

Afonso Shiguemi Inoue Salgado

**Estudo clínico comparativo do
aquecimento por eletroestimulação ou
bicicleta estacionária como preparação
ao alongamento muscular**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Cirurgia, Área de Concentração em Bases Gerais da Cirurgia e Cirurgia Experimental, da Faculdade de Medicina de Botucatu – UNESP, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Swain Müller

**Botucatu
2002**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO DE AQUIS. E TRAT. DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: SULAMITA SELMA CLEMENTE COLNAGO

Salgado, Afonso Shiguemi Inoue

Estudo clínico comparativo do aquecimento por eletroestimulação ou bicicleta estacionária como preparação ao alongamento muscular / Afonso Salgado. – 2002.

Dissertação (mestrado) – Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2002.

Orientador: Sérgio Swain Muller

1. Músculos – Cirurgia.

CDD 617.473

Palavras-chave: Alongamento; Eletroestimulação; Bicicleta; Fisioterapia; Goniometria;

Agradecimientos

Agradeço primeiramente a **Deus** por me dar Graças e Bênçãos, “Porque pela graça sois salvos, por meio da fé; e isto não vem de nós, é dom de Deus; não vem das obras para que ninguém se glorie”.

Efésios 2: 8-9 .

A minha esposa **Nilma** e as
minhas filhas **Mariana** e **Juliana** que
são presentes de Deus para minha
vida.

Ao meu orientador **Sérgio Swain Müller**, que com paciência e dedicação soube me ensinar os caminhos da ciência. Suas correções intermináveis e orientações de muita valia para meu crescimento profissional fizeram-me aprender a degustar este Mestrado, permitindo que visualizasse outros horizontes.

A professora **Lídia Raquel de Carvalho** pela competência das análises estatísticas, mas também pela prontidão e gentileza de seus préstimos profissionais .

Vera, Lúcia Aparecida Mengue, Regina Célia Spadin e Nathanael Pinheiro Salles, um setor de pós-graduação competente e simpático que sempre com sorrisos me orientaram, sanaram dúvidas em quantidade e direcionaram meus passos dentro das regras da pós-graduação.

Aos muitos telefonemas, horários e compromissos que não se concretizariam nestes anos sem a gentileza e presteza das secretárias do setor de Cirurgia , **Solange** e "**Aninha** " meu muito obrigado .

Ao **Dr. Trajano Sardenberg** que com gentileza incentivou e orientou dados precisos .

À todos os professores que conheci nestes anos, através de seus ensinamentos e orientações puderam confirmar o padrão de ensino desta Universidade. O sentimento de orgulho caminha

paralelamente aos estímulos recebidos da ciência através da Faculdade de Medicina de Botucatu- SP.

A **todos os voluntários** desta pesquisa sem os quais não haveria a possibilidade de concretização dos dados.

Aos Fisioterapeutas que auxiliaram na pesquisa, **Luis, Rodolfo Parreira, Lisandro e Rodolfo Biazzi** que nas revisões e correções de véspera foi auxílio providencial.

À **Adnice Ruiz Pedro**, que pela sua dedicação e apreço ao feitio desta dissertação deu forma e conclusão prática.

Sumário

Lista de figuras	11
Lista de tabelas	15
1. Introdução	17
1.1. Histórico	18
1.2. Definição de alongamento	20
1.3. Tipos de alongamento	21
1.4. Estrutura e mecânica do músculo estriado esquelético	22
1.5. Resposta do músculo ao alongamento	29
1.6. Estudos clínicos	32
1.7. Estudos experimentais	36
1.8. Estudos clínicos comparativos	37
1.9. Formas e efeitos dos métodos de preparação ao alongamento	39
1.10. Objetivos da pesquisa	42
2. Casuística e métodos	43
2.1. Casuística	44
2.1.2. Delineamento e grupos experimentais	46
2.2. Fases do experimento	47
2.2.1. Recepção e acomodação dos voluntários	47
2.2.2. Mensuração do ângulo inicial de goniometria do quadril.	47
2.2.3. Aplicação do protocolo, seguindo sorteio previamente realizado.....	47
2.2.4. Mensuração do ângulo final de goniometria do quadril.....	47
2.3. Técnicas utilizadas	47
2.3.1. Mensuração da goniometria	47
2.3.2. Preparação com bicicleta	48
2.3.3. Preparação com eletroestimulação	48
2.4. Método estatístico	49
2.5. Figuras	50

3. Resultados	58
4. Discussão	73
4.1. Quanto à casuística	74
4.2. Ambiente	77
4.3 Goniometria	78
4.4 Grupo muscular ísquio-tibiais	80
4.5 Bicicleta	81
4.6 Equipamento de eletroestimulação	83
4.7. Resultados	91
4.7.1. Bicicleta	91
4.7.2. Eletroestimulação	92
4.7.3. Grupo controle	93
4.7.4. Comparação entre os grupos eletroestimulação e bicicleta	94
4.7.5. Correlação goniometria e IMC (Índice de massa corporal e idade.....	97
4.7.6 Considerações clínicas.....	98
5. Conclusões	100
6. Resumo	102
7. Summary	105
8. Referências bibliográficas	108
Anexos	120

