico a 180°/s.....	58
Gráfico 14 – Trabalho total flexores concêntrico a 180°/s.	59
Gráfico 15 – Potência Média flexores concêntrico a 180°/s.	60

Gráfico 16 – Ângulo do Pico de torque flexores concêntrico a 180°/s.....	61
Tabela 1 Controle de presença na clínica de fisioterapia da PUCPR	37
Tabela 2 – Resumo dos resultados estatisticamente significativos.....	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADM	Amplitude de Movimento
FNP	Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva
ADCD	Alongamento Dinâmico de Curta Duração
ADLD	Alongamento Dinâmico de Longa Duração
CTRL	Controle
OTG	Órgão Tendinoso de Golgi
PPA	Potencial Pós-Ativação
MCV	Máxima Contração Voluntária
PUCPR	Pontifícia Universidade Católica do Paraná
UTFPR	Universidade Tecnológica do Paraná
IMC	Índice de Massa Corporal
CPD	Cadeia Pesada de Miosina
PPM	Potencial da Placa Motora
SNC	Sistema Nervoso Central
EMG	Eletromiografia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS	16
1.1.1	Objetivo Geral	16
1.1.2	Objetivos Específicos	16
1.1.3	Hipóteses	17
2	REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1	ALONGAMENTO DINÂMICO.....	19
2.2	ESTRUTURA DO MÚSCULO ESTRIADO ESQUELÉTICO	20
2.3	CONTRAÇÃO MUSCULAR ESQUELÉTICA	22
2.3.1	Potencial pós-ativação – PPA	24
2.3.2	Receptores musculares	25
2.3.2.1	Fuso muscular	26
2.3.2.2	Órgãos tendinosos de golgi	27
2.4	OS EFEITOS AGUDOS DO ALONGAMENTO DINÂMICO NA FORÇA MUSCULAR.....	27
2.4.1	Os efeitos do alongamento dinâmico no desempenho muscular	28
2.4.2	Os efeitos do alongamento dinâmico em diferentes variáveis do desempenho muscular	30
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	34
3.1	PARTICIPANTES	34
3.1.1	Critérios de inclusão e exclusão	34
3.1.1.1	Critérios de inclusão	34
3.1.1.2	Critério de exclusão	35
3.1.2	Recrutamento dos Participantes	35
3.2	PROCEDIMENTOS.....	36
3.2.1	Delineamento do estudo	36
3.2.2	Avaliação física	37
3.2.3	Protocolo de aquecimento sistêmico	39
3.2.4	Protocolos de avaliação isocinética	40
3.2.5	Protocolos de alongamento	42
3.2.5.1	Protocolo de alongamento dinâmico de curta duração (ADCD).....	42
3.2.5.2	Protocolo de alongamento dinâmico de longa duração (ADLD).....	43

3.2.6	Análise dos dados	44
4	RESULTADOS.....	46
4.1	EFEITOS DOS PROTOCOLOS A 60°/S	46
4.1.1	Extensores	46
4.1.2	Flexores	50
4.2	EFEITOS DOS PROTOCOLOS A 180°/S	53
4.2.1	Extensores	54
4.2.2	Flexores	58
4.2.3	Resumo dos resultados	62
5	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	63
6	CONCLUSÃO	69
	REFERÊNCIAS	70
	APÊNDICE B.....	79
	APÊNDICE C	80
	APÊNDICE D.....	81
	APÊNDICE E.....	82
	APÊNDICE F	83
	ANEXO A	84
	ANEXO B	86

1 INTRODUÇÃO

Na prática de atividades esportivas, muitas vezes, pode-se perceber os benefícios de um aquecimento específico momentos antes de iniciá-la. Brandenburg (2006), Cramer (2007), Bradley, Olsen, Portas, (2007), entre outros recomendam um período de aquecimento, com o objetivo de preparar o praticante ou atleta, mental e fisicamente para o exercício ou competição esportiva.

Alguns praticantes de atividades físicas e atletas utilizam o alongamento normalmente antes de suas rotinas de treinamento para preparar a musculatura (PAPADOPOULOS, SIATRAS, KELLIS, 2005), melhorar o desempenho (JAGGERS *et al.*, 2008) e prevenir lesões (SEKIR *et al.*, 2010), além de utilizá-lo para aumento da amplitude de movimento (ZAKAS, 2005). Várias técnicas de alongamento como a estática, a dinâmica e a facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) são utilizadas por técnicos e preparadores físicos para precederem atividades desportivas (WALLMANN, MERCER, McWHORTER, 2005), além da técnica isocinética pouco utilizada no âmbito desportivo por não ser de fácil aplicação (SEIBERL *et al.*, 2010).

Dentre estas técnicas de alongamento, a estática é muito utilizada por praticantes das diversas modalidades esportivas, visando preparar um determinado músculo para exercer uma atividade física específica (BISHOP, 2003), melhorar a amplitude de movimento (ADM), diminuindo a dor tardia pós-exercício físico (MAREK *et al.*, 2005). Já a técnica FNP é mais utilizada por profissionais da fisioterapia, em seus pacientes, com o objetivo de melhorar a amplitude de movimento (ADM) de determinada articulação em um processo de reabilitação, restabelecendo o grau de amplitude articular normal, de determinado segmento corporal (REES *et al.*, 2007).

A técnica de alongamento dinâmico, ao contrário, é pouco utilizada antes e após o exercício, apesar de ser considerada uma técnica de base funcional que visa preparar o corpo para a atividade esportiva (LITTLE e WILLIAMS, 2006). Durante a técnica de alongamento dinâmico, utilizam-se movimentos que reproduzem a especificidade do esporte ou atividade física, e não um músculo específico, como as demais técnicas citadas anteriormente. Esta técnica de alongamento tem como objetivos primários: alterar os níveis de força dos músculos envolvidos no

movimento, promover o reflexo estiramento e favorecer a contração da musculatura alongada (HERDA *et al.*, 2008).

Mesmo essas três técnicas sendo utilizadas por profissionais do treinamento e de atividades físicas recreativas, alguns estudos como os de Yamaguchi, Ishii, Yamanaka, (2007) que verificaram aumento significativo na potência muscular após o alongamento dinâmico; Zakas *et al.*, (2005) e Marek *et al.*, (2005), que encontraram redução no pico de torque isocinético após os alongamentos estático e FNP, reforçam que estas técnicas de alongamento apresentam diferentes efeitos no desempenho da força muscular, após serem realizadas.

Segundo Rubini, Costa, Gomes, (2007), que realizaram um estudo de revisão, o alongamento estático foi alvo de diversos autores e, a grande maioria dos estudos, que estudaram os efeitos agudos, não contribuiu para o aumento no desempenho da força muscular e, alguns autores observaram redução. Estes autores relatam ainda, que a técnica de alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP), parece contribuir significativamente, quando o objetivo a ser alcançado for a amplitude de movimento (ADM) e não a força muscular máxima.

Diferentemente dos resultados apresentados pelos autores citados em relação à técnica de alongamento estático e FNP, segundo Yamaguchi e Ishii, (2005), Yamaguchi, Ishii, Yamanaka, (2007) e Sekir *et al.*,(2010); o alongamento dinâmico contribui para aumento da força muscular; embora Herda *et al.*, (2008) e Papadopoulos, Siatras, e Kellis, (2005) tenham observado que a força muscular se manteve inalterada após a utilização do alongamento dinâmico. Em todos os estudos os autores verificaram os efeitos agudos do alongamento.

No estudo realizado por Yamaguchi, Ishii, Yamanaka, (2007), o alongamento dinâmico contribuiu para a melhora do desempenho muscular em relação ao pico de potência para cargas leve (5% MCV¹), moderada (30% MCV) e alta (60% MCV) durante a contração concêntrica. Entretanto, o torque e a velocidade do pico de potência² apresentaram resultados diferentes, no que diz respeito a característica da carga. Um aumento significativo foi observado em ambos para as cargas leve (5%

¹ MCV – Máxima contração voluntária (YAMAGUCHI, ISHII, YAMANAKA, 2007),

² Pico de potência é a medida obtida como o valor de pico na curva de potência-tempo, avaliada por um processador de potência acoplado a um mecanismo de resistência externa de contração dinâmica concêntrica, desenvolvido no estudo (YAMAGUCHI, ISHII, YAMANAKA, 2007),

MCV) e alta (60% MCV), no entanto, estes aumentos não foram observados quando a carga moderada (30% MCV) foi avaliada.

O aumento estatisticamente significativo no desempenho muscular (efeito agudo) após a realização do alongamento dinâmico pode estar ligado a dois fatores: a elevação da temperatura muscular e ao fenômeno do potencial pós-ativação (PPA), durante o qual ocorre o mecanismo regulatório (fosforilação) da cadeia leve de miosina melhorando a interação entre as proteínas contráteis de actina e miosina, causado pela contração voluntária do antagonista do músculo alvo alongando (YAMAGUCHI, ISHII, YAMANAKA, 2007). Enoka, (2000) trata esse fenômeno PPA, como sendo um conjunto de contrações musculares que ocorrem sequencialmente, em um intervalo de tempo muito pequeno e o define como potencialização pós-tetânica. Yamaguchi & Ishii, (2005), relatam que isto ocorre devido ao PPA diminuir o tempo de pico de torque³ e aumentar a taxa de desenvolvimento do torque muscular. O aumento do valor do pico de potência pode ser atribuído a alta velocidade de ativação muscular ocorrida durante o alongamento dinâmico. Vale ressaltar que o estudo citado acima não foi realizado em um dinamômetro isocinético, mas em um mecanismo de resistência externa de contração dinâmica concêntrica.

Em ambos os estudos de, Yamaguchi, Ishii, Yamanaka, (2007) e Yamaguchi & Ishii, (2005), foram utilizados quatro exercícios de alongamento e, realizadas duas séries de 15 repetições com um intervalo entre elas de 20 e 30 segundos respectivamente. Porém, segundo os autores, mais estudos devem ser realizados para investigar diferentes volumes de exercícios de alongamento, pois alterações nestas variáveis podem interferir tanto no PPA quanto na temperatura muscular. Os autores sugerem ainda, examinar o efeito do alongamento dinâmico nas fases concêntrica e excêntrica da contração muscular, uma vez que em seus estudos analisaram apenas a fase concêntrica.

Outros autores como, Sekir *et al.*,(2010), relataram um aumento no pico de torque concêntrico e excêntrico, durante a avaliação isocinética, após a utilização de quatro exercícios de alongamento dinâmico realizados em duas séries de 15 repetições com um intervalo de 15 segundos. Vale ressaltar que os indivíduos deste

³ Pico de Torque é o maior valor do torque observado em uma curva força x distância (comprimento muscular), considerado no estudo como a máxima contração voluntária (MCV) (YAMAGUCHI, ISHII, YAMANAKA, 2007).

estudo foram avaliados em um dinamômetro isocinético em duas velocidades angulares: a 60°/s e a 180°/s. Os autores realizaram o teste em duas velocidades em razão da existência de uma relação inversamente proporcional entre a força produzida e a velocidade de movimento executada (ENOKA, 2000). Sekir *et al.*, (2010) concordam com Yamaguchi, Ishii, Yamanaka, (2007) e Yamaguchi & Ishii, (2005), e atribuem o aumento no desempenho muscular, à ocorrência de pelo menos um dos seguintes fatores fisiológicos: o aumento da ativação da unidade motora, o aumento da temperatura muscular ou o fenômeno do potencial pós-ativação (PPA).

Porém, em outros estudos como o de Papadopoulos, Siatras, Kellis, (2005), no qual os indivíduos foram avaliados em um dinamômetro isocinético, nas fases excêntricas e concêntricas da contração muscular, não foi observada alteração significativa no torque ou pico de torque durante a avaliação isocinética, para as velocidades testadas de 60°/s e 180°/s, após aplicação de dois exercícios de alongamento, com três séries de 15 repetições e 15 segundos de intervalo entre séries. Embora, não se tenha observado qualquer aumento estatisticamente significativo, quando comparados, o torque isocinético produzido a 60°/s foi maior do que o torque isocinético gerado a 180°/s, tanto para a flexão quanto para a extensão de joelho. Indicando que, em velocidades mais altas o torque produzido é menor do que em velocidades mais baixas (DVIR, 2002).

Herda *et al.*, (2008), após realizarem três exercícios de alongamento dinâmico, em quatro séries de 15 repetições com um intervalo entre séries de 15 segundos, também não identificaram qualquer alteração no desempenho muscular após verificarem os resultados do pico de torque isométrico, realizado em um dinamômetro isocinético.

Os protocolos de alongamentos que utilizaram a técnica dinâmica apresentam uma série de diferenças metodológicas como: variação do número de séries, variação do número de exercícios e o tempo de duração de cada protocolo (PAPADOPOULOS, SIATRAS, & KELLIS, 2005; YAMAGUCHI & ISHII, 2005; YAMAGUCHI, ISHII, YAMANAKA, 2007; SEKIR *et al.*, 2010). Desta forma, pode-se questionar se os efeitos agudos no desempenho da força muscular após a técnica de alongamento dinâmico são dependentes das características dos protocolos adotados.

Portanto, não há consenso sobre o efeito agudo do alongamento dinâmico na força muscular, segundo os autores que estudaram esta técnica, principalmente se observados os diferentes volumes (séries, repetições, número de exercícios e intervalos) aplicados nos protocolos investigados e, as velocidades angulares utilizadas, durante avaliação do desempenho isocinético, antes e depois do alongamento dinâmico.

Neste sentido, este estudo apresentará uma abordagem utilizando dois protocolos de alongamento dinâmico, com volumes diferentes, com a finalidade de contribuir para o entendimento da duração do alongamento sobre os efeitos agudos desta técnica de alongamento no desempenho isocinético da força muscular, a ser avaliado em duas velocidades angulares, tanto em extensores quanto nos flexores do joelho.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Determinar e comparar os efeitos agudos de protocolos de alongamento dinâmico de curta e longa duração sobre o desempenho isocinético dos grupos musculares quadríceps e isquiotibiais, em duas velocidades diferentes (60°/ e 180°/s) em adultos jovens do sexo masculino.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) Determinar e comparar o efeito agudo do alongamento dinâmico de curta e longa duração, sobre o pico de torque obtido durante os testes isocinéticos.

- b) Determinar e comparar o efeito agudo do alongamento dinâmico de curta e longa duração, sobre o ângulo de pico de torque obtido durante os testes isocinéticos.
- c) Determinar e comparar o efeito agudo do alongamento dinâmico de curta e longa duração, sobre o trabalho total obtido durante os testes isocinéticos.
- d) Determinar e comparar o efeito agudo do alongamento dinâmico de curta e longa duração, sobre a potência média obtida durante os testes isocinéticos.

1.1.3 Hipóteses

As hipóteses abaixo foram formuladas para orientar os procedimentos deste estudo e a discussão dos resultados.

H1 – O protocolo de alongamento dinâmico de curta duração causará aumento significativo no pico de torque, no ângulo de pico de torque e no trabalho total obtidos na avaliação isocinética a uma velocidade angular de 60°/s.

H2 – O protocolo de alongamento dinâmico de curta duração não causará aumento significativo no pico de torque, no ângulo de pico de torque e no trabalho total obtidos na avaliação isocinética a uma velocidade angular de 180°/s.

H3 – O protocolo de alongamento dinâmico de curta duração causará aumento significativo na potência média obtida na avaliação isocinética em ambas as velocidades angulares (60°/s e 180°/s), entretanto, esse aumento será maior a 180°/s.

H4 – O protocolo de alongamento dinâmico de longa duração não causará nenhuma alteração significativa na potência média obtida na avaliação isocinética em ambas as velocidades angulares (60°/s e 180°/s).

2 REVISÃO DE LITERATURA

O alongamento comumente é utilizado antes de algumas práticas desportivas, com o objetivo de melhorar o desempenho e reduzir os riscos de lesões. Estudos de Cramer *et al.*, (2007); Weir, Tingley, Elder, (2005); Avela *et al.*, (2004) e Rees *et al.*, (2007) com as diversas técnicas de alongamento, apresentaram resultados que comprometeram o desempenho dos indivíduos, quando o alongamento precedeu a atividade muscular. Nestes estudos as técnicas de alongamento utilizadas foram: estática, facilitação neuromuscular proprioceptiva e dinâmica.

Embora, o alongamento estático possa contribuir para o desempenho em esportes que necessitem de uma amplitude de movimento articular elevada, segundo Nelson, Kokkonen, Arnall, (2005); Bonnar, Deivert, Gould, (2004); Zakas *et al.*, (2006); Fowles, Sale, MacDougall, (2000); Nordez *et al.*, (2006) e Marek *et al.*, (2005), com a sua utilização podem ocorrer diminuições significativas no desempenho quando a força muscular for a capacidade física a ser desenvolvida (COSTA *et al.*, 2010; NELSON *et al.*, 2005; CORNWELL *et al.*, 2002; CRAMER *et al.*, 2005; BRANDENBURG, 2006). Outra técnica de alongamento estudada foi a facilitação neuromuscular proprioceptiva que parece ser mais eficiente quando o objetivo a ser alcançado for o aumento de amplitude articular (BRADLEY *et al.*, 2007; FELAND *et al.*, 2001; MITCHELL *et al.*, 2007; REES *et al.*, 2007).

Apesar de alguns estudos, como os de Herda *et al.*, (2008), Papadopoulos, Siatras, Kellis, (2005) e Avela *et al.*, (2004), terem demonstrado redução ou nenhuma alteração significativa no desempenho, quando a força muscular foi avaliada pós alongamento, outros autores como Yamaguchi e Ishii, (2005); Yamaguchi, Ishii, Yamanaka, (2007) e Sekir *et al.*, (2010), relataram em seus estudos aumento significativo no desempenho, quando a força muscular foi avaliada.

Com base nos resultados acima descritos e por visar preparar o corpo para a atividade esportiva, segundo Baechle e Earle, (2010), o alongamento dinâmico parece ser a técnica mais indicada a ser utilizada durante um aquecimento muscular que irá preceder determinada atividade esportiva. Portanto, faz-se necessário um entendimento mais claro desta técnica de alongamento, bem como da estrutura do músculo esquelético e dos efeitos desta técnica na unidade musculotendínea.

2.1 ALONGAMENTO DINÂMICO

O alongamento dinâmico é um exercício de alongamento com base funcional, que se utiliza de movimentos específicos com o objetivo de preparar o corpo para determinada atividade esportiva. É possível relacionar o alongamento dinâmico como um movimento ativo de determinada articulação, durante toda a amplitude de movimento necessária para a atividade esportiva. Dessa forma, a movimentação de uma articulação ativamente em toda a sua amplitude de movimento, promoverá uma flexibilidade dinâmica simulando os padrões de movimento exigidos em uma atividade esportiva, mantendo o músculo ativo durante todo o movimento, ao invés de manter a articulação alongando estaticamente (BAECHLE E EARLE, 2010).

É uma técnica de alongamento em que o executante realiza o movimento ao longo de toda amplitude de movimento articular por meio do músculo agonista, enquanto o músculo antagonista relaxa e alonga (HOLT E LAMBOURNE, 2008). Segundo Little e Williams (2006), que estudaram os efeitos agudos do alongamento dinâmico, as variáveis de altura do salto vertical, corrida de velocidade de 10 e 20 metros, agilidade e flexibilidade, medidas para avaliar o desempenho muscular, melhoraram após a realização do alongamento dinâmico quando este foi comparado com o alongamento estático. Embora Herman e Smith (2008), tenham utilizado apenas o alongamento dinâmico e de forma crônica, também verificaram melhora no desempenho muscular para as variáveis de salto vertical, corrida, agilidade e flexibilidade.

A propósito, o efeito do alongamento pode ser dividido em dois: crônico e agudo. Os efeitos crônicos, a longo prazo, estão relacionados à adição de sarcômeros. No estudo de, Coutinho *et al.*, (2004), realizado no músculo sóleo imobilizado, com duração de 40 minutos diários, três vezes por semana durante três semanas, ocorreram aumentos de 5% no comprimento muscular e 4% nos sarcômeros em série. Já, os efeitos agudos são os resultados imediatos após o alongamento e, estão ligados ao alongamento do componente elástico da unidade musculotendínea (FORD E McCHESNEY, 2007).

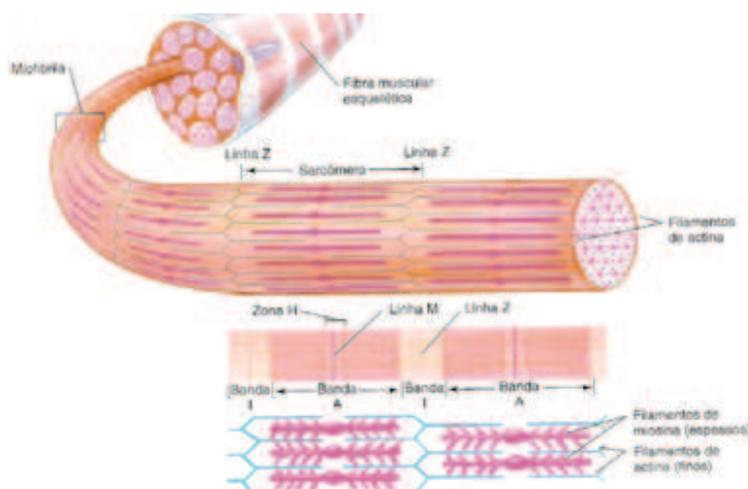
Para que se possa entender melhor a ação e os efeitos agudos do alongamento dinâmico sobre o músculo estriado esquelético é importante conhecer a estrutura microscópica do músculo estriado esquelético.

2.2 ESTRUTURA DO MÚSCULO ESTRIADO ESQUELÉTICO

Vários tipos de tecidos compõem o músculo esquelético, entre eles, as células musculares, o tecido nervoso, o sangue e vários tipos de tecido conjuntivo. Cada músculo é envolto por uma membrana de tecido conjuntivo chamada fáscia ou epimísio, compondo assim a camada mais externa do músculo. Mais internamente, outra camada de tecido conjuntivo, o perimísio, envolve feixes individuais de fibras musculares, os chamados fascículos. Sendo que, cada fibra muscular que compõe o fascículo é revestida pelo tecido conjuntivo endomísio (BOFF, 2008). Sob este tecido conjuntivo e, ao redor de cada fibra muscular, encontra-se uma membrana lipoprotéica fina denominada sarcolema que irá se fundir com uma fibra tendinosa, na extremidade distal da fibra muscular, formando o tendão do músculo a ser inserindo no osso (BOFF, 2008).

Logo abaixo do sarcolema encontra-se o sarcoplasma, que contém as organelas, proteínas celulares e as miofibrilas. As miofibrilas, estruturas fusiformes que contém as proteínas contráteis, podem ser subdivididas em segmentos individuais denominados sarcômeros. Os sarcômeros, ao longo das miofibrilas, são separados entre si pela linha Z. Na região mais escura do sarcômero estão presentes os filamentos de miosina (espessos), denominada banda A, enquanto os filamentos de actina (finos) podem ser encontrados na porção mais clara do sarcômero, denominado banda I. A área central do sarcômero apresenta uma porção dos filamentos de miosina sem sobreposição de filamento de actina, denominada zona H (figura 1) (BOFF, 2008). Existe ainda, no sarcoplasma do músculo, uma rede de canais membranosos denominados retículo sarcoplasmático e túbulos transversos. Os primeiros envolvem cada fibra muscular e correm em paralelo a elas, armazenando cálcio a ser utilizado durante o processo contrátil do músculo; o segundo se estende perpendicularmente para o interior do sarcolema ao longo da fibra muscular, funcionando como um sistema de microtransporte propagando o potencial de ação da membrana externa para membrana interna do músculo (BOFF, 2008).

Figura 1 – Ilustração esquemática da microestrutura do músculo.



Fonte: Powers e Howley, (2005).

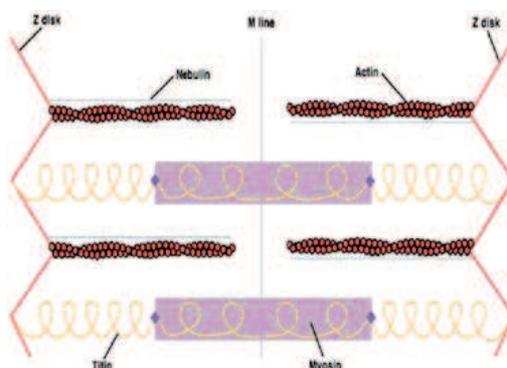
Segundo Boff (2008), a miosina é constituída por duas cadeias pesadas de proteína denominadas Cadeia Pesada de Miosina (CPD) e um filamento fino formado por quatro cadeias leves de proteína, localizadas na cabeça da miosina, duas em cada cabeça que se entrelaçam entre si. A área distal de cada CPD termina formando estruturas globulares, cabeça, denominada região S1 (subfragmento 1), apresentando um sitio de ligação para ATP (Trifosfato de Adenosina) e outro para ligação com a proteína de actina. O conjunto formado recebe o nome de ponte cruzada (BOFF, 2008).

A actina contém duas outras proteínas: a tropomiosina e a troponina. A primeira é uma proteína fibrosa encontrada no interior do sulco formado pelas cadeias de actina; a segunda é formada por três subunidades: troponina C, que contém locais para a ligação do íon de cálcio (Ca^{++}); troponina T, que se conecta a tropomiosina; e a troponina I, que bloqueia fisicamente a área de fixação da ponte cruzada da actina com a cabeça de miosina no estado de repouso (ausência de Ca^{++}).

Além das proteínas contráteis: actina, miosina; e das proteínas reguladoras: troponina e tropomiosina, os sarcômeros contém outras proteínas associadas às propriedades passivas e estruturais, e não somente a produção ativa da força, sendo elas: titina e nebulina. A primeira se estende da linha Z até a banda M (o centro do filamento grosso), segundo BOFF (2008), atua como uma espécie de mola molecular que gera tensão quando os sarcômeros são alongados, estabilizando a posição dos filamentos contráteis e, com a sua elasticidade faz o músculo alongado

retornar ao seu comprimento de repouso; a segunda envolve os filamentos finos unindo-se a linha Z, alinhando os filamentos de actina (figura 2).

Figura 2 – Ilustração esquemática da titina e nebulina dentro do sarcômero.



Fonte: Macardle; Katch; Katch, (2003).

2.3 CONTRAÇÃO MUSCULAR ESQUELÉTICA

O processo de contração muscular inicia a partir da chegada do impulso nervoso à junção neuromuscular atingindo a extremidade do nervo motor, neste momento um neurotransmissor acetilcolina é liberado difundindo-se por meio da fenda sináptica para se ligar aos sítios receptores da placa motora. Como resultado, ocorrerá um aumento da permeabilidade do sarcolema ao sódio, o que acarretará uma despolarização (potencial de ação) denominada potencial da placa motora (PPM). Este PPM dará início a todo processo contrátil muscular (EVA, 2005).

Esta despolarização é conduzida pelos túbulos transversos profundamente na fibra muscular até atingir o retículo sarcoplasmático onde o cálcio é liberado. A partir daí, o cálcio irá ligar-se a proteína troponina, provocando uma alteração na posição da proteína tropomiosina, permitindo um estado de ligação forte entre a actina e a miosina. A contração muscular irá ocorrer por meio de múltiplos ciclos de atividade das pontes cruzadas actina-miosina. Sendo que, o encurtamento muscular irá ocorrer enquanto houver energia e Ca^{++} livre para se ligar à troponina. De tal forma que, quando o impulso nervoso cessar na junção neuromuscular o Ca^{++} é bombeado, pela bomba de Ca^{++} , para o interior do retículo sarcoplasmático. Isso irá

causar o retorno da tropomiosina a sua posição inicial, cobrindo os sítios ativos da actina fazendo o músculo relaxar (EVA, 2005).

A velocidade de encurtamento e relaxamento do músculo está relacionada com a velocidade com que o Ca^{++} é liberado pelo retículo sarcoplasmático e se liga a troponina e, com o tipo de fibra muscular estimulada. Isto porque, o retículo sarcoplasmático das fibras rápidas (tipo II), libera Ca^{++} mais rápido que o das fibras lentas (tipo I). Além disso as fibras do tipo II possuem maior atividade ATPase, resultando em uma maior degradação de ATP e, a liberação mais rápida de energia necessária para a contração muscular (EVA, 2005).

Durante a contração muscular a intensidade da força muscular produzida é complexa e depende de três principais fatores: a quantidade e o tipo de unidade motora recrutada (1), o comprimento inicial do músculo (2) e a natureza da estimulação nervosa (3). Em relação ao primeiro fator, se apenas algumas unidades motoras forem recrutadas, a força produzida será baixa. Isso quer dizer que, caso a resistência externa aumente o recrutamento de mais unidades motoras será necessário e, conseqüentemente a força produzida também será maior. Importante ressaltar que as fibras de contração rápida tem maior capacidade de produção de força que as fibras de contração lenta, por essa razão, o tipo de unidade motora recrutada também influenciará a intensidade da força produzida. O segundo fator relacionado a produção da força muscular é comprimento inicial do músculo, que está diretamente relacionado a sobreposição dos filamentos de actina e miosina. Ou seja, quando o músculo é alongado até um ponto em que não há sobreposição de actina e miosina, as pontes cruzadas não são formadas e a tensão muscular não pode ser desenvolvida. Da mesma forma, quando um músculo é encurtado cerca de 60% do seu comprimento em repouso, a linha Z do sarcômero irá se aproximar muito dos filamentos de miosina e apenas um encurtamento adicional limitado poderá ocorrer, limitando a força a ser produzida (BOFF, 2008).

O terceiro e último fator determinante na regulação da força muscular é a natureza da estimulação nervosa. As contrações musculares que ocorrem durante os movimentos corporais normais são resultantes de uma série de impulsos nervosos repetidos e rapidamente conduzidos pelos neurônios motores envolvidos no movimento. Importante ressaltar que as unidades motoras são estimuladas a se contrair em momentos diferentes, de maneira que, enquanto algumas unidades

motoras se contraem outras relaxam, resultando em uma contração muscular coordenada (EVA, 2005).

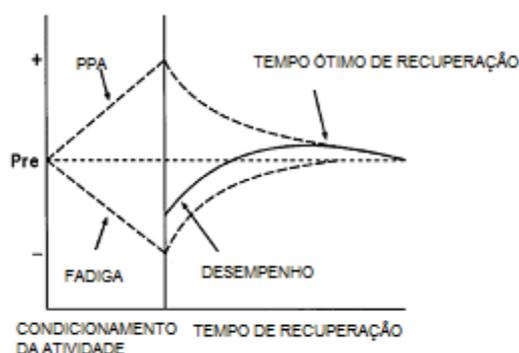
Alguns autores, como Sale (2002) e Robbins (2005), chamam o estágio seguinte ao potencial da placa motora, descrito por Eva (2005), de Potencial Pós-Ativação (PPA).

A seguir será explicado, em detalhes, o potencial pós-ativação (PPA).

2.3.1 Potencial pós-ativação – PPA

Segundo Sale (2002) e Robbins (2005), o fenômeno do potencial pós-ativação (PPA) e seu mecanismo vem sendo estudado há muitos anos, embora sua aplicação prática venha sendo pouco explorada. Enoka, (2000) trata esse mecanismo como potencialização pós-tetânica (conjunto de contrações musculares que ocorrem sequencialmente, em um intervalo de tempo muito pequeno). A hipótese é de que, o PPA pode compensar a fadiga em exercícios de resistência e velocidade, aumentando a taxa de desenvolvimento da força, promovendo a melhora no desempenho da velocidade e potência. Isto porque, segundo Sale (2002), a fadiga se dissipa mais rapidamente do que decai o PPA (figura 3). Porém, o tempo ideal de recuperação, ainda segundo o autor, é determinado por tentativa e erro.

Figura 3 – Ilustração da relação PPA e fadiga.

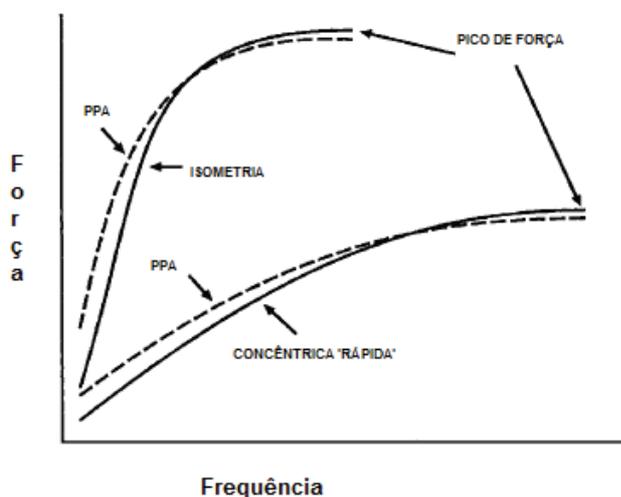


Fonte: Sale, (2002).

Sale (2002), afirma que o principal mecanismo que envolve o PPA é o mecanismo regulatório (fosforilação) da cadeia leve de miosina, tornando a interação

actina-miosina mais sensível ao cálcio (Ca^{++}) liberado pelo retículo sarcoplasmático. O aumento da sensibilidade ao cálcio (Ca^{++}) tem um efeito ótimo nos baixos níveis mioplasmáticos de cálcio; ao contrário, a maior sensibilidade ao cálcio (Ca^{++}) tem pouco ou nenhum efeito na saturação dos níveis de cálcio (Ca^{++}). Ainda segundo o autor, em contrações dinâmicas concêntricas, especialmente aquelas realizadas em velocidades mais altas, o potencial pós-ativação pode ter um efeito ótimo na melhora do desempenho muscular, isto porque, a curva da relação força-frequência é deslocada para a direita em comparação às contrações isométricas (que apresentam baixa frequência de contração para a máxima capacidade de geração de força) como pode se observar na figura 4; ou seja, as frequências mais elevadas são necessárias para se conseguir obter maior desenvolvimento da força durante a contração dinâmica concêntrica, uma vez que as contrações dinâmicas concêntricas tem efeito acumulativo na mobilização do PPA. Entretanto, o fenômeno PPA pode não ser conseguido pela ação da fadiga muscular, desencadeada por alta frequência de aplicação de força.

Figura 4 – Ilustração da relação força-frequência.



Fonte: Sale, (2002).

2.3.2 Receptores musculares

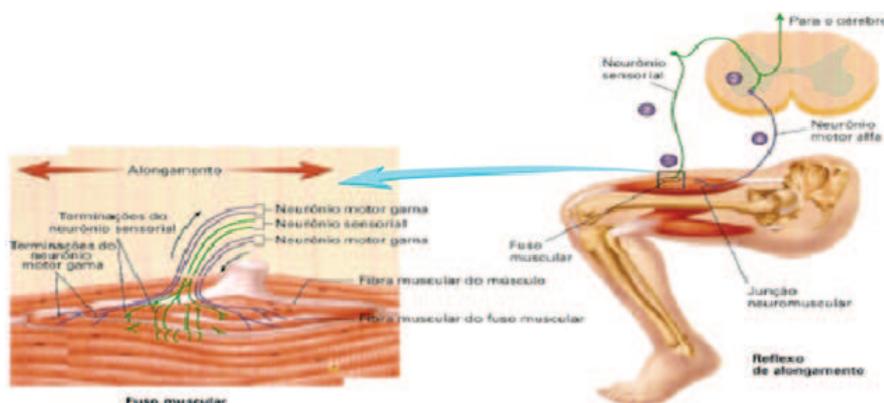
Para que o sistema nervoso controle os movimentos dos músculos esqueléticos adequadamente, deve receber um *feedback* sensorial contínuo do

músculo que está realizando a contração muscular. Este *feedback*, consiste de duas informações: uma referente à tensão desenvolvida pelo músculo e a outra relativa ao comprimento muscular. A função de informar o sistema nervoso sobre a tensão desenvolvida pelo músculo é dos órgãos tendinosos de Golgi, ao passo que a informação sobre o comprimento muscular é função do fuso muscular (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2003). Ambos são considerados receptores musculares e, serão abordados detalhadamente a seguir.

2.3.2.1 Fuso muscular

Fuso muscular é composto por várias células musculares finas, denominadas fibras intrafusais, que estão presentes no tecido conjuntivo no interior do músculo. Possuem dois tipos de terminação nervosa sensorial: primárias e secundárias. As terminações primárias são responsáveis por responderem as alterações dinâmicas do comprimento muscular. As terminações secundárias fornecem informações contínuas ao sistema nervoso central (SNC) sobre o comprimento estático do músculo. Além dos neurônios sensoriais, os fusos musculares são inervados por neurônios motores gama, que estimulam as fibras intrafusais a se contraírem simultaneamente com as fibras extrafusais (figura 5). Esta contração das fibras intrafusais ocorre para que seja garantida a função de detectar o comprimento do músculo. Assim, o alongamento rápido dos músculos esqueléticos acarreta uma contração reflexa, denominada reflexo de alongamento (POWERS e HOWLEY, 2005).

Figura 5 – Estrutura do fuso muscular e sua localização



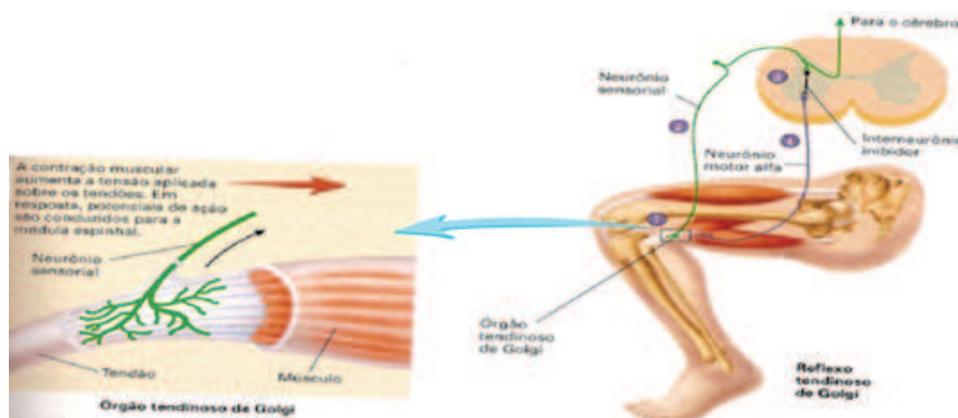
Fonte: Powers e Howley, (2005).

2.3.2.2 Órgãos tendinosos de golgi

Os órgãos tendinosos de golgi (OTG), localizados no tendão do músculo esquelético e em série com as fibras extrafusais (figura 6), são responsáveis por controlar a tensão produzida pela contração muscular. Os OTG's servem como dispositivos de segurança que impedem a força excessiva durante a contração muscular, enviando informações à medula espinhal por meio de neurônios sensoriais, os quais excitam os neurônios inibitórios (POWERS e HOWLEY, 2005).

Segundo Samukawa *et al.*, (2011), o OTG também detecta o aumento da tensão no tendão muscular, quando movimentos rápidos e sucessivos são realizados.

Figura 6 – Órgão tendinoso de Golgi. Vias neurais responsáveis pela ativação da inibição autogênica durante a contração do agonista.



Fonte: Powers e Howley, (2005).

2.4 OS EFEITOS AGUDOS DO ALONGAMENTO DINÂMICO NA FORÇA MUSCULAR

Neste item serão apresentados os estudos que realizaram a técnica de alongamento dinâmico e verificaram os efeitos desta técnica no desempenho muscular.

2.4.1 Os efeitos do alongamento dinâmico no desempenho muscular

As alterações ocorridas no desempenho muscular após a utilização da técnica de alongamento dinâmica podem ser observadas em estudos que utilizaram o desempenho isocinético como ferramenta de análise. A seguir alguns estudos serão apresentados.

No que diz respeito aos efeitos da técnica de alongamento dinâmico nas variáveis isocinéticas, Herda *et al.*, (2008) utilizaram um protocolo de alongamento dinâmico de quatro séries de 15 repetições, realizado em três exercícios para os músculos quadríceps e isquiotibiais; os autores avaliaram o pico de torque em quatro ângulos diferentes (41°, 61°, 81° e 101°) no dinamômetro isocinético antes e após a aplicação do alongamento dinâmico e, não identificaram nenhuma alteração significativa nesta variável; muito embora tenham observado uma diminuição do pico de torque isocinético após a aplicação do alongamento dinâmico. Esta diminuição não significativa estatisticamente é explicada pelos autores através de duas hipóteses: a primeira relacionada aos fatores mecânicos, ligados a diminuição da rigidez muscular e ao aumento no comprimento dos sarcômeros em repouso, o que alteraria a relação força-comprimento do músculo. Pois, segundo Cramer *et al.*, (2007); Herda *et al.*, (2008) a curva ângulo-torque isocinético representa a relação força-comprimento do músculo estriado esquelético; a segunda ligada aos fatores neuromusculares, relacionados as alterações nas estratégias motoras e no reflexo sensitivo dos receptores musculares. Entretanto, Fowles *et al.*, (2000) apud Herda *et al.*, (2008), atribuem a diminuição da força muscular mais aos fatores mecânicos do que aos neurais.

Dentre as várias hipóteses do efeito do alongamento na força muscular, McHugh e Hogan (2004), afirmam que uma delas estaria relacionada com as alterações provocadas no comprimento da unidade músculo tendínea, interferindo no comprimento ótimo de geração de tensão, modificando a curva tensão-comprimento. A geração de tensão, neste caso, desencadearia a força muscular máxima, por meio da sobreposição dos filamentos de actina e miosina (BOFF, 2008); em que a força muscular, é representada no pico de torque isocinético e, a sua relação com o comprimento, representada no ângulo de pico de torque (McHUGH *et al.*, 2004).

Diferentemente de Herda *et al.*, (2008), Sekir *et al.*, (2010), ao aplicarem quatro exercícios de alongamento dinâmico, sendo dois para quadríceps e dois para isquiotibiais, utilizando para isto, duas séries de 15 repetições, verificaram aumento no pico de torque isocinético. Segundo os autores, este aumento pode ter ocorrido pelo aumento da ativação das unidades motoras ou pelo aumento da temperatura muscular, elevada durante a execução do alongamento, ou pelo potencial pós-ativação (despolarização), causado pela contração voluntária do antagonista do músculo alvo durante a execução do alongamento dinâmico.

Papadopoulos, Siatras, Kellis, (2005), também verificaram os efeitos de um protocolo de alongamento dinâmico no desempenho muscular isocinético. Utilizando dois exercícios, sendo um para quadríceps e outro para isquiotibiais, realizaram três séries de 15 repetições em cada exercício. Após a avaliação isocinética, verificaram que o alongamento dinâmico não causou nenhum efeito significativo no torque isocinético avaliado. Isto porque, segundo os autores o alongamento dinâmico, favoreceria a ação inibitória causada pelo OTG, que irá atuar prevenindo lesões musculotendíneas evitando a máxima tensão muscular e quanto mais rápida for realizado o alongamento dinâmico maior será a ação do OTG.

Segundo Cramer *et al.*, (2007), a diminuição no pico de torque pode ser observada quando ocorrer o 'achatamento' da curva ângulo-torque, em razão da força muscular ser distribuída em outros ângulos articulares, alterando inclusive o ângulo de pico de torque.

Yamaguchi e Ishii, (2005), aplicaram um protocolo de alongamento dinâmico em onze indivíduos saudáveis do sexo masculino, realizando cinco exercícios de alongamento, um para cada grupo muscular: quadríceps, isquiotibiais, flexor plantar, flexores e extensores de quadril; realizando apenas uma série de 15 repetições em cada um dos exercícios. Utilizando um mecanismo de resistência externa de contração dinâmica concêntrica, que analisou a potência muscular durante a extensão e flexão de joelhos, antes e após a aplicação do protocolo de alongamento. Os autores afirmaram que o alongamento dinâmico melhorou a potência muscular durante a extensão dos joelhos. Justificam este aumento em função da ocorrência do potencial pós-ativação (PPA) que, segundo Robbins (2005); Sale (2002), irá tornar a interação actina-miosina mais sensível ao cálcio (Ca^{++}) liberado pelo retículo sarcoplasmático, melhorando o desempenho muscular.

Em outro estudo realizado dois anos mais tarde e, utilizando o mesmo mecanismo que analisou o torque, pico de torque e a velocidade de pico a intensidades de 5%, 30% e 60% da máxima contração voluntária, Yamaguchi, Ishii, Yamanaka, (2007), estudaram os efeitos do alongamento dinâmico sobre a força dinâmica concêntrica. Os autores realizaram quatro exercícios, sendo dois para o quadríceps e dois para os isquiotibiais, executando duas séries de 15 repetições para cada um dos exercícios. Foi observado aumento na velocidade de pico dos extensores do joelho que, segundo os autores, está relacionado a maior velocidade de ativação muscular ocorrida durante a execução do alongamento dinâmico, melhorando a velocidade de contratilidade muscular. Os autores afirmam ainda que, o torque foi maior a 60% da máxima contração voluntária enquanto a velocidade de pico foi maior a 5% da máxima contração voluntária. Estes resultados indicam que, com o aumento da máxima contração voluntária, a relação entre torque e velocidade de pico se modifica. Ainda segundo os autores, o pico de torque também aumentou com o aumento da porcentagem da máxima contração voluntária. Sendo observados os maiores valores a 60% da máxima contração voluntária. Os autores afirmam que o aumento observado no torque e pico de torque está relacionado com o potencial pós-ativação (PPA).

2.4.2 Os efeitos do alongamento dinâmico em diferentes variáveis do desempenho muscular

Em um estudo realizado com a aplicação de oito protocolos diferentes, entre eles o alongamento dinâmico, Chaquachi *et al.*, (2010) verificaram o efeito destes protocolos, na agilidade (corrida de dez metros e zigue-zague de dez metros), na corrida de velocidade (30 metros) e no desempenho do salto vertical em atletas altamente treinados. O alongamento dinâmico no referido estudo foi realizado utilizando um exercício, com duas séries de 15 repetições (cinco lentas e dez o mais rápido quanto possível) para os músculos flexores e extensores do quadril, flexores plantares, isquiotibiais e quadríceps. Com exceção do grupo controle na corrida dos 30 metros, que apresentou tempos mais rápidos, nenhuma outra variável foi alterada após a realização de todos os oito protocolos. Os autores atribuem a redução dos

tempos na corrida dos 30 metros, observada no grupo controle, ao aumento na temperatura muscular e a não interferência do alongamento. Sugerem, portanto, que o alongamento dinâmico pode ser realizado antes de atividades desportivas, se precedido por um aquecimento aeróbio intenso ou com características de potência, para aumentar a temperatura muscular.

Hough, Ross, Howatson (2009), afirmam em seus estudos que o alongamento dinâmico propiciou o aumento significativo na altura do salto vertical e na atividade eletromiográfica do músculo vasto medial, após a realização de uma série de 15 repetições (cinco lentas e dez rápidas) para os flexores e extensores do quadril, flexores plantares, isquiotibiais e quadríceps de ambos os membros inferiores, perfazendo um tempo total de sete minutos. Os autores afirmam que este aumento pode estar relacionado com o potencial pós-ativação, uma vez que atividade eletromiográfica aumentou significativamente após a execução do alongamento dinâmico.

Contrariamente, no estudo realizado por Torres *et al.*, (2008), cujo objetivo foi investigar os efeitos do alongamento dinâmico no desempenho muscular dos membros superiores em indivíduos do sexo masculino, atletas de provas de campo e pista de atletismo, não houve diferença estatisticamente significativa nas variáveis analisadas antes e após a aplicação do protocolo de alongamento. Os autores suspeitam que a treinabilidade dos participantes tenha interferido nos resultados encontrados. Isto porque, os testes realizados no estudo eram parecidos com os exercícios que os indivíduos realizavam durante a temporada de treinamento específico das modalidades esportivas das quais faziam parte.

Bryan e Brad, (2008) verificaram os efeitos de três protocolos, no desempenho do salto vertical em 60 atletas (36 homens e 32 mulheres) treinados, investigando ainda, se os efeitos destes protocolos variavam com o sexo. Todos os protocolos foram realizados nos mesmos dias, durante três dias consecutivos e, ao final de cada protocolo os indivíduos realizavam três saltos verticais máximos. Os protocolos eram compostos por aquecimento com 600 metros de trote, aquecimento com 600 metros de trote seguido de alongamento dinâmico e 600 metros de trote seguido de alongamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) com três séries de 15 segundos (contra-relaxa-contra) e, todos tinham uma duração de cinco a seis minutos. O alongamento dinâmico deste estudo foi realizado utilizando oito exercícios, com uma série de cinco repetições para cada membro inferior, utilizando

os músculos abdutores e adutores do quadril, flexores plantares, isquiotibiais e quadríceps. Nenhuma diferença significativa na altura do salto vertical foi encontrada entre os três tipos de protocolos de aquecimento e o sexo dos indivíduos não causou nenhum efeito significativo na altura do salto vertical. Os autores afirmam que os protocolos de aquecimento utilizados no estudo, não promoveram aumento adequado na temperatura muscular e, por esta razão nenhuma diferença significativa estatisticamente foi encontrada após a aplicação dos protocolos de alongamento.

Em outro estudo, Jagers *et al.*, (2008), compararam os protocolos de alongamentos balístico e dinâmico no desempenho do salto vertical, avaliando altura, força e potência do salto. Participaram do estudo 20 indivíduos, não atletas, de ambos os sexos (dez homens e dez mulheres). Uma plataforma de força foi utilizada para mensurar a força de reação do solo (FRS) e a potência do salto, foi calculada a partir de cálculos matemáticos. Os dados foram coletados em três dias diferentes não consecutivos. Em cada um dos protocolos de alongamento foram realizadas duas séries de cinco exercícios, sendo que no alongamento balístico eram realizadas 30 oscilações rápidas em cada exercício; e no dinâmico foram executadas 15 repetições, sendo as dez últimas o mais rápido quanto possível. Os músculos alvos foram: flexores e extensores do quadril, extensores e flexores do joelho, abdutores de coxa e o sóleo. O grupo controle realizou apenas o salto vertical sobre a plataforma de força.

Os autores não verificaram qualquer diferença na altura, força ou potência do salto vertical quando compararam o protocolo de alongamento balístico com o protocolo controle. Entretanto, quando compararam o protocolo de alongamento dinâmico com o protocolo controle, verificaram um aumento significativo estatisticamente na potência do salto vertical, muito embora, nenhuma diferença tenha sido observada na força e na altura do salto vertical. Os autores atribuem a ausência de diferença significativa na força muscular e na altura do salto vertical ao efeito prejudicial causado pelo alongamento dinâmico, embora não citem que efeitos são estes. Ainda segundo os autores, o aumento na potência do salto vertical pode ter ocorrido em razão dos efeitos negativos do alongamento dinâmico diminuírem ao longo do tempo. Isto porque, a avaliação da potência foi a última avaliação realizada no estudo, ou seja, após a avaliação da força e da altura do salto vertical.

Ao final desta revisão de literatura que, abordou a estrutura microscópica do músculo esquelético, os mecanismos atuantes durante o processo contrátil

muscular, estudos que investigaram os efeitos da técnica de alongamento dinâmico na altura do salto vertical, em corridas de 20 e 30 metros e no desempenho isocinético, é possível identificar que, poucos estudos tem sido realizados sobre o efeito do alongamento dinâmico no desempenho muscular. Além disso, a variabilidade observada nas amostras, nos instrumentos de coleta de dados e nos protocolos utilizados pelos autores, servem de estímulo para dar continuidade na busca por mais conhecimento científico a cerca deste assunto.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa foi do tipo experimental, pois apresenta causa e efeito, controla os eventos realizados e manipulam-se variáveis, estudando e analisando os resultados (THOMAS, NELSON e SILVERMAN, 2007).

Todos os voluntários desta pesquisa assinaram previamente um termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A). Após a aprovação, dada por meio do parecer N° 48572 (Anexo A), pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da PUCPR, deu-se o início a esta pesquisa.

3.1 PARTICIPANTES

3.1.1 Critérios de inclusão e exclusão

3.1.1.1 Critérios de inclusão

- a) Sexo masculino;
- b) Faixa etária entre 18 e 25 anos;
- c) Índice de Massa Corporal – IMC, dentro da normalidade (PETROSKI, 2003).
- d) Responder não, a todas as perguntas do questionário de prontidão para atividade física - PAR-Q (HEYWARD, 2004).
- e) Apresentar no mínimo 70% da amplitude normal de comprimento muscular (KENDALL, McCREARY, PROVANCE 2007), prevista para os grupos musculares investigados. Isto para evitar que os resultados tivessem a interferência de possíveis encurtamentos musculares.

3.1.1.2 Critério de exclusão

Relatar ou apresentar alguma disfunção musculoesquelética ocorrida nos últimos 3 meses, como por exemplo, lesão ligamentar, distensão muscular ou fratura em membros inferiores.

3.1.2 Recrutamento dos Participantes

Para este estudo foram convidados acadêmicos do curso de educação física, sendo que 20 indivíduos se interessaram em ser voluntários do estudo. O convite aos acadêmicos foi realizado pelo pesquisador via correio eletrônico.

Inicialmente, a metodologia do estudo foi apresentada a todos os voluntários em uma sala de aula nas dependências do ginásio de esportes da PUCPR e, ao final da apresentação todos foram convidados a assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A); em seguida todos preencheram a ficha de anamnese individual (Apêndice B); e por fim realizaram uma avaliação de amplitude de movimento articular de joelho e quadril (Apêndice C). Deste número total de voluntários, um indivíduo não atendeu ao critério referente ao índice de massa corporal (IMC) e foi excluído; outros três indivíduos, que não compareceram nas dependências do ginásio de esportes da PUCPR, na data determinada para a apresentação da metodologia da pesquisa, foram excluídos; um indivíduo foi excluído, por não atender ao critério referente a amplitude de movimento articular (ADM); por fim, um indivíduo sofreu uma fratura na fíbula esquerda, durante uma atividade recreativa no período da pesquisa e foi excluído.

Portanto, foram recrutados 14 voluntários com idade média de $21 \pm 2,6$ (anos), com estatura média de $178 \pm 0,4$ (cm), massa corporal média de $73,2 \pm 20,9$ (kg), índice de massa corporal médio de $23 \pm 6,1$ (kg/m^2), alunos do curso de Educação Física da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) e um aluno da Universidade Tecnológica do Paraná (UTFPR), que fizeram parte de um único grupo e, realizaram os protocolos de alongamento de curta e longa duração e o protocolo controle.

3.2 PROCEDIMENTOS

Todos os procedimentos experimentais desta pesquisa foram realizados no *Centro de Dinamometria Isocinética* da Clínica Escola de Fisioterapia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) Campus Curitiba. A pesquisa foi composta por duas fases: a primeira fase foi constituída por etapa única realizada em um dia, composta pelo recrutamento e seleção dos voluntários, assinatura do TCLE e anamnese. A segunda fase foi composta por três etapas distintas: a familiarização com o dinamômetro isocinético, a avaliação, a aplicação do protocolo de alongamento e reavaliação isocinética.

3.2.1 Delineamento do estudo

Todos os voluntários participaram das duas fases da pesquisa, comparecendo em onze dias, não consecutivos separados por no mínimo 48 horas (PAPADOPOULOS, SIATRAS, E KELLIS, 2005), na clínica de fisioterapia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) para realizarem as sessões experimentais de coleta de dados, executando três protocolos propostos nesta pesquisa. Sendo que, o intervalo entre o protocolo de alongamento de curta duração (ADCD) e o de longa duração (ADLD), com avaliação isocinética a 60°/s, variou de cinco a sete dias. Isto porque, apenas dois horários do período da tarde estavam disponíveis para a realização da coleta de dados nos dias 24 e 26 de julho e, em razão dessa situação os 14 voluntários tiveram que ser divididos em dois grupos (grupos 1 e 2) com sete voluntários em cada um dos grupos. Portanto, ao invés de um dia para realização do protocolo de alongamento dinâmico de longa duração, foram utilizados dois dias. Nos dias em que a avaliação isocinética a 180°/s foi realizada o intervalo entre os protocolos foi de sete dias. Novamente, apenas dois horários do período da tarde estavam disponíveis para a realização da coleta de dados nos dias 02, 07, 09, 14, 16 e 21 de agosto de 2012 e, em razão dessa situação os voluntários tiveram que ser divididos novamente em dois grupos (grupos 1 e 2), para a realização dos protocolos de alongamento dinâmico de curta e longa

duração e o controle. Para um entendimento mais detalhado da frequência dos voluntários nas fases da pesquisa ver tabela 1.

Tabela 1 Controle das datas de realização do estudo

VELOCIDADE ISOCINÉTICA A 60º/S					
17/07/2012	19/07/2012	24/07/2012	26/07/2012	31/07/2012	-
FAMILIARIZAÇÃO	ADCD	ADLD - grupo 1	ADLD - grupo 2	CTRL	-
VELOCIDADE ISOCINÉTICA A 180º/S					
02/08/2012	07/08/2012	09/08/2012	14/08/2012	16/08/2012	21/08/2012
ADCD - grupo 1	ADCD - grupo 2	ADLD - grupo 1	ADLD - grupo 2	CTRL - grupo 1	CTRL - grupo 2

Legenda: ADCD=Alongamento dinâmico de curta duração; ADLD=Alongamento dinâmico de longa duração; CTRL= Condição controle; Grupo1= 7 Voluntários; Grupo2=7 Voluntários.

Fonte: autor, 2013

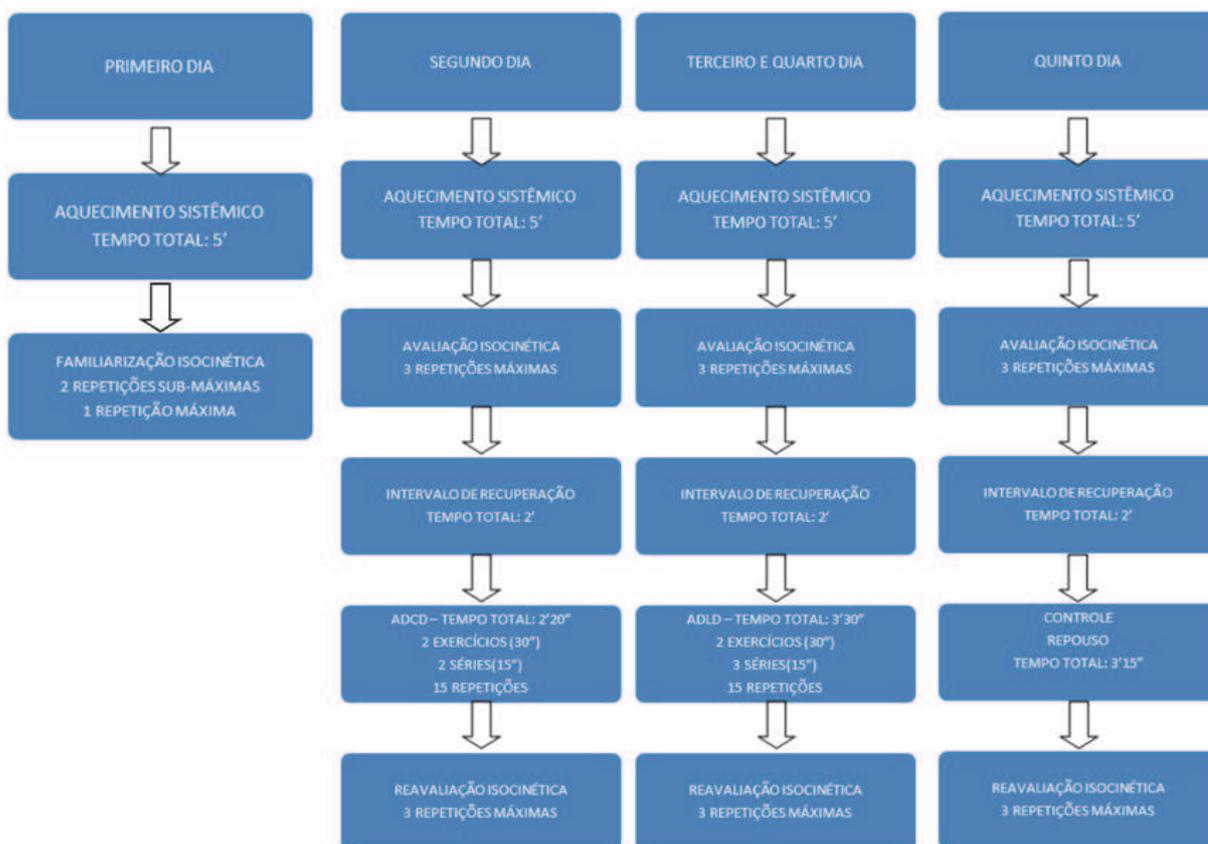
3.2.2 Avaliação física

Para mensuração da massa corpórea dos voluntários foi utilizada uma balança mecânica (*Techline*[®], modelo AAS 320), com precisão de 0,03%. A estatura de cada um dos voluntários foi conhecida por meio de um estadiômetro (*Sanny*[®], modelo ES2020). Os dados referentes à massa corpórea, estatura e idade foram utilizados para o cálculo do índice de massa corporal – IMC (Anexo B), e juntamente com o nível de atividade física foi registrado na ficha de anamnese individual (Apêndice B). Para identificar o comprimento muscular de quadríceps e isquiotibiais foi utilizado um flexímetro (ICP[®], modelo 1406), cujos valores obtidos foram comparados com a normalidade (KENDAL, McCREARY, PROVANCE, 2007), ver Apêndice 'C'. Para a avaliação do desempenho isocinético foi empregado um dinamômetro isocinético (CYBEX NORM 7000).

A segunda fase foi composta por três etapas: a familiarização com o dinamômetro isocinético, a avaliação isocinética, a aplicação do protocolo de alongamento e reavaliação isocinética. Ver figura 7.

Nesta segunda fase, os voluntários tiveram os grupos musculares quadríceps e isquiotibiais avaliados no dinamômetro isocinético, modo concêntrico/excêntrico, em duas velocidades angulares diferentes: 60º/s e 180º/s; foram posicionados no dinamômetro isocinético de acordo com Dvir, (2002); Morse, (2008) e Cybex Norm, (1998). Ver item 3.2.4.

Figura 7 – Fluxograma da segunda fase da pesquisa.



Fonte: o autor, 2013.

No primeiro dia, da segunda fase, foi realizada uma sessão experimental composta por um aquecimento sistêmico, em bicicleta ergométrica, descrito em detalhes no item 3.2.3. Em seguida os participantes foram submetidos a um protocolo de familiarização no dinamômetro isocinético (aquecimento específico) seguido de uma avaliação isocinética inicial, descrita no item 3.2.4.

No segundo dia, da segunda fase, foi realizada a segunda sessão experimental composta pelo mesmo aquecimento sistêmico, em bicicleta ergométrica, idêntico ao realizado por todos os voluntários no primeiro dia. Em seguida os voluntários foram submetidos a uma avaliação isocinética de flexão e extensão de joelho a 60°/s nas fases concêntrica e excêntrica, descrita no item 3.2.4; com um intervalo de recuperação de dois minutos (POWERS & HOWLEY, 2008); realizaram o protocolo de Alongamento Dinâmico de Curta Duração – ADCD (ver item 3.2.5.1) com duração total de dois minutos e vinte segundos. Finalizado o protocolo ADCD, foi realizada a reavaliação isocinética.

No terceiro e quarto dias, da segunda fase, foi realizada a terceira sessão experimental composta por um aquecimento sistêmico (item 3.2.3), em bicicleta

ergométrica, realizado por todos os voluntários. Em seguida foram submetidos a uma avaliação isocinética de flexão e extensão de joelho a 60°/s nas fases concêntrica e excêntrica; dois minutos após realizaram o protocolo de Alongamento Dinâmico de Longa Duração – ADLD (ver item 3.2.5.2) com duração total de três minutos e trinta segundos. Finalizado o protocolo ADLD, foi realizada a reavaliação isocinética. A terceira sessão foi realizada em dois dias diferentes não consecutivos (48 horas de intervalo), em função da restrição de horários da agenda da clínica escola de fisioterapia.

No quinto dia, da segunda fase, foi realizada a quarta sessão experimental composta por um aquecimento sistêmico, em bicicleta ergométrica, realizado por todos os voluntários. Em seguida foram submetidos a uma avaliação isocinética de flexão e extensão de joelho a 60°/s nas fases concêntrica e excêntrica (DVIR, 2002); dois minutos após realizaram o protocolo de Controle - CTRL. No protocolo controle, os voluntários não realizaram nenhum tipo de protocolo de alongamento, permanecendo em repouso, sentados em uma cadeira, o período equivalente a duração média dos protocolos ADCD e ADLD, ou seja, três minutos e quinze segundos. Finalizado o protocolo CTRL, foi realizada a reavaliação isocinética.

No sexto, sétimo, oitavo, nono, décimo e décimo primeiro dias, da segunda fase, foram realizados os mesmos protocolos de alongamento do segundo, terceiro quarto e quinto dia respectivamente, entretanto, a avaliação e a reavaliação isocinética foram realizadas a uma velocidade de 180°/s para os grupos musculares quadríceps e isquiotibiais e, apenas na fase concêntrica do movimento (PAPADOPOULOS, SIATRAS, KELLIS, 2005).

A seguir serão apresentados, em detalhes, os protocolos utilizados nas sessões experimentais.

3.2.3 Protocolo de aquecimento sistêmico

Os voluntários realizaram o aquecimento sistêmico em uma bicicleta ergométrica (*Moviment*[®], modelo Biocycle 2600 Eletromagnetic) com uma carga de 0,5 kpm durante cinco minutos a uma velocidade de 75 rotações por minuto (rpm), tempo considerado suficiente para ativar o fluxo sanguíneo periférico e aumentar a

frequência cardíaca de repouso, o que também foi utilizado em outros estudos (CRAMER, 2007; ZAKAS et al., 2005; BISHOP, 2003).

3.2.4 Protocolos de avaliação isocinética

Durante as avaliações isocinéticas os voluntários foram posicionados sentados na cadeira do dinamômetro isocinético, sendo a cadeira posicionada a 85° de flexão de quadril, com o eixo mecânico do aparelho alinhado em relação ao epicôndilo lateral do fêmur do avaliado, considerado o ponto anatômico de referência para as avaliações do joelho (DVIR, 2002; MORSE, 2008; CYBEX NORM, 1998). O dinamômetro isocinético onde os indivíduos foram avaliados pode ser observado na figura 8.

Figura 8 – Dinamômetro Isocinético



Fonte: adaptado de: CYBEX NORM, 1998.

Foi realizada a correção do efeito da gravidade, antes da realização de cada avaliação isocinética, como parte integrante dos procedimentos de preparação para utilização do dinamômetro isocinético.

Cintos posicionados na região do tronco, quadril e da coxa do membro inferior avaliado, garantiram a adequada estabilização dos voluntários na cadeira do dinamômetro isocinético, atendendo assim a recomendação do manual de uso do equipamento (CYBEX NORM, 1998).

Todos os dados isocinéticos considerados neste estudo foram relativos ao membro dominante de todos os voluntários deste estudo. Tal característica foi

determinada pela preferência de chute dos voluntários, verificada durante anamnese realizada antes da coleta de dados.

A amplitude de movimento foi limitada entre 105° de flexão e 0° de extensão do joelho conforme recomendação da Cybex Norm (1998). A figura 9 ilustra a extensão máxima do joelho dos voluntários avaliados, posicionamento este considerado como 0° na avaliação isocinética.

Figura 9 - Posicionamento do joelho do voluntário em 0° de extensão no dinamômetro isocinético.



Fonte: adaptado de: CIBEX NORM, 1998.

A familiarização isocinética, foi realizada durante as contrações musculares concêntrica (conc/conc) e excêntrica (exc/exc) ao longo da extensão e flexão da articulação do joelho. Portanto, a familiarização dos grupos musculares quadríceps e isquiotibiais foi realizada no mesmo ciclo de movimento.

Depois que os voluntários foram posicionados no dinamômetro isocinético deu-se início a familiarização isocinética, utilizada somente durante esta etapa da segunda fase, composta de uma série de três repetições sendo as duas primeiras submáximas e a última máxima a uma velocidade de 60°/s, com o objetivo de promover a familiarização dos voluntários com o dinamômetro isocinético, além de promover um recrutamento progressivo de unidades motoras (DVIR, 2002; PAPADOPOULOS, SIATRAS, E KELLIS, 2005).

Ao término da etapa de familiarização, foi concedido um intervalo de 48 horas antes que os voluntários voltassem para a próxima sessão e, iniciassem as três repetições máximas correspondentes à avaliação isocinética inicial pré-alongamento, isto para que não ocorresse nenhuma influência da série de

familiarização no desempenho dos voluntários na avaliação isocinética inicial (MAREK *et al.*, 2005).

Aa avaliações isocinéticas pré e pós-alongamento foram realizadas durante as contrações musculares concêntrica (conc/conc) e excêntrica (exc/exc) ao longo da extensão e flexão da articulação do joelho. Portanto, a avaliação dos grupos musculares quadríceps e isquiotibiais foi realizada no mesmo ciclo de movimento. Todos os voluntários foram encorajados verbalmente pelo mesmo avaliador durante todos os testes isocinéticos (CYBEX NORM, 1998).

Os testes isocinéticos empregados neste estudo foram realizados com duas condições de velocidade angular: a 60°/s (conc/conc; exc/exc) e 180°/s (conc/conc), pois o comportamento muscular para a capacidade física força, varia de acordo com a velocidade empregada (WEINECK, 2000). Velocidades angulares distintas podem causar diferentes respostas das unidades motoras recrutadas e, o efeito na força muscular máxima avaliada isocineticamente, pode sofrer interferência (CYBEX, 1998; DVIR, 2002; SEKIR *et al.*, 2010). Os testes ocorreram em dias diferentes, não consecutivos, evitando interferência no desempenho isocinético, na sessão subsequente (PAPADOPOULOS, SIATRAS, E KELLIS, 2005).

3.2.5 Protocolos de alongamento

Os exercícios de alongamento, escolhidos neste estudo, estão dentre aqueles mais realizados por esportistas antes de atividades esportivas que exijam as capacidades físicas de força, velocidade e resistência como predominantes (BAECHLE E EARLE, 2010; SEKIR *et al.*, 2010).

3.2.5.1 Protocolo de alongamento dinâmico de curta duração (ADCD)

Os voluntários realizaram dois exercícios de alongamento dinâmico, sendo um exercício para o grupo muscular isquiotibiais e um exercício para o grupo muscular quadríceps. Cada exercício foi realizado em duas séries de 15 repetições, sendo as cinco primeiras mais lentas (1 repetição por segundo) e as dez últimas o

mais rápido quanto possível (SEKIR *et al.*, 2010). Um marcador de ritmo (Yankz PaceTat) foi utilizado para marcar o ritmo lento e, o rápido foi determinado por cada um dos participantes individualmente. Entre cada série do mesmo exercício de alongamento (quadríceps) foi concedido 15 segundos de intervalo e, na troca para o novo exercício de alongamento (quadríceps/isquiotibiais) foi concedido 30 segundos de intervalo, contabilizando aproximadamente dois minutos e 20 segundos.

A descrição dos dois exercícios de alongamento dinâmico em ordem de execução foi a seguinte:

- 1- Os voluntários, em posição bípede, flexionaram a articulação do quadril até aproximadamente 90°, do lado dominante, com a articulação do joelho estendida, de modo que o segmento coxa se aproximasse do tronco. Foi instruído a todos que mantivessem o abdome contraído durante a execução (figura 10A).
- 2- Os voluntários, em posição bípede, flexionaram a articulação do joelho até aproximadamente 90°, do seu lado dominante, até que seu calcanhar se aproximasse ao máximo das suas nádegas. Foi instruído a todos que mantivessem o abdome contraído durante a execução (figura 10B).

Figura 10 (A) Exercício 1; (B) exercício 2.



Fonte: autor, 2013

3.2.5.2 Protocolo de alongamento dinâmico de longa duração (ADLD)

Os exercícios realizados neste protocolo foram os mesmos do protocolo dinâmico de curta duração. De maneira que, os voluntários realizaram dois exercícios de alongamento dinâmico, sendo um exercício para o grupo muscular isquiotibiais e um para o grupo muscular quadríceps. Cada exercício foi realizado em

três séries de 15 repetições, sendo as cinco primeiras mais lentas e as dez últimas o mais rápido quanto possível; um marcador de ritmo (Yankz PaceTat) foi utilizado para marcar o ritmo lento (60 bips/minuto) e, o ritmo rápido foi determinado por cada um dos participantes individualmente. Entre cada série do mesmo exercício de alongamento (quadríceps) foi concedido 15 segundos de intervalo e, na troca para o novo exercício de alongamento (quadríceps/isquiotibiais) foi concedido 30 segundos de intervalo, contabilizando aproximadamente três minutos e 30 segundos.

3.2.6 Análise dos dados

As variáveis dependentes, analisadas estão listadas abaixo.

- Pico de torque (Nm);
- Ângulo do pico de torque(°);
- Trabalho total (Joules);
- Potência média (Watts).

As variáveis independentes, analisadas estão listadas abaixo.

- Velocidade do teste (60°/s e 180°/s);
- Protocolos de alongamento (ADCD e ADLD) e controle;
- Momentos pré e pós.

É importante esclarecer que a comparação dos músculos flexores e extensores do joelho entre si não foram realizadas, pois segundo Preis, Ribas e Israel (2006), existe um déficit normal de força entre estes músculos. As fases concêntrica e excêntrica também não foram comparadas entre si, pois segundo Weineck (2000), a fase excêntrica é capaz de gerar em torno de 25% mais força que a fase concêntrica.

Para testar a condição de normalidade das variáveis o teste de Shapiro-Wilks foi utilizado. Os resultados podem ser visualizados nos apêndices 'D' e 'E'.

Os valores numéricos das variáveis analisadas passaram por uma transformação logarítmica, na tentativa de se obter distribuições normais a partir de distribuições não normais, permitindo que a comparação estatística realizada antes e após os protocolos de alongamentos (ADCD e ADLD) e controle (CTRL) fosse realizada por um teste para amostras paramétricas.

A comparação das variáveis analisadas entre os protocolos de alongamento (ADCD e ADLD) e o controle (CTRL) antes e após a sua aplicação, foi realizada para cada velocidade isocinética testada ($60^\circ/s$ e $180^\circ/s$), nas duas fases da contração dinâmica (concêntrica e excêntrica) e nos dois grupos musculares (quadríceps e isquiotibiais), utilizando o teste ANOVA com medidas repetidas (protocolos: ADCD, ADLD E CTRL) e um fator (momento: pré e pós) (APÊNDICE E), para identificar se houve ou não diferença significativa entre as variáveis isocinéticas analisadas. Quando o teste ANOVA com medidas repetidas e um fator apontou diferença, foi utilizado o teste Post Hoc Tests (Scheffe) para identificar onde ocorreu essa diferença.

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SPSS 14 e, foi adotado um nível de significância de 0,05 em todos os testes aplicados.

4 RESULTADOS

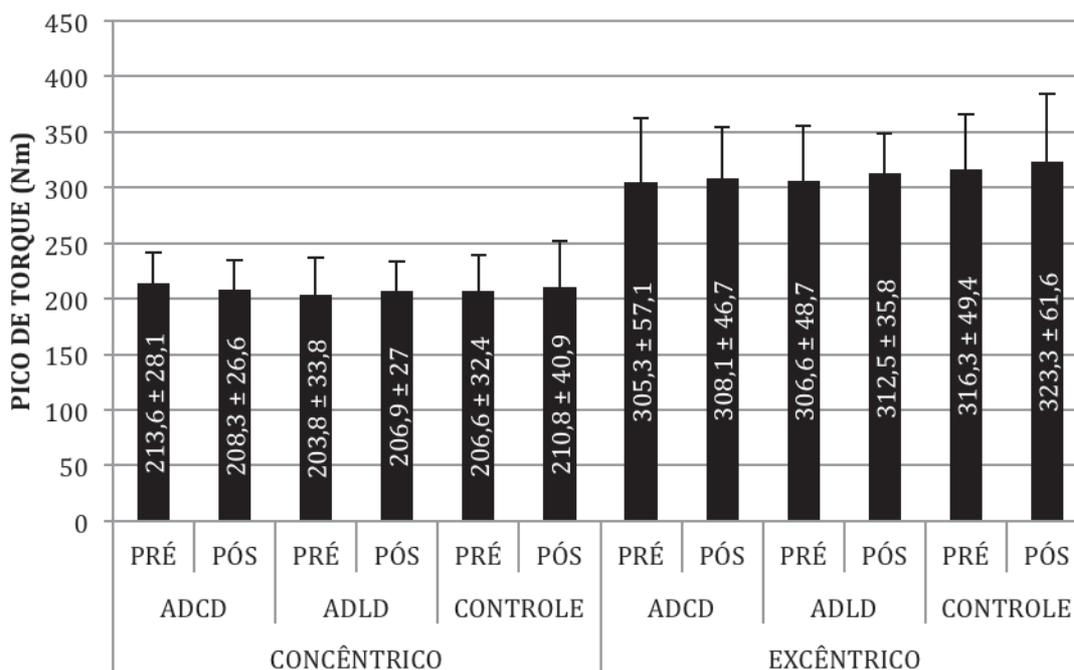
Os resultados deste estudo estão apresentados como média e desvio padrão ($\bar{x} \pm D_p$), na forma de gráficos, com valores referentes as variáveis isocinéticas obtidas antes e após aplicação dos protocolos de alongamentos e controle.

4.1 EFEITOS DOS PROTOCOLOS A 60°/S

4.1.1 Extensores

No gráfico 1 estão apresentadas as médias e seus respectivos desvios padrões do pico de torque dos extensores de joelho, durante as fases concêntrica e excêntrica, a uma velocidade isocinética de 60°/s, nas condições de pré e pós protocolos de alongamento de curta duração (ADCD), longa duração (ADLD) e controle. Não foi encontrada nenhuma diferença estatisticamente significativa.

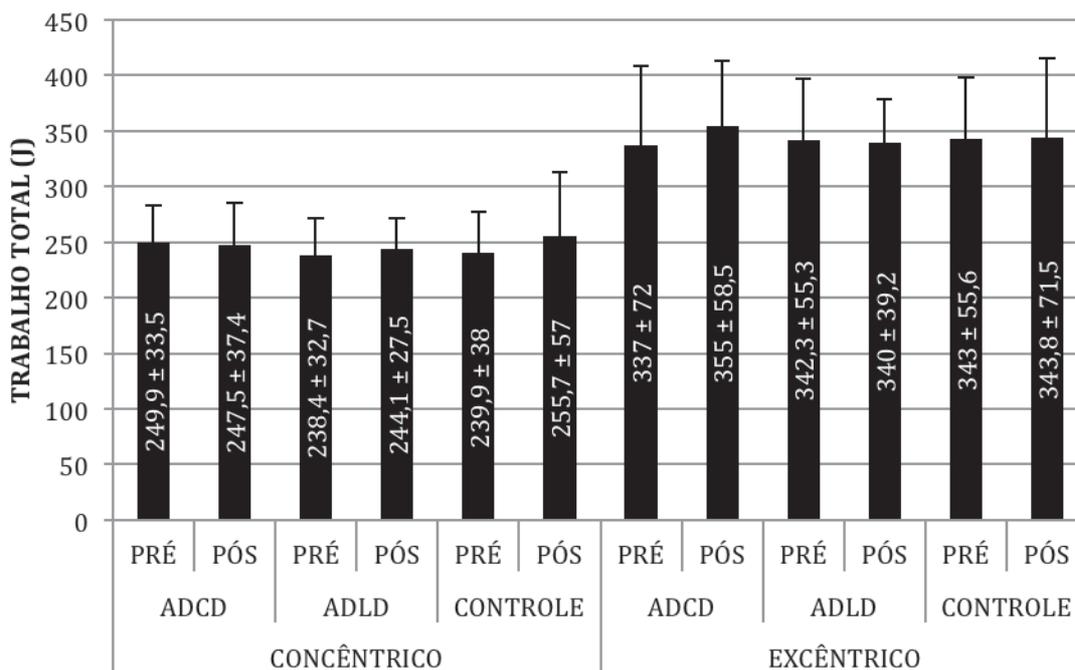
Gráfico 1 – Pico de torque extensores concêntrico e excêntrico a 60°/s.



Fonte: o autor, 2013.

No gráfico 2 estão apresentadas as médias e seus respectivos desvios padrões do trabalho total dos extensores de joelho, durante as fases concêntrica e excêntrica, a uma velocidade isocinética de 60°/s, nas condições de pré e pós protocolos de alongamento de curta duração (ADCD), longa duração (ADLD) e controle. Não foi detectada nenhuma diferença estatisticamente significativa.

Gráfico 2 – Trabalho total extensores concêntrico e excêntrico a 60°/s.

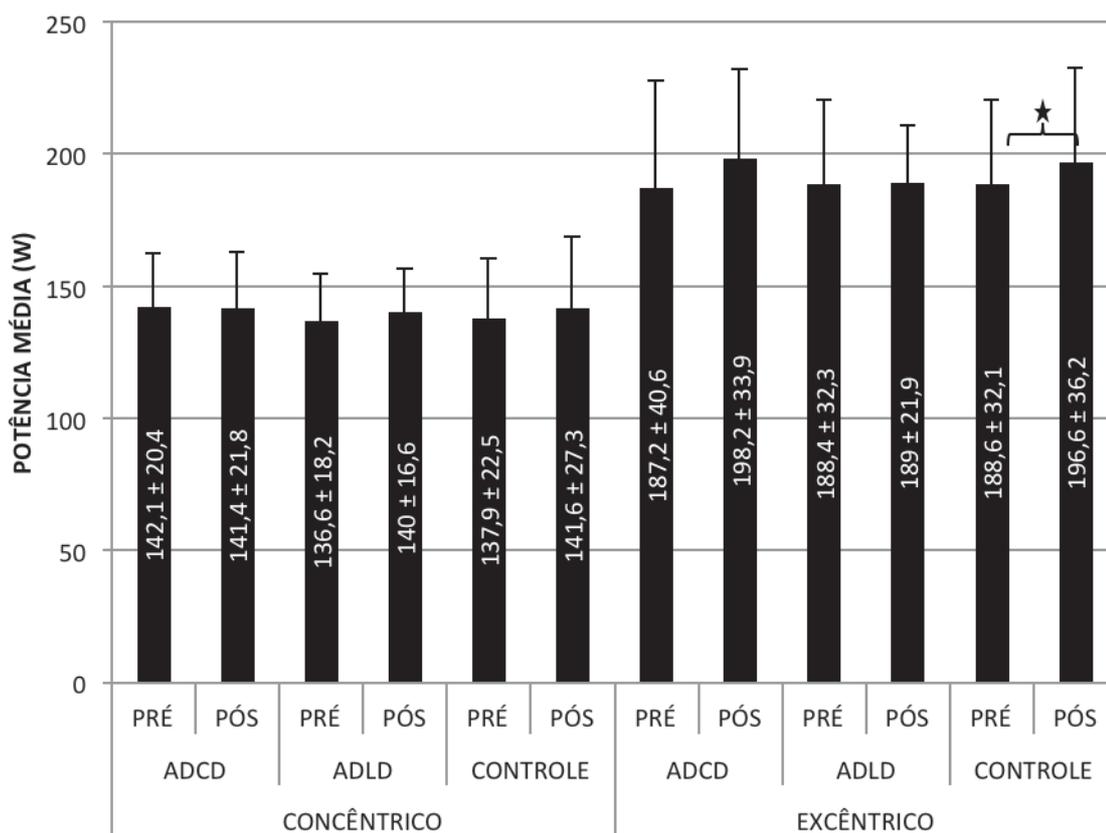


Fonte: o autor, 2013.

No gráfico 3 estão apresentadas as médias e seus respectivos desvios padrões da potência média dos extensores de joelho, durante as fases concêntrica e excêntrica, relativas a uma velocidade isocinética de 60°/s, nas condições de pré e pós protocolos de alongamento de curta duração (ADCD), longa duração (ADLD) e controle.

Apesar de não ter sido observado, na maioria dos protocolos, qualquer efeito estatisticamente significativo, a fase excêntrica do protocolo controle apresentou diferença estatisticamente significativa quando se comparou a condição pré e pós protocolo, indicando que houve o aumento médio na potência média dos extensores de joelho.

Gráfico 3 – Potência Média extensores concêntrica e excêntrica a 60°/s e nível de significância (p).



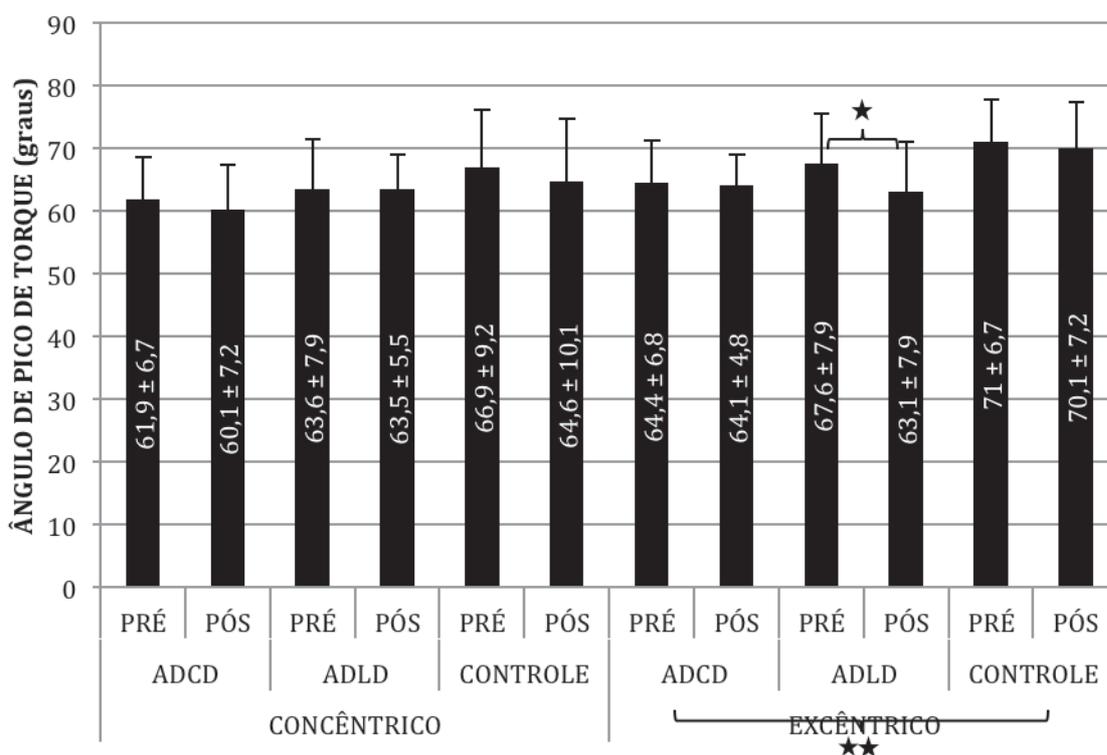
Legenda: * Diferença significativa pré e pós ($p=0,04$)

Fonte: o autor, 2013.

No gráfico 4 estão apresentadas as médias e seus respectivos desvios padrões do ângulo de pico de torque dos extensores de joelho, durante as fases concêntrica e excêntrica, relativas a velocidade isocinética de 60°/s, nas condições de pré e pós protocolos de alongamento de curta duração (ADCD), longa duração (ADLD) e controle.

Apesar de não ter sido observado, na maioria dos protocolos, qualquer efeito estatisticamente significativo, a fase excêntrica do protocolo de longa duração (ADLD) apresentou diferença estatisticamente significativa quando se comparou a condição pré e pós protocolo, indicando que este protocolo contribuiu para a redução da média no ângulo de pico de torque dos extensores de joelho. Além de ter sido observada uma diferença estatisticamente significativa entre os protocolos de curta duração (ADCD) e controle quando comparados entre si na fase excêntrica.

Gráfico 4 – Ângulo do pico de torque extensores concêntrico e excêntrico a 60°/s e nível de significância (p).



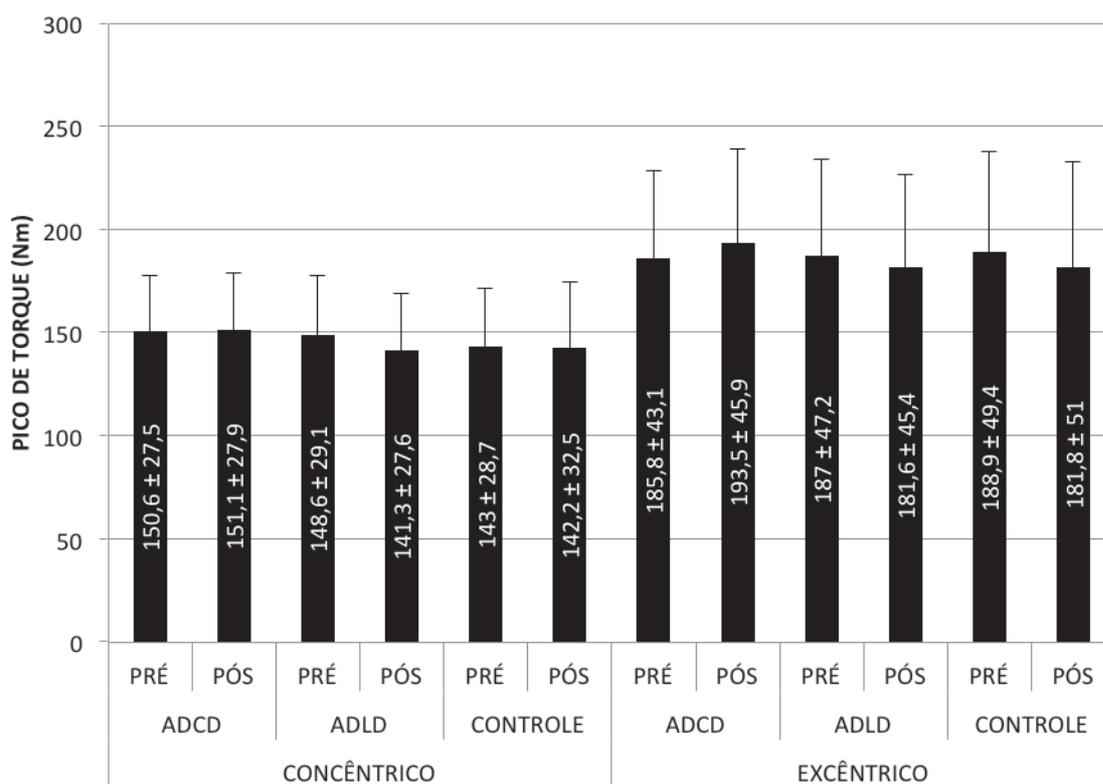
Legenda: * Diferença significativa pré e pós ($p=0,02$) ; ** Diferença significativa protocolos ($p=0,03$)

Fonte: o autor, 2013.

4.1.2 Flexores

No gráfico 5 estão apresentadas as médias e seus respectivos desvios padrões do pico de torque dos flexores de joelho, durante as fases concêntrica e excêntrica, a uma velocidade isocinética de 60°/s, nas condições de pré e pós protocolos de alongamento de curta duração (ADCD), longa duração (ADLD) e controle. Não foi observada neste gráfico qualquer diferença estatisticamente significativa.

Gráfico 5 – Pico de torque de flexores concêntrico e excêntrico a 60°/s.

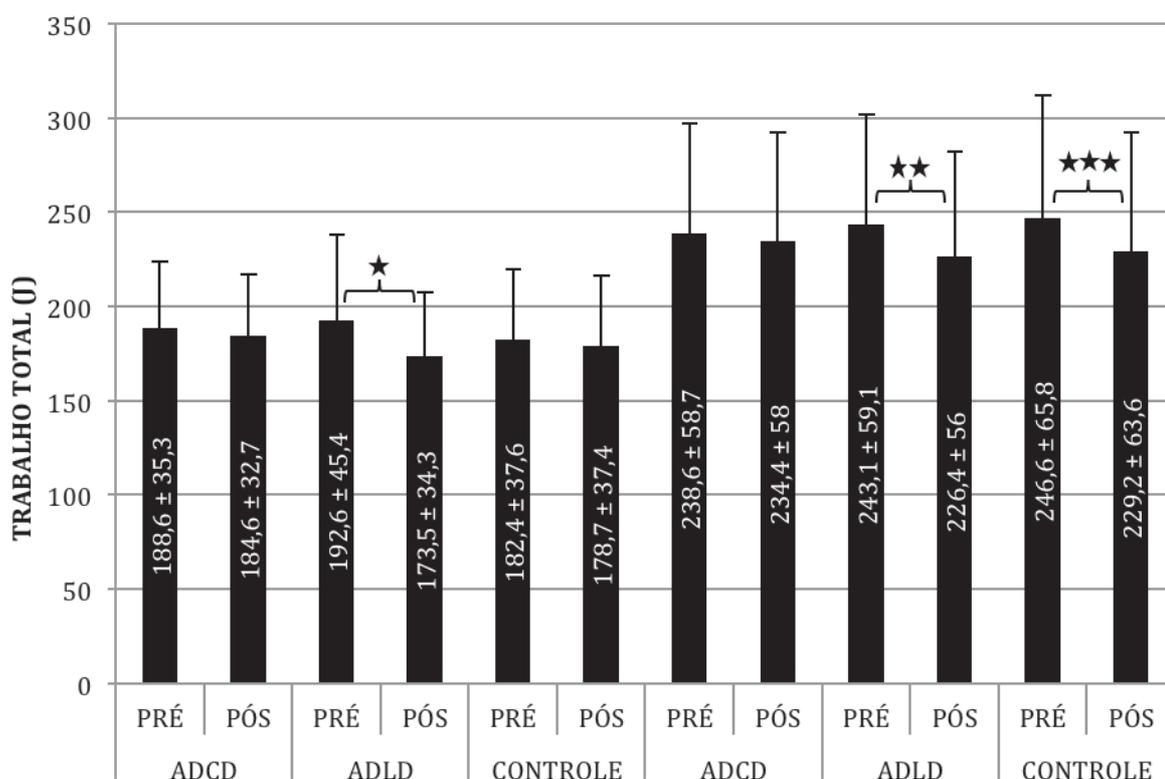


Fonte: o autor, 2013.

No gráfico 6 estão apresentadas as médias e seus respectivos desvios padrões do trabalho total dos flexores de joelho, durante as fases concêntrica e excêntrica, a uma velocidade isocinética de 60°/s, nas condições de pré e pós protocolos de alongamento de curta duração (ADCD), longa duração (ADLD) e controle.

Pode-se identificar tanto na fase concêntrica quanto na excêntrica do protocolo de longa duração (ADLD) diferenças estatisticamente significativas pré e pós-protocolo. Redução estatisticamente significativa, nas médias da fase excêntrica, foi observada nas condições pré e pós-protocolo controle. Isto evidencia que, tanto o protocolo ADLD quanto o protocolo controle, contribuíram para uma redução nas médias do trabalho total dos flexores de Joelho.

Gráfico 6 – Trabalho total flexores concêntrico e excêntrico a 60°/s e nível de significância (*p*).



Legenda: *, **, *** Diferenças significativas pré e pós (**p*=0,02) ; (***p*=0,02); (***)*p*=0,01).

Fonte: o autor, 2013.

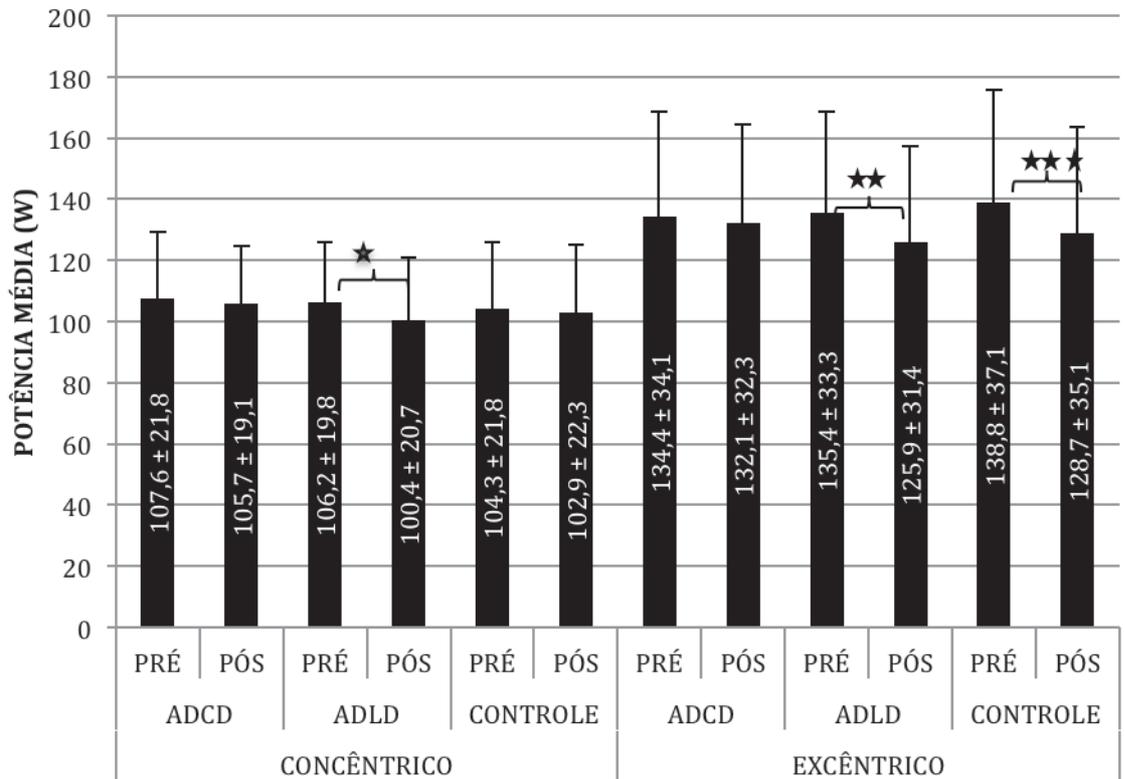
No gráfico 7 estão apresentadas as médias e seus respectivos desvios padrões da potência média dos flexores de Joelho, durante as fases concêntrica e excêntrica, a uma velocidade isocinética de 60°/s, nas condições de pré e pós protocolos de alongamento de curta duração (ADCD), longa duração (ADLD) e controle.

Pode-se identificar tanto na fase concêntrica quanto na excêntrica do protocolo de longa duração (ADLD) diferenças estatisticamente significativas para as condições pré e pós-protocolos. Diminuição estatisticamente significativa, nas

médias da fase excêntrica, também foi observada nas condições pré e pós-protocolo controle.

Ambos os resultados encontrados, nas fases concêntrica e excêntrica, evidenciam que tanto o protocolo de Longa duração (ADLD) quanto o protocolo controle, contribuíram para uma redução nas médias da potência média dos flexores de joelho.

Gráfico 7 – Potência média flexores concêntrico e excêntrico a 60°/s e nível de significância (p).

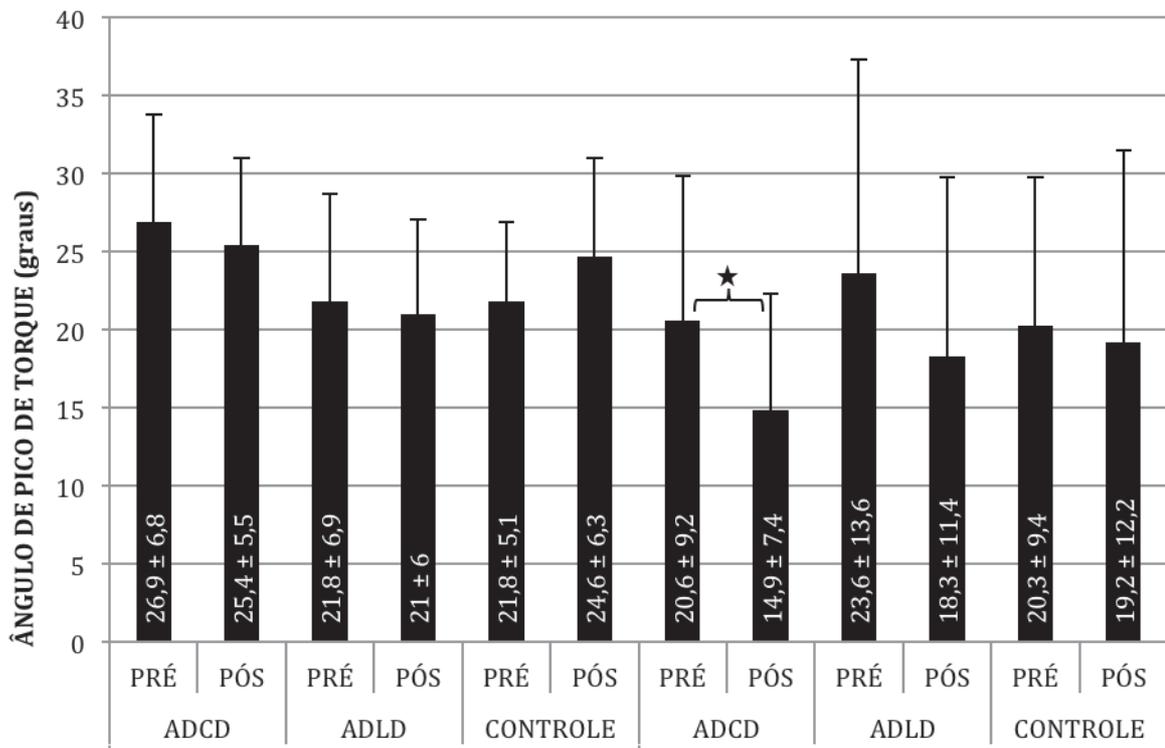


Legenda: *, **, *** Diferenças significativas pré e pós (* $p=0,00$); (** $p=0,00$); (***) $p=0,01$).

Fonte: o autor, 2013.

No gráfico 8 estão apresentadas as médias e seus respectivos desvios padrões do ângulo de pico de torque dos flexores de joelho, durante as fases concêntrica e excêntrica, relativas a velocidade isocinética de 60°/s, nas condições de pré e pós protocolos de alongamento de curta duração (ADCD), longa duração (ADLD) e controle. A fase excêntrica do protocolo de curta duração (ADCD) apresentou diferença estatisticamente significativa quando se comparou a condição pré e pós protocolo, indicando que este protocolo contribuiu para a redução da média no ângulo de pico de torque dos flexores de joelho.

Gráfico 8 – Ângulo do pico de torque flexores concêntrico e excêntrico a 60°/s e nível de significância (p).



Legenda: * Diferença significativa pré e pós ($p=0,02$).

Fonte: o autor, 2013.

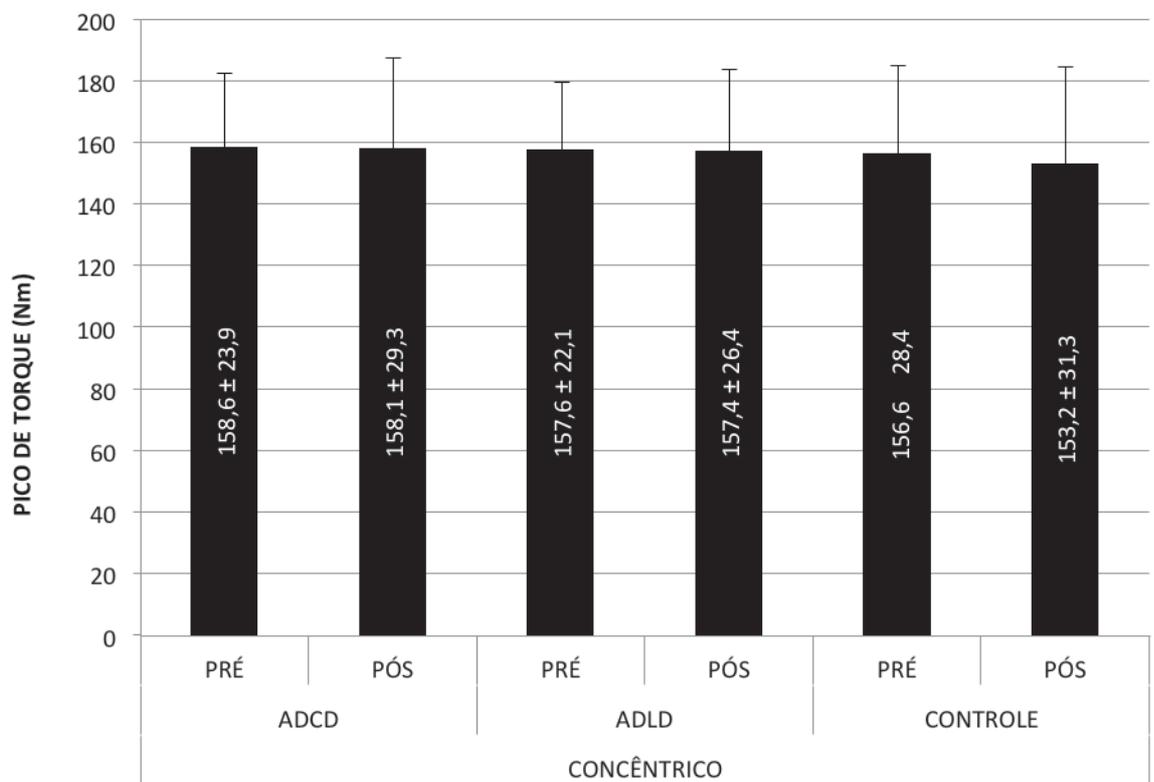
4.2 EFEITOS DOS PROTOCOLOS A 180°/S

Diferentemente da avaliação isocinética a 60°/s, onde foram avaliadas as fases concêntrica e excêntrica do movimento de extensão e flexão de joelho, durante a avaliação isocinética a 180°/s, apenas a fase concêntrica foi avaliada.

4.2.1 Extensores

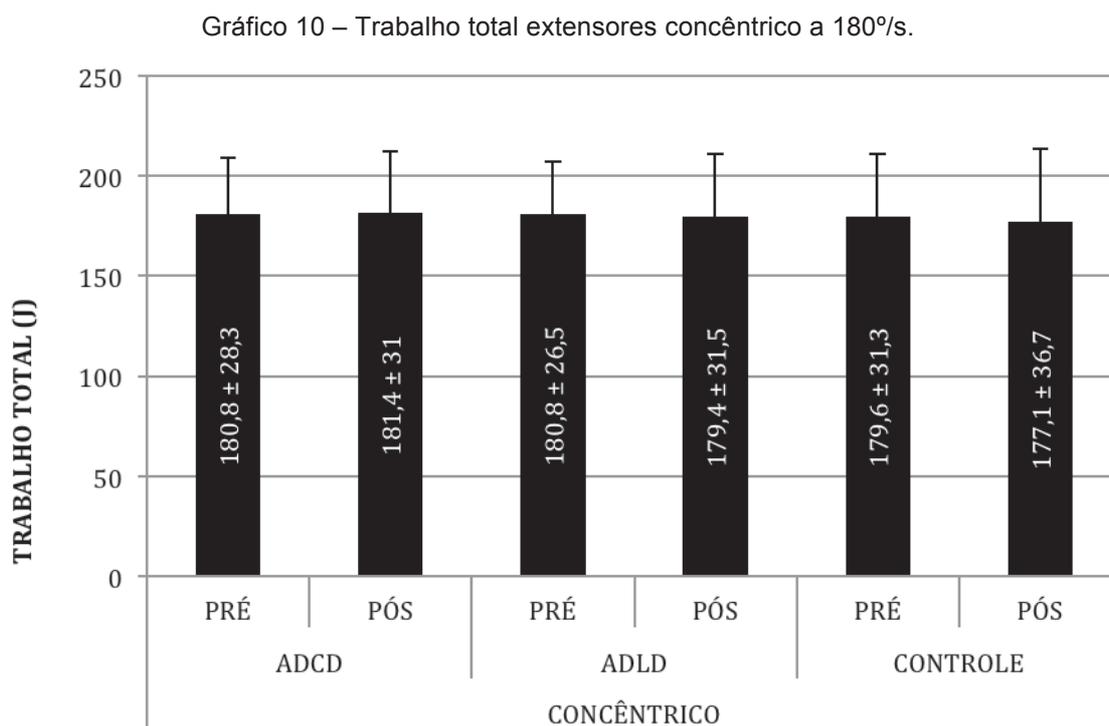
No gráfico 9 estão apresentadas as médias e seus respectivos desvios padrões do pico de torque dos extensores de joelho, durante a fase concêntrica, a uma velocidade isocinética de 180°/s, nas condições de pré e pós protocolos de alongamento de curta duração (ADCD), longa duração (ADLD) e controle. Não foi observada neste gráfico qualquer diferença estatisticamente significativa.

Gráfico 9 – Pico de torque extensores concêntrico a 180°/s.



Fonte: o autor, 2013.

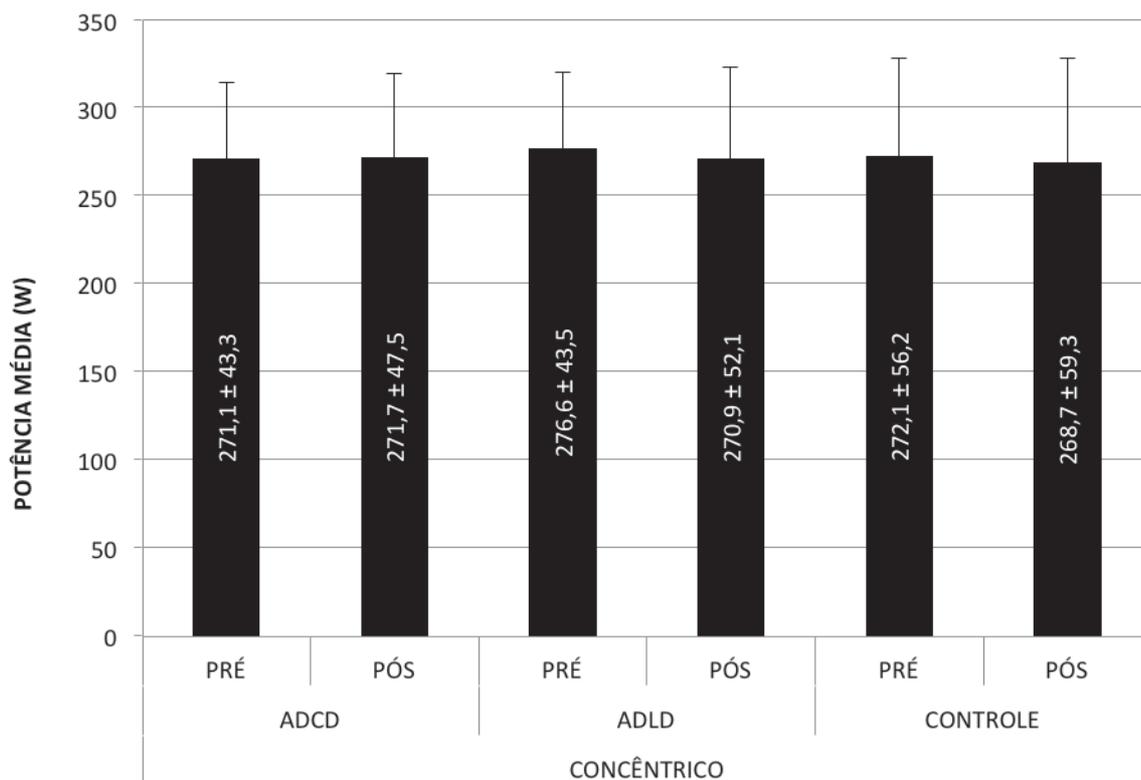
No gráfico 10 estão apresentadas as médias e seus respectivos desvios padrões do trabalho total dos extensores de joelho, durante a fase concêntrica, a uma velocidade isocinética de 180°/s, nas condições de pré e pós protocolos de alongamento de curta duração (ADCD), longa duração (ADLD) e controle. Não foi observada neste gráfico qualquer diferença estatisticamente significativa.



Fonte: o autor, 2013.

No gráfico 11 estão apresentadas as médias e seus respectivos desvios padrões da potência média dos extensores de joelho, durante a fase concêntrica, a uma velocidade isocinética de 180°/s, nas condições de pré e pós protocolos de alongamento de curta duração (ADCD), longa duração (ADLD) e controle. Não foi observada neste gráfico qualquer diferença estatisticamente significativa.

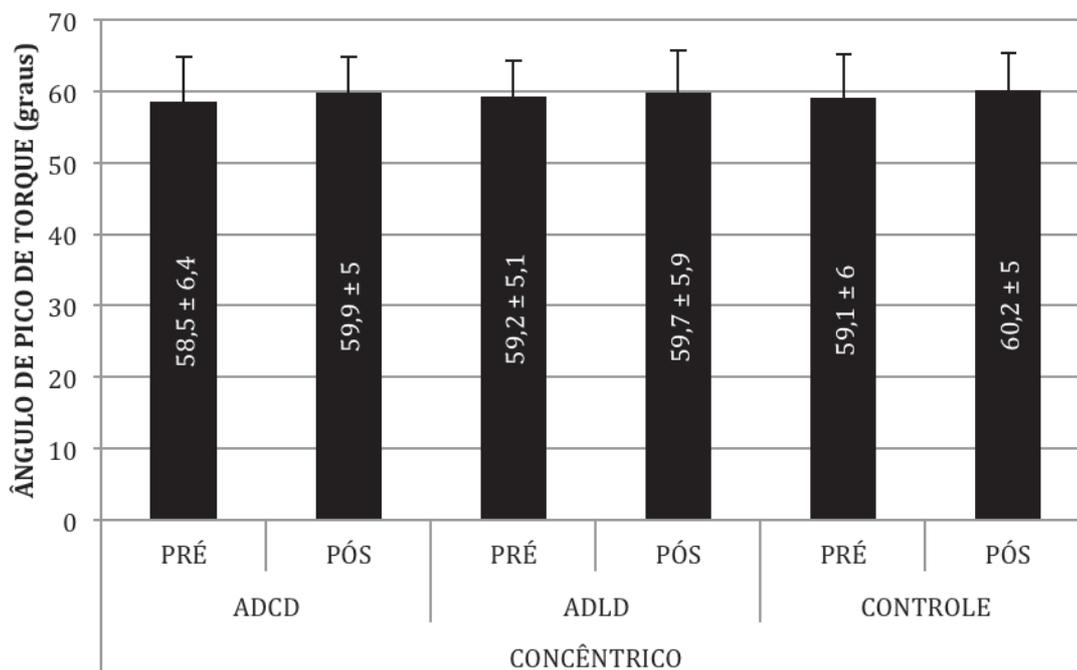
Gráfico 11 – Potência Média extensores concêntrico a 180°/s.



Fonte: o autor, 2013.

No gráfico 12 estão apresentadas as médias e seus respectivos desvios padrões do ângulo de pico de torque dos extensores de joelho, durante a fase concêntrica, a uma velocidade isocinética de 180°/s, nas condições de pré e pós protocolos de alongamento de curta duração (ADCD), longa duração (ADLD) e controle. Não foi observada neste gráfico qualquer diferença estatisticamente significativa.

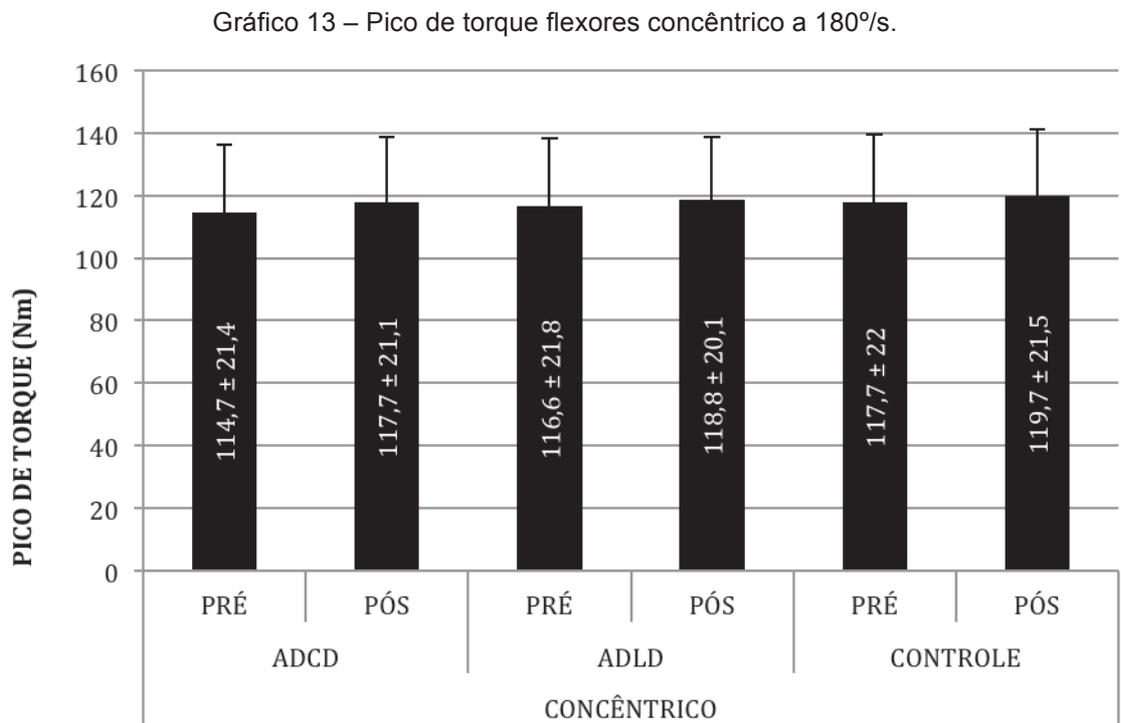
Gráfico 12 – Ângulo do Pico de torque extensores concêntrico a 180°/s.



Fonte: o autor, 2013.

4.2.2 Flexores

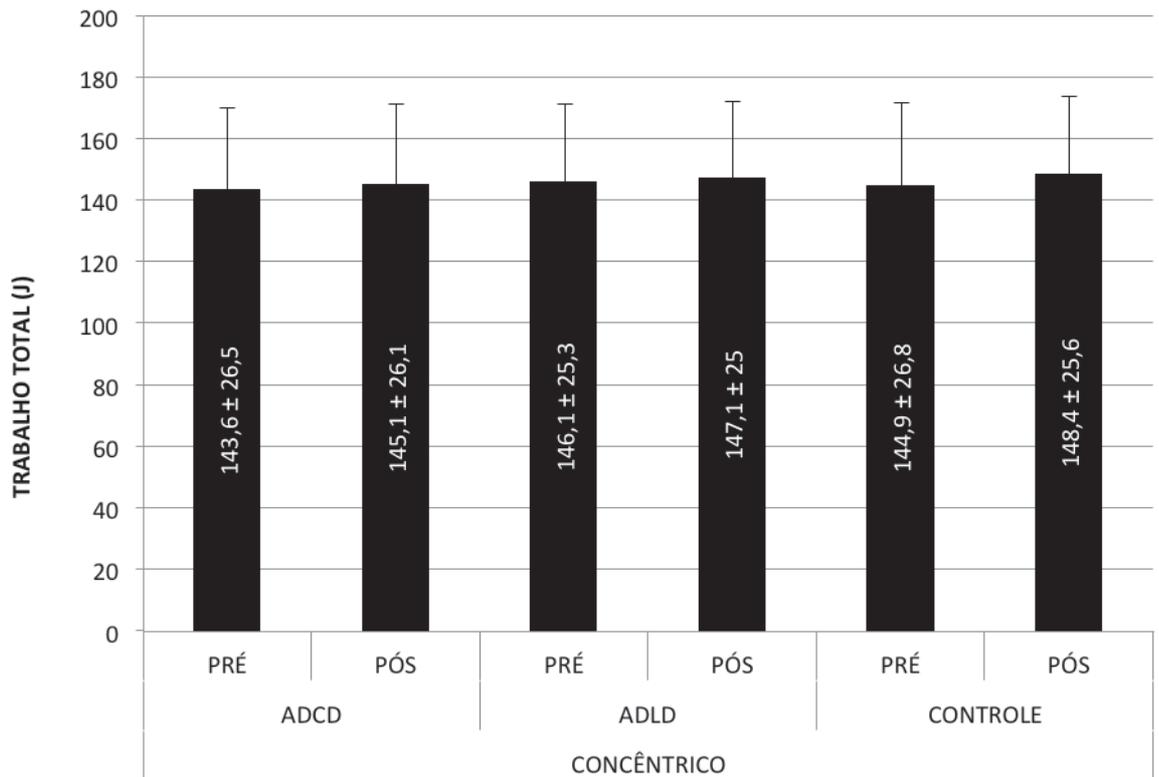
No gráfico 13 estão apresentadas as médias e seus respectivos desvios padrões do pico de torque dos flexores de joelho, durante a fase concêntrica, a uma velocidade isocinética de 180°/s, nas condições de pré e pós protocolos de alongamento de curta duração (ADCD), longa duração (ADLD) e controle. Não foi observada neste gráfico qualquer diferença estatisticamente significativa.



Fonte: o autor, 2013.

No gráfico 14 estão apresentadas as médias e seus respectivos desvios padrões do trabalho total dos flexores de joelho, durante a fase concêntrica, a uma velocidade isocinética de 180°/s, nas condições de pré e pós protocolos de alongamento de curta duração (ADCD), longa duração (ADLD) e controle. Não foi observada neste gráfico qualquer diferença estatisticamente significativa.

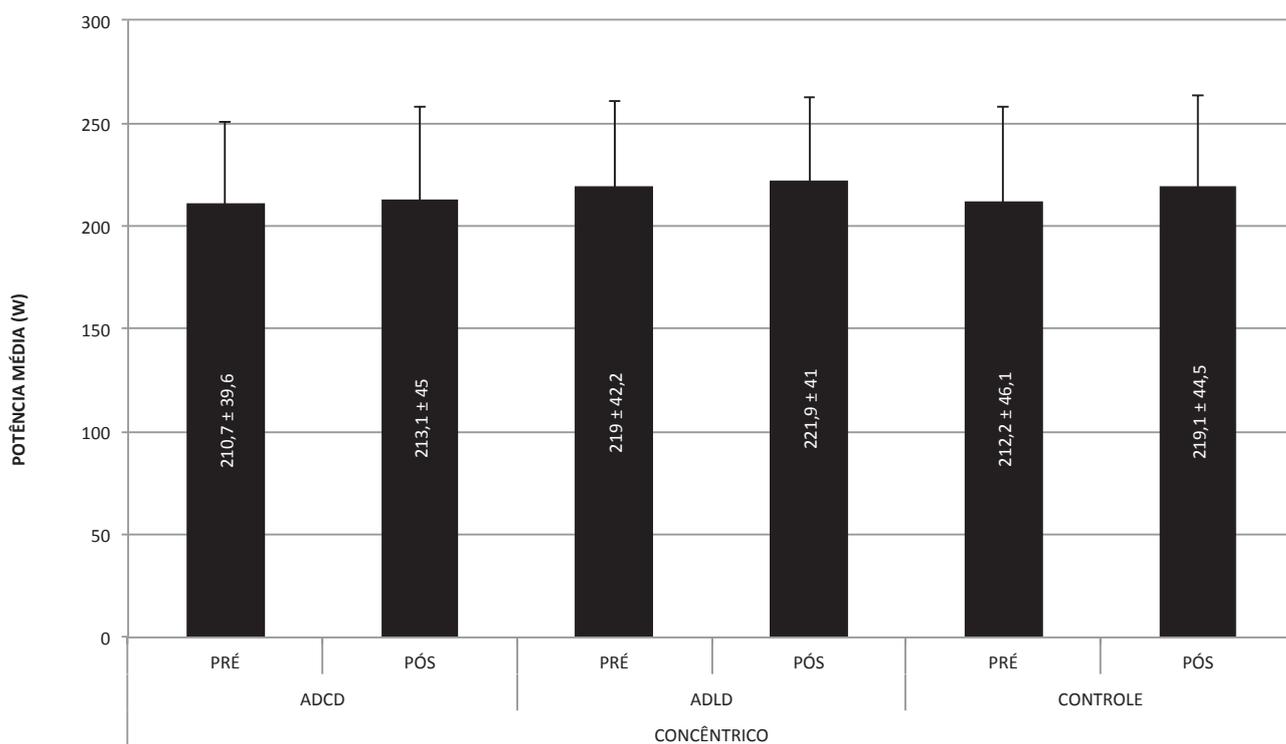
Gráfico 14 – Trabalho total flexores concêntrico a 180°/s.



Fonte: o autor, 2013.

No gráfico 15 estão apresentadas as médias e seus respectivos desvios padrões da potência média dos flexores de joelho, durante a fase concêntrica, a uma velocidade isocinética de 180°/s, nas condições de pré e pós protocolos de alongamento de curta duração (ADCD), longa duração (ADLD) e controle. Não foi observada neste gráfico qualquer diferença estatisticamente significativa.

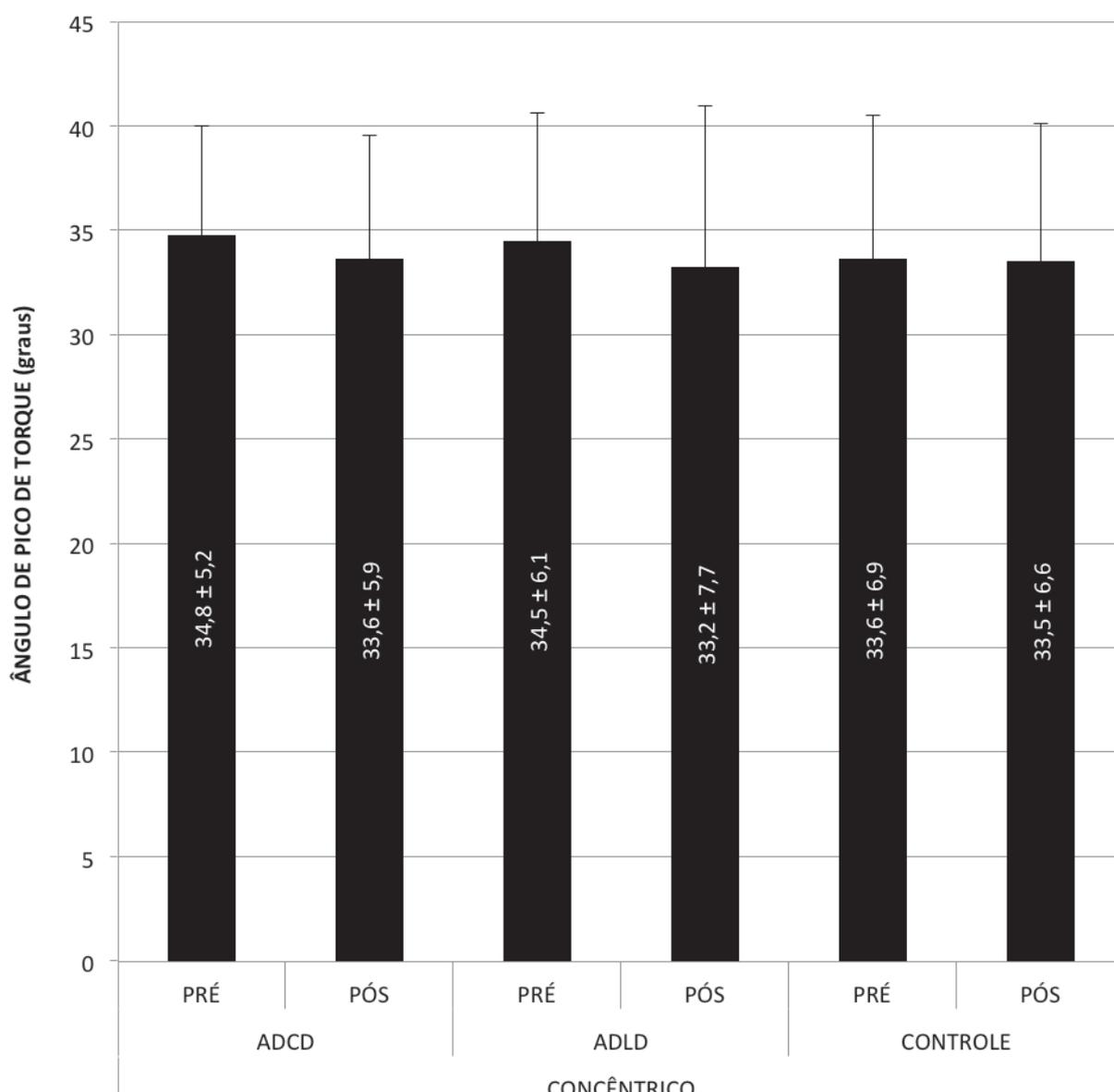
Gráfico 15 – Potência Média flexores concêntrico a 180°/s.



Fonte: o autor, 2013.

No gráfico 16 estão apresentadas as médias e seus respectivos desvios padrões do ângulo de pico de torque dos flexores de joelho, durante a fase concêntrica, a uma velocidade isocinética de 180°/s, nas condições de pré e pós protocolos de alongamento de curta duração (ADCD), longa duração (ADLD) e controle. Não foi observada neste gráfico qualquer diferença estatisticamente significativa.

Gráfico 16 – Ângulo do Pico de torque flexores concêntrico a 180°/s.



CONCÊNTRICO
Fonte: o autor, 2013.

4.2.3 Resumo dos resultados

Um resumo dos resultados encontrados para a velocidade angular de 60°/s, a serem discutidos no capítulo 5, está organizado na tabela 2.

Tabela 2 – Resumo dos resultados estatisticamente significativos

VELOCIDADE ANGULAR - 60°/S

VARIÁVEIS	CONCÊNTRICA - PRÉ E PÓS		EXCÊNTRICA - PRÉ E PÓS	
	FLEXORES	EXTENSORES	FLEXORES	EXTENSORES
PT	-	-	-	-
POT	ADLD ↓	-	ADLD↓ CTRL ↓	CTRL ↑
T	ADLD ↓	-	ADLD↓ CTRL ↓	-
Â	-	-	ADCD ↓	ADLD ↓ ADCD < CTRL

LEGENDA: PT: PICO DE TORQUE; POT: POTÊNCIA MÉDIA; T: TRABALHO TOTAL; Â: ÂNGULO DE PICO DE TORQUE; ADCD: ALONGAMENTO DINÂMICO DE CURTA DURAÇÃO; ADLD: ALONGAMENTO DINÂMICO DE LONGA DURAÇÃO; CTRL: CONTROLE; ↑: AUMENTO NA VARIÁVEL NA CONDIÇÃO PÓS EM RELAÇÃO A PRÉ; ↓: DIMINUIÇÃO NA VARIÁVEL NA CONDIÇÃO PÓS EM RELAÇÃO A PRÉ; < : MENOR QUE.

Fonte: o autor, 2013

Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas no pico de torque, no trabalho total, na potência média e no ângulo de pico de torque dos extensores e flexores do joelho na fase concêntrica para a velocidade angular de 180°/s.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este estudo verificou os efeitos agudos dos protocolos de alongamento dinâmico de curta duração (ADCD), alongamento dinâmico de longa duração (ADLD) e controle (CTRL), no desempenho isocinético de extensores e flexores do joelho em duas velocidades angulares diferentes, 60°/s e 180°/s.

Os resultados encontrados durante a avaliação isocinética, a uma velocidade angular de 60°/s, serão discutidos em cada um dos protocolos de alongamento (ADCD e ADLD) e controle (CTRL) realizados.

O alongamento dinâmico de curta duração (ADCD) causou uma redução no ângulo de pico de torque estatisticamente significativa, durante a fase excêntrica dos músculos flexores do joelho, durante a avaliação isocinética a 60°/s. Isso significa que a força foi máxima em uma posição mais alongada do músculo, quando comparada à avaliação exercida pré-alongamento. Essa redução no ângulo de pico de torque, mesmo após ter sido realizada a familiarização dos voluntários com o dinamômetro isocinético, segundo Preis, Ribas e Israel (2006) pode estar relacionada ao aprendizado do movimento excêntrico realizado no dinamômetro isocinético, pois se tratou da avaliação pós-alongamento e, portanto, a segunda do dia realizada pelos participantes. Esta explicação pode ser reforçada uma vez que, este foi o primeiro protocolo de alongamento realizado, além de a mesma técnica de alongamento não ter causado nenhum efeito estatisticamente significativo no pico de torque, no trabalho total e na potência média, durante as fases concêntrica e excêntrica dos músculos extensores e flexores do joelho. Entretanto, a redução no ângulo de pico de torque pode ter ocorrido, em razão de alterações sobre as propriedades elásticas dos músculos flexores do joelho, como efeito do próprio alongamento dinâmico de curta duração.

A ausência de efeitos estatisticamente significativos no pico de torque, no trabalho total e na potência média pode ser explicada pela presença de alguns mecanismos fisiológicos. Um desses mecanismos seria a ação do órgão tendinoso de golgi – OTG (PAPADOPOULOS, SIATRAS E KELLIS, 2005); (HERDA *et al.*, 2008). Uma vez que, segundo Samukawa *et al.*, (2011), o OTG ao detectar o aumento da tensão no tendão muscular, causado pelos movimentos rápidos e sucessivos do alongamento dinâmico, evita que a força máxima possa ser aplicada

prevenindo e reduzindo os riscos de lesão no músculo agonista. Esta interrupção na ação do músculo agonista, resultou em um alongamento pouco eficiente do músculo antagonista, alvo da técnica de alongamento dinâmico. Essa ação do OTG pode ter contribuído para que outro mecanismo fisiológico conhecido como potencial pós-ativação - PPA, citado por Sale (2002) e Robbins (2005) como um dos responsáveis pela melhora do desempenho muscular, não tenha atuado. Entretanto, se o OTG, de alguma forma atuou durante o alongamento dinâmico de curta duração, sua ação foi discreta, uma vez que não foram observadas reduções, apenas ausência de efeitos estatisticamente significativos. E, essa atuação discreta pode estar associada ao curto período de tempo de execução do alongamento dinâmico, uma vez que foram realizadas duas séries de 15 repetições, com intervalo entre séries, perfazendo um total de dois minutos e 20 segundos.

Contrariamente aos resultados encontrados para o pico de torque nesta dissertação, Sekir *et al.*, (2010), encontraram aumento estatisticamente significativo para o pico de torque na velocidade de 60°/s e, atribuíram este aumento ao potencial pós-ativação, ou ao aumento da temperatura muscular ou ao aumento da ativação da unidade motora. Importante relatar que, nos estudos de Sekir *et al.*, (2010), os participantes eram atletas de elite do sexo feminino que executaram duas séries de 15 repetições para cada um dos quatro exercícios de alongamento dinâmico realizados; enquanto que, nesta dissertação foram realizados apenas dois exercícios de alongamento dinâmico, por indivíduos não atletas do sexo masculino. Embora o número de séries e repetições tenha sido o mesmo, a divergência nos resultados pode ter sido causada pela diferença no número de exercícios de alongamentos executados e, pelo perfil dos participantes em cada estudo (YAMAGUCHI e ISHII, 2005). Neste caso, sugere-se em pesquisas futuras, a utilização de mecanismos que possam verificar e identificar a temperatura muscular durante a realização dos protocolos de alongamento dinâmico durante as avaliações isocinéticas; além da utilização de um equipamento de eletromiografia (EMG), para verificar a atividade elétrica muscular e, desta forma comprovar a presença ou não dos fatores (OTG, PPA) citados pelos autores acima.

Em outro estudo, que também divergiu dos resultados encontrados nesta dissertação, realizado por Yamaguchi e Ishii, (2005), após avaliarem a potência muscular de extensores e flexores de joelho pós-alongamento dinâmico em indivíduos saudáveis do sexo masculino, atribuíram o aumento estatisticamente

significativo, a ocorrência do PPA. Vale destacar que, em seus estudos os autores utilizaram um mecanismo de resistência externa constante de contração dinâmica, enquanto que, nesta dissertação utilizou-se um dinamômetro isocinético. É possível que, o tipo de mecanismo de avaliação utilizado e o número de exercícios de alongamento realizados possam ter sido responsáveis pela diferença nos resultados encontrados nesta dissertação, uma vez que o número de séries e repetições foram os mesmos utilizados pelos autores citados. É importante, para elucidação dos efeitos do alongamento dinâmico, a utilização dos mesmos instrumentos de avaliação pelos pesquisadores; daí a sugestão para que, em trabalhos futuros, se utilize o dinamômetro isocinético, buscando verificar o(s) efeito(s) do(s) protocolo(s) de alongamento(s) dinâmico na força muscular.

Em relação ao alongamento dinâmico de longa duração (ADLD), os resultados apresentados foram similares aos observados no alongamento dinâmico de curta duração (ADCD). Isto porque, não houve qualquer alteração no pico de torque após a realização do ADLD e, o ângulo de pico de torque também apresentou uma redução estatisticamente significativa na fase excêntrica dos extensores do joelho. Redução esta que pode estar associada ao efeito do alongamento nas propriedades contráteis e elásticas dos músculos; como também, pode ser atribuída ao aprendizado do movimento excêntrico no dinamômetro isocinético, em razão do intervalo das avaliações isocinéticas entre os protocolos de alongamentos dinâmicos de curta e longa duração, terem sido de cinco dias. Estes argumentos podem ser reforçados, uma vez que após o protocolo controle, realizado posteriormente aos protocolos de alongamento dinâmico, não houve qualquer efeito estatisticamente significativo no ângulo de pico de torque.

Diferentemente do alongamento dinâmico de curta duração, o alongamento dinâmico de longa duração (ADLD), causou reduções estatisticamente significativas na potência média e no trabalho total, durante as fases concêntrica e excêntrica dos músculos flexores de joelho. Supõe-se que as reduções ocorridas na potência média e no trabalho total após execução do ADLD, estão relacionadas a duração do protocolo de alongamento (três minutos e 30 segundos) e, a menor solitação mecânica dos músculos flexores do joelho nas tarefas da vida cotidiana, quando comparados com os músculos extensores do joelho e, isto pode estar relacionado com a baixa produção de força destes músculos (GUEDES, SOUZA JR, ROCHA, 2008). Além disso, as reduções observadas na potência média e no trabalho total

podem ter ocorrido, também, em razão do déficit normal entre flexores e extensores do joelho, em torno de 50% a 70%, segundo Preis, Ribas e Israel (2006); Hewett, Myer, Zazulak (2008), ou seja, os flexores são normalmente mais fracos que os extensores do joelho. Todas estas questões levantadas podem ter ocorrido uma vez que, não foram observados efeitos estatisticamente significativos para a potência média e trabalho total, nos músculos extensores do joelho, após a realização dos protocolos de alongamentos dinâmicos de curta e longa duração. Também não houve efeito estatisticamente significativo no pico de torque após a realização do alongamento dinâmico de longa duração (ADLD), como também se verificou no alongamento dinâmico de curta duração (ADCD).

Entretanto, um aumento estatisticamente significativo na potência média durante a fase excêntrica dos extensores de joelho foi observado, após a realização do protocolo controle. Esse aumento pode estar relacionado não só ao efeito do treinamento (aprendizado da técnica do movimento), proporcionado pela avaliação isocinética antes do período de repouso, como também, pelo déficit normal entre flexores e extensores do joelho, uma vez que os flexores de joelho apresentaram uma redução estatisticamente significativa durante a avaliação isocinética da mesma variável.

Ainda em relação ao protocolo controle, uma redução estatisticamente significativa foi observada no trabalho total, durante a fase excêntrica dos flexores do joelho. Considerando que matematicamente trabalho é diretamente proporcional ao torque produzido e, é o resultado de como a força ocorre ao longo de toda a curva força-deslocamento (HAMILL e KNUTZEN, 2008); essa redução parece estar relacionada a ordem de execução dos protocolos utilizados nesta dissertação, pois segundo Bosco (2007), é necessário um período de até 72 horas para se obter o máximo desempenho da musculatura solicitada e, neste estudo foram concedidos intervalos de no mínimo 48 horas o que pode ter causado a fadiga muscular. Isso porque, o protocolo controle foi o último dos protocolos a ser realizado e os indivíduos podem ter acumulado os desgastes musculares ao longo das avaliações isocinéticas realizadas antes e após os protocolos de alongamentos dinâmicos de curta e longa duração, realizados nas semanas anteriores.

Os resultados encontrados durante o teste isocinético a uma velocidade angular de 180°/s, após a aplicação dos protocolos de alongamentos dinâmicos de curta e longa duração e o protocolo controle não causaram nenhum efeito

estatisticamente significativo no pico de torque, no trabalho total, na potência média e no ângulo de pico de torque nos músculos extensores e flexores de joelho em nenhuma das fases concêntrica e excêntrica. A ausência de efeitos nessas variáveis isocinéticas após os alongamentos dinâmicos (curta e longa duração) e o protocolo controle pode ter sido resultado da relação força-velocidade, citada por Powers e Howley (2008), que afirmam ser inversamente proporcional a relação entre estas duas variáveis, ou seja, durante a realização de movimentos em velocidades altas, a solicitação de aplicação de força tende a ser menor quando comparada a execução de movimentos realizados em velocidades menores. Além disso, a ausência de efeitos significativos nas variáveis analisadas a 180°/s podem estar relacionadas com o “princípio do tamanho”, descrito por Henneman *et al.*, (1965) apud Guedes, Souza Jr e Rocha (2008), cuja teoria propõe que movimentos realizados em velocidades altas, geram baixa tensão e, portanto, recrutam motoneurônios de baixo limiar de excitabilidade; por outro lado velocidades menores, geram maior tensão, recrutando motoneurônio com alto limiar de excitabilidade. Novamente a utilização da EMG, poderia contribuir na comprovação ou não da ocorrência deste princípio.

Como se pode verificar durante este capítulo de discussão dos resultados, a hipótese H2 foi confirmada e, as hipóteses H1, H3 e H4 refutadas.

Ao final desta discussão, acredita-se que o estudo realizado nesta dissertação, pode auxiliar futuros pesquisadores a continuarem a investigar os efeitos do alongamento dinâmico no desempenho de atividades esportivas uma vez que não foram observadas reduções significativas estatisticamente no pico de torque, na potência média e no trabalho total. E mais, algumas limitações metodológicas ocorridas neste estudo podem ser evitadas, como por exemplo: a ordem da realização dos protocolos não ter sido aleatorizada, a não utilização de um equipamento de EMG; a ausência de controle das atividades físico-esportivas realizadas pelos participantes durante o período do estudo; o não controle nutricional, uma vez que, a ingestão calórica, horário e a frequência das refeições não foram controladas e, isto pode comprometer o desempenho muscular (PEREIRA e SOUZA JR, 2007).

Desta forma, a incorporação de exercícios de alongamento dinâmico antes de atividades físicas como caminhadas, corridas de baixa intensidade, jogos recreativos e atividades esportivas com intensidades altas, pode ser benéfico no sentido de

promover o aumento da frequência cardíaca, o aquecimento articular e o aumento da temperatura corporal.

De acordo com os resultados obtidos nesta dissertação, o alongamento dinâmico não causou nenhuma redução estatisticamente significativa nas variáveis isocinéticas estudadas, infere-se, portanto, que a aplicação deste alongamento não interferiria negativamente sobre o desempenho dos indivíduos em atividades que a produção de força máxima fosse exigida.

6 CONCLUSÃO

Os alongamentos dinâmicos de curta e longa duração, não causaram qualquer efeito estatisticamente significativo no pico de torque e no trabalho total durante os testes isocinéticos a 60°/s e a 180°/s. Embora, redução estatisticamente significativa tenha ocorrido no ângulo de pico de torque a 60°/s, durante a fase excêntrica dos músculos extensores e flexores do joelho, após a aplicação dos alongamentos dinâmicos de longa e curta duração respectivamente.

O alongamento dinâmico de curta duração não causou redução estatisticamente significativa na potência média, tanto de flexores quanto de extensores do joelho a 180°/s. O que sugere, sua aplicação em atividades que estejam relacionadas a velocidade e potência muscular. Apesar de, terem sido observadas reduções estatisticamente significativas no ângulo de pico de torque e trabalho total nas fases excêntricas e concêntricas dos flexores do joelho a 60°/s após a aplicação do alongamento dinâmico de longa duração, nenhuma redução estatisticamente significativa foi verificada para o pico de torque. O que sugere sua indicação antes de atividades esportivas, quando a força muscular for uma das capacidades físicas determinantes.

Em resumo, os alongamentos dinâmicos de curta e longa duração, não causaram nenhum efeito estatisticamente significativo no pico de torque, embora tenham sido observados efeitos significativos estatisticamente na potência média, no trabalho total e no ângulo de pico de torque dos músculos flexores e extensores do joelho, ou seja, os alongamentos dinâmicos não causaram nenhum prejuízo na capacidade de produção da força máxima.

REFERÊNCIAS

- AVELA, J.; FINNI, T.; LIKAVAINIO. Neural and mechanical responses of the triceps surae muscle group after 1 h of repeated fast passive stretches. **Journal of Applied Physiology**, v. 96, n. 6, p. 2325-32, jun. 2004.
- BAECHLE, THOMAS. R.; EARLE, ROGER. W. **Fundamentos do Treinamento de Força e do Condicionamento**. 1ª Edição. São Paulo: Manole, 2010.
- BISHOP, DAVID. Warm-up II - Performance Changes Following Active Warm-up and How to Structure The Warm-up. **Sports Med**, v. 33, n. 7, p. 483-498, 2003.
- BOFF, S. R. A Fibra Muscular e Fatores que Interferem no Seu Fenótipo. **Acta fisiátrica**, v.15, n.2, p.111-116, 2008.
- BONNAR, B. P.; DEIVERT, R. G.; GOULD, T. E. The Relationship Between Isometric Contraction Durations During Hold-Helax Stretching and Improvement of Hamstring Flexibility. **Journal os Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 44, n.3, p.258-267, 2004.
- BOSCO, Carmelo. **A Força Muscular: aspectos fisiológicos e aplicações práticas**. 1ª Edição. São Paulo: Manole, 2007.
- BRADLEY, P. S.; OLSEN, P. D.; PORTAS, M. D. The Effect of Static, Ballistic, and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Vertical Jump Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association**, v. 21, n. 1, p. 223-6, fev. 2007.
- BRAYAN, K. CHRISTENSEN; BRAD, J. NORDSTROM. The Effect of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation and DYNAMIC Stretching Techniques on Vertical Jump Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 22, n. 6, p. 1826-1831, november, 2008.
- BRANDENBURG, J. P. Duration of stretch does not influence the degree of force loss following static stretching. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, 46(4), 526-34, fev. 2006.
- CHAOUACHI, ANIS; CHAMARI, KARIN; CHTARA, MOKTAR; TURKI, OLFA; CASTAGNA, CARLO; BRUGHELLI, MATT; GALY, OLIVER; BEHM, DAVID G. Effect of Warm-Ups Static or Dynamic Stretching on Agility, Sprinting and Jumping Performance in Trained Individuals. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n.8, p. 2001-2011, august, 2010.
- CORNWELL, A., NELSON, A. G., & SIDAWAY, B. Acute Effects of Stretching on the Neuromechanical Properties of the Triceps Surae Muscle Complex. **European Journal of Applied Physiology**, v.86, n.5, p. 428-434, 2002.

COSTA, E. S. G.; GALDINO, L. A. S.; LIMA, J. R. P.; DANTAS, E. H. M. Effects of Different Intensities of Flexibility Training. **Human Movement**. v. 11, n. 2, p. 162-166, 2010.

COUTINHO, E.L.; GOMES, A.R.S.; FRANÇA, C.N.; OISHI, J.; SALVINI, T.F. Effect of Passive Stretching on the Immobilized Soleus Muscle Fiber Morphology. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v.37, p. 1853-1861, 2004.

CYBEX NORM. **Manual de Uso** - Sistema de Teste e reabilitação - Instrucion - Indústria e Comércio de Produtos Científicos, São Paulo, 1998.

CRAMER, J T, HOUSH, T J, WEIR, J. P., JOHNSON, G. O., COBURN, J. W., & BECK, T W. The Acute Effects of Static Stretching on Peak Torque, Mean Power Output, Electromyography, And Mechanomyography. **European Journal of Applied Physiology**, v.93, n.5-6, p. 530-539, 2005.

CRAMER, J. T. et al. Acute effects of static stretching on characteristics of the isokinetic angle - torque relationship, surface electromyography, and mechanomyography. **Journal of Sports Sciences**, v. 25, n. 6, p. 687-98, abr. 2007.

DVIR, ZEEVI. **Isocinética: avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas**. 1ª edição. São Paulo: Manole, 2002.

ENOKA, ROGER M. **Bases Neuromecânicas da Cinesiologia**. 2ª edição. São Paulo: Manole, 2000.

EVA, R. CHIN. Role Of Ca²⁺/Calmodulin-Dependent Kinases In Skeletal Muscle Plasticity. **Journal of Applied Physiology**, v. 99, n. 3, p. 414-423, 2005.

FELAND, J. B., MYRER, J W, & MERRILL, R. M. Acute Changes in Hamstring Exibility: PNF Versus Static Stretch in Senior Athletes. **Physical Therapy in Sport**, p.186-193. 2001.

FORD, P.; McCHESNEY, J. W. Duration of Maintained Hamstring Rom Following Termination of Three Stretching Protocols. **Journal of Sport Rehabilitation**, v. 16, n.1 p. 18-27, 2007.

FOWLES, J. R.; SALE, D. G.; MACDOUGALL, J. D. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. **Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 3, p. 1179-88, set. 2000.

GUEDES, DILMAR PINTO, SOUZA JR, TÁCITO PESSOA, ROCHA, ALEXANDRE C. **Treinamento Personalizado em Musculação**. 1ª edição. São Paulo: Phorte, 2008.

HAMILL, Joseph; KNUTZEN, Kathleen. **Bases Biomecânicas do Movimento Humano**. 2ª edição. São Paulo: Manole, 2008.

HERDA, TRENT J, CRAMER, JOEL T., RYAN, ERIC D., MCHUGH, MALACHY P., STOUT, J. R. Acute Effects of Static Versus Dynamic Stretching on Isometric Peak

Torque, Electromyography, and Machanomyography of The Biceps Femoris Muscle. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.22, n.8, p.1529-1537, 2008.

HERMAN, S.L.; SMITH, D.T. Four-Week Dynamic Stretching Warm-Up Intervention Elicits Longer-Term Performance Benefits. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.22, n.4, p.1286-1297, 2008.

HOUGH, PAULA A.; ROSS, EMMA Z.; HOWATSON. Effects of Dynamic and Static Stretching on Vertical Jump Performance and Electromyography, and Activity. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.2, p.507, 2009.

HOLT B.W.; LAMBOURNE, K.. The Impact of Different Warm-Up Protocols on Vertical Jump Performance in Male Collegiatte Athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.22, n.6, p.01-10, 2008.

JAGGERS, JASON R.; SWANK, ANN M.; FROST, KAREN L.; LEE, CHONG D. The Effect of Dynamic and Ballistic Stretching on Vertical Jump Height, Force and Power. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 22, n. 6, p.1844-1849, november, 2008.

KENDALL, FLORENCE PETERSON; MCCREARY, ELIZABETH KENDALL; PROVANCE, PATRICIA GEISE. **Músculos: provas e funções com postura e dor**. 4ª edição. São Paulo: Manole, 2007.

LITTLE T.; WILLIAMS, A.G. Effects of Differential Stretching Protocolos During Warm-Ups on High-Speed Motor Capacities in Professional Soccer Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 6, p.203-207, 2006.

MAREK, S. M., CRAMER, JOEL T, FINCHER, A. L., MASSEY, L. L., DANGELMAIER, S. M., PURKAYASTHA, S., FITZ, K. A. Acute Effects of Static and Proprioceptive Muscle Strength and Power Output. **Journal of Athletic Training**, v.40, n.2, p. 94-103, 2005.

MCARDLE, William D.; KATCH, Frank I.; KATCH, Victor L. **Fundamentos de fisiologia do exercício**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

McHUGH, M. P.; HOGAN, D. E. Effect of Knee Flexion Angle on Active Joint Stiffness. **Acta Physiologica Scandinavica**, v.180, p.249-254, 2004.

MITCHELL, U. H., MYRER, J WILLIAM, HOPKINS, J. T., HUNTER, I., FELAND, J. B., & HILTON, S. C. Acute Stretch Perception Alteration Contributes to the Success of the Pnf "Contract-Relax" Stretch. **Journal of Sport Rehabilitation**, v.16, n.2, p. 85-92, 2007.

MORSE, C. I., DEGENS, H., SEYNNES, O. R., MAGANARIS, C. N., & JONES, D. A. The Acute Effect of Stretching on The Passive Stiffness of The Human Gastrocnemius Muscle Tendon Unit. **The Journal of Physiology**, v.1, n.586, p. 97-106, 2008

NELSON, A. G.; KOKKONEN, J.; ARNALL, D. A. Acute muscle stretching inhibits muscle strength endurance performance. **Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association**, v. 19, n. 2, p. 338-43, maio. 2005.

NORDEZ, A., CORNU, C., & MCNAIR, P. Acute Effects of Static Stretching on Passive Stiffness of The Hamstring Muscles Calculated Using Different Mathematical Models. **Clinical Biomechanics**, v.21, n.7, p. 755-60, 2006.

PAPADOPOULOS, G., SIATRAS, T., & KELLIS, S. The effect of static and dynamic stretching exercises on the maximal isokinetic strength of the knee extensors and flexors. **Isokinetics and Exercise Science**, v.13,n. , p. 285-291, 2005.

PEREIRA, BENEDITO; SOUZA JR, TÁCITO PESSOA. **Metabolismo Celular e Exercício Físico**: aspectos bioquímicos e nutricionais. 2ª edição. São Paulo: Phorte, 2007.

PREIS C, RIBAS DIR, ISRAEL VL. Utilização da Dinamometria Isocinética como Recurso de Avaliação no Complexo Joelho. **Revista Fisio Brasil**. v.10, n.80, p. 7-10, 2006.

PETROSKI, Edio Luiz. **Antropometria**: Técnicas e Padronizações. 3ª edição. Blumenau: Nova letra, 2007.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do Exercício**: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 5ª Edição. São Paulo: manole, 2008.

REES, S. S., MURPHY, A. J., WATSFORD, M. L., MCLACHLAN, K. A, & COUTTS, A. J. Effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Stiffness and Force-Producing Characteristics of The Ankle in Active Women. **Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association**, v.21, n.2, p. 572-577, 2007.

ROBBINS D. W. Postactivation Potentiation and Its Practical Applicability: A Brief Review. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.19, n.2, p.453-458, 2005.

RUBINI, E. C., COSTA, A. L. L., & GOMES, P. S. C. The Effects of Stretching on Strength Performance. **Sports Medicine** (Auckland, NewZeland.), v.37, n.3, p. 213-24, 2007.

SALE, D.G. Postactivation Potentiation: Role in Human Performance. **Exerc. Sport Sci. Rev.**, v. 30, n. 3, p. 138–143, 2002.

SAMUKAWA, Mina; HATTORI, Masaki; SUGAMA, Naoko; TAKEDA, Naoki. The effects of dynamic stretching on plantar flexor muscle-tendon tissue properties. **Manual Therapy**, v.16, p. 618-622, julho, 2011.

SEIBERL, W.; HAHN, D.; KREUZPOINTNER, F.; SCHWIRTZ, A.; GASTMANN, U. Force Enhancement of Quadriceps Femoris in Vivo and Its Dependence on Stretch-

Induced Muscle Architectural Changes. **Journal of Applied Biomechanics**, v.26, p. 256-264, 2010.

SEKIR, U., ARABACI, R., AKOVA, B., & KADAGAN, S. M. Acute Effects of Static and Dynamic Stretching on Leg Flexor and Extensor Isokinetic Strength In Elite Women Athletes. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v.20, n.2, p. 268-281, 2010.

THOMAS, JERRY R.; NELSON, JACK K.; SILVERMAN, STEPHEN J. **Métodos de Pesquisa em Atividade Física**. 6ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2007.

TIMOTHY E. HEWETTA, GREGORY D. MYERA, BOHDANNA T. Hamstrings to quadriceps peak torque ratios diverge between sexes with increasing isokinetic angular velocity. **Journal Science Medicine Sport**. v. 11, n.5, p.452-459, september, 2008.

TORRES, EARLANDO M.; KRAEMER, WILLIAM J.; VINGREN, JAKOB L.; VOLEX, JEFF S.; HATFIELD, DISA L.; SPIERING, BARRY A.; YU HO, JEN; FRAGALA, MAREN S.; THOMAS, GWENDOLYN A.; ANDERSON, JEFFREY M.; HAKKINEN, KEIJO; MARESH, CARL M. Effects os Stretching on Upper-Body Muscular Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.22, n. 4, p. 1279-1285, july, 2008.

WALLMANN H. W.; MERCER J.A.; McWHORTER J. W. Surface Electromyographic Assessment of The Effect os Static Stretching of The Gastrocnemius on Vertical Jump Performance. **Journal Strength Conditioning**, v. 19, n. 3, p. 684-688, 2005.

WEINECK, JÜRGEN. **Biologia do Esporte**. 1ª Edição. São Paulo: Manole, 2000.

WEIR, D. E.; TINGLEY, J.; ELDER, G. C. B. Acute passive stretching alters the mechanical properties of human plantar flexors and the optimal angle for maximal voluntary contraction. **European Journal of Applied Physiology**, v. 93, n. 5-6, p. 614-23, mar. 2005.

YAMAGUCHI, T., & ISHII, K. Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power. **Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association**, v.19, n3, p. 677-683, 2005.

YAMAGUCHI, T.; ISHII, K.; YAMANAKA, M. Acute effects of dynamic stretching exercise on power output during concentric dynamic constant external resistance leg extension. **Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association**, v. 21, n. 4, p. 1238-44, nov. 2007.

HEYWARD, VIVIAN. **Avaliação Física e Prescrição De Exercício**. 4ª Edição. São Paulo: Manole, 2004.

ZAKAS, A. The effect of stretching duration on the lower-extremity flexibility of adolescent soccer players. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 9, n. 3, p. 220-225, 2005.

Zakas, A, Doganis, G, Zakas, N, & Vergou, A. Acute Effects of Active Warm-Up and Stretching on the Flexibility of Elderly Women. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.46, n.4, p.617-22, 2006.

APÊNDICE A – MODELO DE TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, *brasileiro*,
_____ *anos, estado civil* _____, *profissão* _____,
endereço _____,
RG _____, estou sendo convidado a participar de um estudo denominado **OS efeitos de protocolos de alongamento dinâmico de curta e longa duração na força muscular** cujos objetivos são **determinar e comparar o efeito agudo de protocolos de alongamento dinâmico de curta e longa duração sobre o desempenho isocinético dos grupos musculares quadríceps e isquiotibiais**. A justificativa para o estudo é ausência de **um consenso sobre o efeito agudo do alongamento dinâmico na força muscular**.

A minha participação no referido estudo será no sentido de fornecer informações acerca do meu estado de saúde e nível de atividade física; passar por uma avaliação física e, caso seja selecionado segundo os critérios do estudo, realizar exercícios de alongamento e testes de força em um equipamento chamado dinamômetro isocinético. Para tanto, comparecerei **no Centro de Dinamometria Isocinética da Clínica Escola de Fisioterapia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) Campus Curitiba, em sete diferentes dias, separados por no mínimo 48 horas. No primeiro dia, participarei de uma entrevista inicial feita por um dos pesquisadores, onde responderei a um questionário e farei um teste de amplitude articular, por meio de um exercício de alongamento, para verificação da condição física atual, e da possibilidade de participar das outras etapas do estudo. Caso eu seja selecionado, neste mesmo dia será feita uma familiarização com o dinamômetro isocinético, que consiste de um movimento específico, sentado em uma cadeira, realizar a extensão e flexão do joelho. No segundo dia será realizado um aquecimento sistêmico (em bicicleta ergométrica por 5 minutos com uma carga leve), uma avaliação de força de membros inferiores no dinamômetro isocinético com velocidade baixa (60°/s) (duração de 5 minutos), em seguida dois exercícios de alongamento dinâmico de curta duração (3,5 minutos), finalizando com uma nova avaliação isocinética (5 minutos). A duração média será de 20 minutos. No terceiro dia será realizado um aquecimento sistêmico (em bicicleta ergométrica), uma avaliação isocinética com velocidade baixa (dinamômetro isocinético), em seguida dois exercícios de alongamento dinâmico de longa duração, finalizando com uma nova avaliação isocinética. A duração média será de 20 minutos. No quarto dia será realizado um aquecimento sistêmico (em bicicleta ergométrica), uma avaliação**

isocinética com velocidade baixa (dinamômetro isocinético), em seguida nenhuma atividade física (condição de repouso) será realizada por 4 minutos, finalizando com uma nova avaliação isocinética. A duração média será de 20 minutos. Os três últimos dias (5º, 6º e 7º), só serão diferentes do 2º, 3º e 4º, durante a avaliação isocinética (dinamômetro isocinético), que será realizada com uma velocidade moderada.

Fui alertado de que, da pesquisa a se realizar, posso esperar alguns benefícios, tais como: **compreender o efeito do alongamento dinâmico antes do exercício de força, podendo observar uma possível melhora na força muscular após a utilização de uma ou ambas as técnicas de alongamento.**

Recebi, por outro lado, os esclarecimentos necessários sobre os possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo, levando-se em conta que é uma pesquisa, e os resultados positivos ou negativos somente serão obtidos após a sua realização. Assim, **podem ocorrer no presente estudo, tanto durante o teste de flexão e extensão de joelhos (dinamômetro isocinético), quanto durante a execução dos exercícios de alongamento, dores musculares tardias, como em qualquer atividade física. Caso haja alguma necessidade de atendimento médico, o pesquisador encaminhará o participante a uma unidade de saúde mais próxima.**

Estou ciente de que minha privacidade será respeitada, ou seja, meu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, me identificar, será mantido em sigilo.

Também fui informado de que posso me recusar a participar do estudo, ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e de, por desejar sair da pesquisa, não sofrerei qualquer prejuízo à assistência que venho recebendo. Foi-me esclarecido, igualmente, que eu posso optar por métodos alternativos ,que são: **não participar da pesquisa.**

Os pesquisadores envolvidos com o referido projeto são **Christiano Francisco dos Santos e Elisangela Ferretti Manffra, respectivamente aluno e professora do mestrado em Tecnologia e Saúde da Pontifícia Universidade Católica do Paraná** e com eles poderei manter contato pelos telefones **(41) 3271 1593/3271 1657, respectivamente.**

É assegurada a assistência durante toda pesquisa, bem como me é garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas conseqüências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação.

Enfim, tendo sido orientado quanto ao teor de todo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do já referido estudo, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação.

No entanto, caso eu tenha qualquer despesa decorrente da participação na pesquisa, haverá ressarcimento na forma seguinte: **cheque ao portador**. De igual maneira, caso ocorra algum dano decorrente da minha participação no estudo, serei devidamente indenizado, conforme determina a lei.

Em caso de reclamação ou qualquer tipo de denúncia sobre este estudo devo ligar para o CEP PUCPR (41) 3271-2292 ou mandar um *email* para nep@pucpr.br

Curitiba, ... de ... de 2012.

Nome do sujeito da pesquisa

Assinatura do sujeito da pesquisa

Christiano Francisco dos Santos – Pesquisador

Elisangela Ferretti Manfra - Pesquisador

APÊNDICE B – MODELO DE FICHA DE ANAMNESE

Nome: _____ Data de Nascimento: __/__/__

Sexo: _____ Estatura (cm): _____ Peso (Kg): _____

Questionário de Prontidão para a Atividade Física – PAR-Q

Faça um círculo sobre a resposta mais adequada ao seu caso

1. Seu médico alguma vez disse que você tem problema no coração e que deve apenas praticar atividades físicas recomendadas por médico. **SIM / NÃO**
2. Você sente dor no peito quando pratica atividade física? **SIM / NÃO**
3. No mês passado, você teve dor no peito quando não estava praticando atividade física? **SIM / NÃO**
4. Você perde o equilíbrio devido a tonturas ou alguma vez perdeu a consciência? **SIM / NÃO**
5. Você tem problema ósseo ou articular que poderiam ficar piores por alguma mudança em sua atividade física? **SIM / NÃO**
6. Seu médico está atualmente receitando algum remédio (por exemplo, diuréticos) para pressão arterial ou problema cardíaco? **SIM / NÃO**
7. Você sabe de qualquer outra razão pela qual não deva praticar exercícios físicos? **SIM / NÃO**

SIM a uma ou mais questões

Fale com seu médico pessoalmente ANTES de tornar-se muito mais ativo fisicamente, ou ANTES, de passar por avaliação de aptidão física. Conte ao seu médico sobre o PAR-Q e quais as questões que você respondeu SIM.

- Você pode ser capaz de fazer qualquer exercício físico que quiser – desde que comece lentamente e aumente gradualmente; ou pode necessitar restringir seus exercícios àqueles que forem seguros para você. Fale com seu médico sobre os tipos de exercícios dos quais deseja participar.
- Participe de programas físicos que sejam seguros e salutareos para você.

NÃO a todas as questões

Se você respondeu NÃO honestamente a todas as questões do PAR-Q, fique razoavelmente seguro de que pode:

- Tornar-se muito mais ativo fisicamente – comece lentamente e aumente gradualmente. Essa é a maneira mais segura e mais fácil de começar.
- Fazer avaliação de aptidão física – essa é uma excelente maneira de determinar seu condicionamento básico de modo que possa planejar o melhor caminho para viver ativamente.

Atenção: Se a sua saúde mudar de modo que você venha a responder SIM a qualquer uma das questões acima, informe seu profissional de saúde e pergunte se o planejamento de sua atividade física deve ser modificado.

Nota: em caso de dúvida após completar este questionário, consulte seu médico antes do início do programa de exercício físico.

Frequência Semanal Que Realiza Atividade Física

Sedentário 2x Por semana 3x Por semana Todos os dias

Avaliação da ADM de Quadril e joelho (KENDALL, McCREARY, PROVANCE, 2007).

Quadril

- Maior ou igual 70% da Amplitude Articular Normal;
 Menor que 70% da Amplitude Articular Normal.

Joelho

- Maior ou igual 70% da Amplitude Articular Normal;
 Menor que 70% da Amplitude Articular Normal.

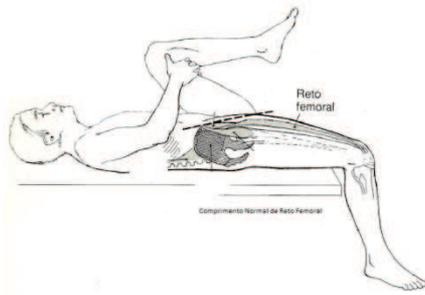
APÊNDICE C – PARÂMETROS PARA COMPRIMENTO MUSCULAR DE QUADRÍCEPS E ISQUIOTIBIAIS



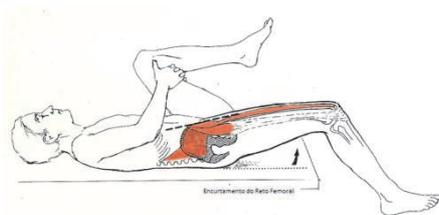
Um ângulo de aproximadamente 80° entre a mesa e a perna levantada é considerado amplitude normal de comprimento dos isquiotibiais (KENDAL, McCREARY, PROVANCE, 2007)



Um ângulo menor que 80° entre a mesa e perna levantada é caracterizado como encurtamento dos isquiotibiais (KENDAL, McCREARY, PROVANCE, 2007).



Um ângulo de aproximadamente 80° entre a coxa sobre a mesa e a perna indica que o reto femoral apresenta comprimento normal (KENDAL, McCREARY, PROVANCE, 2007).



Quando a coxa posterior não toca a mesa, e o joelho correspondente estende indica que o reto femoral apresenta um encurtamento (KENDAL, McCREARY, PROVANCE, 2007).

APÊNDICE D – TABELA DE DISTRIBUIÇÃO DE NORMALIDADE DOS EXTENSORES DO JOELHO

TABELA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL - EXTENSORES					TABELA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL - EXTENSORES		
PROTOCOLO	PICO DE TORQUE 60º/S				PROTOCOLO	PICO DE TORQUE 180º/S	
	CONCÊNTRICO		EXCÊNTRICO			CONCÊNTRICO	
	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS		PRÉ	PÓS
ADCD	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	ADCD	H ₀	H ₀
ADLD	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	ADLD	H ₀	H ₀
CONTROLE	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	CONTROLE	H ₀	H ₀
TABELA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL - EXTENSORES					TABELA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL - EXTENSORES		
PROTOCOLO	TRABALHO 60º/S				PROTOCOLO	TRABALHO 180º/S	
	CONCÊNTRICO		EXCÊNTRICO			CONCÊNTRICO	
	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS		PRÉ	PÓS
ADCD	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	ADCD	H ₀	H ₀
ADLD	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	ADLD	H ₀	H ₀
CONTROLE	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	CONTROLE	H ₀	H ₀
TABELA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL - EXTENSORES					TABELA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL - EXTENSORES		
PROTOCOLO	POTÊNCIA 60º/S				PROTOCOLO	POTÊNCIA 180º/S	
	CONCÊNTRICO		EXCÊNTRICO			CONCÊNTRICO	
	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS		PRÉ	PÓS
ADCD	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	ADCD	H ₀	H ₀
ADLD	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	ADLD	H ₀	H ₀
CONTROLE	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	CONTROLE	H ₀	H ₀
TABELA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL - EXTENSORES					TABELA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL - EXTENSORES		
PROTOCOLO	ÂNGULO DE PICO DE TORQUE 60º/S				PROTOCOLO	ÂNGULO DE PICO DE TORQUE 180º/S	
	CONCÊNTRICO		EXCÊNTRICO			CONCÊNTRICO	
	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS		PRÉ	PÓS
ADCD	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	ADCD	H ₀	H ₀
ADLD	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	ADLD	H ₀	H ₀
CONTROLE	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	CONTROLE	H ₀	H ₀

Legenda: H₀ – não existe diferença entre as condições pré e pós ($p > 0,05$), relativas a normalidade.

APÊNDICE E – TABELA DE DISTRIBUIÇÃO DE NORMALIDADE DOS FLEXORES DO JOELHO

TABELA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL - FLEXORES					TABELA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL - FLEXORES		
PROTOCOLO	PICO DE TORQUE 60º/S				PROTOCOLO	PICO DE TORQUE 180º/S	
	CONCÊNTRICO		EXCÊNTRICO			CONCÊNTRICO	
	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS		PRÉ	PÓS
ADCD	H0	H0	H0	H0	ADCD	H0	H0
ADLD	H0	H0	H0	H0	ADLD	H0	H0
CONTROLE	H0	H0	H0	H0	CONTROLE	H0	H0
TABELA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL - FLEXORES					TABELA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL - FLEXORES		
PROTOCOLO	TRABALHO 60º/S				PROTOCOLO	TRABALHO 180º/S	
	CONCÊNTRICO		EXCÊNTRICO			CONCÊNTRICO	
	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS		PRÉ	PÓS
ADCD	H0	H0	H0	H0	ADCD	H0	H0
ADLD	H0	H0	H0	H0	ADLD	H0	H0
CONTROLE	H0	H0	H0	H0	CONTROLE	H0	H0
TABELA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL - FLEXORES					TABELA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL - FLEXORES		
PROTOCOLO	POTÊNCIA 60º/S				PROTOCOLO	POTÊNCIA 180º/S	
	CONCÊNTRICO		EXCÊNTRICO			CONCÊNTRICO	
	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS		PRÉ	PÓS
ADCD	H0	H0	H0	H0	ADCD	H0	H0
ADLD	H0	H0	H0	H0	ADLD	H0	H0
CONTROLE	H0	H0	H0	H0	CONTROLE	H0	H0
TABELA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL - FLEXORES					TABELA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL - FLEXORES		
PROTOCOLO	ÂNGULO DE PICO DE TORQUE 60º/S				PROTOCOLO	ÂNGULO DE PICO DE TORQUE 180º/S	
	CONCÊNTRICO		EXCÊNTRICO			CONCÊNTRICO	
	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS		PRÉ	PÓS
ADCD	H0	H0	H0	H0	ADCD	H0	H0
ADLD	H0	H0	H0	H0	ADLD	H0	H0
CONTROLE	H0	H0	H0	H0	CONTROLE	H0	H0
Legenda: H0 – não existe diferença entre as condições pré e pós ($p > 0,05$), relativas a normalidade.							

APÊNDICE F – TABELA DE SIGNIFICÂNCIA ANOVA TWO WAY

TABELA DE NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA - ANOVA TWO WAY							
	VARIÁVEL	PROTOCOLO (<i>p</i>)		MOMENTO (<i>p</i>)		PROTOCOLO vs MOMENTO (<i>p</i>)	
		CONC.	EXC.	CONC.	EXC.	CONC.	EXC.
EXTENSORES	PICO DE TORQUE 60º/S	0,874	0,271	0,782	0,166	0,291	0,961
	TRABALHO TOTAL 60º/S	0,888	0,995	0,149	0,374	0,23	0,346
	POTÊNCIA MÉDIA 60º/S	0,925	0,968	0,262	0,019	0,469	0,364
	ÂNGULO DE PICO DE TORQUE 60º/S	0,306	0,032	0,215	0,03	0,58	0,138
	PICO DE TORQUE 180º/S	0,9	/	0,106	/	0,528	/
	TRABALHO TOTAL 180º/S	0,946	/	0,367	/	0,702	/
	POTÊNCIA MÉDIA 180º/S	0,959	/	0,215	/	0,608	/
	ÂNGULO DE PICO DE TORQUE 180º/S	0,306	/	0,215	/	0,58	/
FLEXORES	PICO DE TORQUE 60º/S	0,71	0,95	0,083	0,41	0,139	0,066
	TRABALHO TOTAL 60º/S	0,889	0,997	0,003	0	0,57	0,214
	POTÊNCIA MÉDIA 60º/S	0,889	0,98	0,016	0	0,209	0,116
	ÂNGULO DE PICO DE TORQUE 60º/S	0,06	0,793	0,658	0,013	0,323	0,643
	PICO DE TORQUE 180º/S	0,943	/	0,1	/	0,888	/
	TRABALHO TOTAL 180º/S	0,952	/	0,154	/	0,787	/
	POTÊNCIA MÉDIA 180º/S	0,835	/	0,172	/	0,718	/
	ÂNGULO DE PICO DE TORQUE 180º/S	0,06	/	0,658	/	0,323	/
Legenda: <i>p</i> (nível de significância) - <i>p</i> < 0,05 existe diferença entre as variáveis.							

ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA

Plataforma Brasil - Ministério da Saúde

Associação Paranaense de Cultura - PUCPR

PROJETO DE PESQUISA

Título: OS EFEITOS DE PROTOCOLOS DE ALONGAMENTO DINÂMICO DE CURTA E LONGA DURAÇÃO NA FORÇA MUSCULAR

Área Temática:

Pesquisador: Christiano Francisco dos Santos

Versão: 2

Instituição: Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR

CAAE: 03752312.3.0000.0020

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Número do Parecer: 48572

Data da Relatoria: 27/06/2012

Apresentação do Projeto:

O presente estudo busca identificar os efeitos do alongamento dinâmico na força muscular em 20 indivíduos do sexo masculino com idade entre 18 e 25 anos. Para isso, será realizado três momentos de intervenção: o primeiro será composto por uma avaliação no dinamômetro isocinético, para avaliar a força muscular; o segundo será a aplicação de um protocolo de alongamento dinâmico de curta e longa duração; e o terceiro será composto por uma reavaliação no dinamômetro isocinético, para avaliar a força muscular pós alongamento dinâmico de curta e longa duração. O período de intervenção terá uma duração de 7 dias não consecutivos, intercalados por no mínimo 48 horas, e será realizado Centro de Dinamometria Isocinética da Clínica Escola de Fisioterapia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) Campus Curitiba.

Objetivo da Pesquisa:

Determinar e comparar o efeito agudo de protocolos de alongamento dinâmico de curta e longa duração sobre o desempenho isocinético dos grupos musculares quadríceps e isquiotibiais, em duas velocidades diferentes (60°/e 180°/s).

Objetivo Secundário:

¿ Determinar e comparar o efeito agudo dos protocolos alongamento, sobre o pico de torque obtido durante os testes isocinéticos. ¿ Determinar e comparar o efeito agudo do alongamento dinâmico de duas diferentes durações, sobre o ângulo de pico de torque obtido durante os testes isocinéticos. ¿ Determinar e comparar o efeito agudo do alongamento dinâmico de duas diferentes durações, sobre o trabalho total obtido durante os testes isocinéticos. ¿ Determinar e comparar o efeito agudo do alongamento dinâmico de duas diferentes durações, sobre a potência média obtida durante os testes isocinéticos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos previstos advindos da pesquisa declarados sob proteção dos sujeitos participantes pelos pesquisadores responsáveis.

Benefícios previstos aos sujeitos participantes

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto com objetivos claros e metodologia adequada.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido adequado.
Termo de Autorização da Clínica onde será realizada a pesquisa adequado.

Recomendações:

Nenhuma

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto atende os aspectos éticos necessários para a sua realização.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Lembramos aos senhores pesquisadores que, no cumprimento da Resolução 196/96, o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deverá receber relatórios anuais sobre o andamento do estudo, bem como a qualquer tempo e a critério do pesquisador nos casos de relevância, além do envio dos relatos de eventos adversos, para conhecimento deste Comitê. Salientamos ainda, a necessidade de relatório completo ao final do estudo.

Eventuais modificações ou ementas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP-PUCPR de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificado e as suas justificativas.

Se a pesquisa, ou parte dela for realizada em outras instituições, cabe ao pesquisador não iniciá-la antes de receber a autorização formal para a sua realização. O documento que autoriza o início da pesquisa deve ser carimbado e assinado pelo responsável da instituição e deve ser mantido em poder do pesquisador responsável, podendo ser requerido por este CEP em qualquer tempo.

CURITIBA, 02 de Julho de 2012

Assinado por:
NAIM AKEL FILHO

ANEXO B – PARÂMETROS PARA IMC

Quadro 3 – Parâmetros para IMC

Índice de Massa Corporal (IMC)

$$\text{IMC (kg/m}^2\text{)} = \text{MC} / \text{ES}^2$$

Onde: MC = massa corporal (kg)
ES = Estatura em metros

Classificação de Adultos pelo IMC da OMS

CLASSIFICAÇÃO	ADULTOS	Riscos associados à saúde
Peso Baixo	< 18,5	Baixo
Normal	18,5-24,9	Médio
Sobrepeso	25 ou maior	
Pré-Obeso	25-29,9	Aumentado
Obeso Classe I	30-34,9	Moderadamente aumentado
Obeso Classe II	35-39,9	Severamente aumentado
Obeso Classe III	40 ou maior	Muito severamente aumentado

Fonte: Seidell (2000)

Exemplo do Cálculo do IMC

$$\text{IMC (kg/m}^2\text{)} = \frac{\text{Massa Corporal (kg)}}{\text{Estatura}^2 \text{ (m)}}$$

$$\text{IMC (kg/m}^2\text{)} = \frac{85 \text{ (Kg)}}{(1,80)^2}$$

$$\text{IMC (kg/m}^2\text{)} = \frac{85 \text{ (Kg)}}{3,240 \text{ (m)}}$$

$$\text{IMC} = 26,2 \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

Fonte: PETROSKI, 2003.