Lista de Figuras

FIGURA 1 -	Constituintes do músculo esquelético (adaptado de Frontera,2001).....	23
FIGURA 2 –	Estado de relaxamento e contração de um sarcômero, mostrando o deslizamento da actina sobre a miosina. (Adaptado de Frontera 2002).....	24
FIGURA 3 –	As diferentes regiões da curva de tensão-comprimento (Adaptado de LEDERMAN, 2001).....	27
FIGURA 4 -	A– Goniometria inicial de quadril	50
	B– Goniometria final de quadril	50
FIGURA 5 –	Representação esquemática do procedimento de elevação do membro inferior durante goniometria, para verificação da amplitude de movimento.....	51
FIGURA 6 –	Voluntário durante aplicação do protocolo de preparação com bicicleta estacionária.....	52
FIGURA 7A –	Voluntário durante aplicação do protocolo de preparação com eletroestimulação, colocação dos eletrodos no ventre dos músculos ísquio-tibiais.....	53
FIGURA 7B –	Colocação dos dois eletrodos no ventre muscular dos ísquio-tibiais.....	54
FIGURA 7C –	Conexão dos eletrodos ao aparelho portátil de eletroestimulação.....	54
FIGURA 7D –	Eletrodos já colocados e conectados ao aparelho de eletroestimulação	54
FIGURA 7E –	Voluntário sendo submetido à eletroestimulação.....	55
FIGURA 8 –	A - Voluntário do grupo controle em repouso.....	55
	B- Detalhe do posicionamento dos membros inferiores durante o repouso.....	56
FIGURA 9 -	A - Aparelho de eletroestimulação e envelope de eletrodos	57
	B - Goniômetro de acrílico	57

FIGURA 10 -	Média e desvio-padrão das medidas dos ângulos ($^{\circ}$) de goniometria inicial e final do grupo I (eletroestimulação).....	61
FIGURA 11 -	Média e desvio-padrão das medidas dos ângulos ($^{\circ}$) de goniometria inicial e final do grupo II (bicicleta).....	63
FIGURA 12 -	Média e desvio-padrão das medidas dos ângulos ($^{\circ}$) de goniometria inicial e final do grupo III (controle).....	65
FIGURA 13 -	Evolução das médias das medidas dos ângulos ($^{\circ}$) de goniometria inicial e final nos três grupos experimentais.....	67
FIGURA 14 -	Média e desvio-padrão das medidas dos ângulos ($^{\circ}$) de goniometria inicial e final nos três grupos experimentais.....	67
FIGURA 15 -	Variação das medidas do ângulos ($^{\circ}$) de goniometria nos três grupos experimentais.....	68
FIGURA 16 -	Diagrama de Dispersão: correlação entre variação da goniometria ($^{\circ}$) e índice de massa corpórea (IMC) e análise estatística (coeficiente de Pearson), nos indivíduos do grupo I (Eletroestimulação).....	69
FIGURA 17 -	Diagrama de Dispersão: correlação entre variação da goniometria ($^{\circ}$) e índice de massa corpórea (IMC) e análise estatística (coeficiente de Pearson), nos indivíduos do grupo II (Bicicleta).....	69
FIGURA 18 -	Diagrama de Dispersão: correlação entre variação da goniometria ($^{\circ}$) e índice de massa corpórea (IMC) e análise estatística (coeficiente de Pearson), nos indivíduos do grupo III (Controle).....	70

FIGURA 19 -	Diagrama de Dispersão: correlação entre variação da goniometria ($^{\circ}$) e idade, análise estatística (coeficiente de Pearson), nos indivíduos do grupo I (Eletroestimulação).....	71
FIGURA 20 -	Diagrama de Dispersão: correlação entre variação da goniometria ($^{\circ}$) e idade, análise estatística (coeficiente de Pearson), nos indivíduos do grupo II (Bicicleta).....	71
FIGURA 21 -	Diagrama de Dispersão: correlação entre variação da goniometria ($^{\circ}$) e idade, análise estatística (coeficiente de Pearson), nos indivíduos do grupo III (Controle).....	72
FIGURA 22-	Diagrama de duração do pulso (μ s) x amplitude do pulso (mA).....	85
FIGURA 23 -	Diagrama de duração do pulso (μ s) x amplitude do pulso (mA).....	86
FIGURA 24 –	Diagrama de contração muscular X frequência (Hz)	87
FIGURA 25 –	Comparação entre torque isométrico do músculo quadríceps femoral quando estimulado eletricamente ou por contração voluntária máxima. Adaptado de Robinson (2001)	90
FIGURA 26 –	colocação do eletrodo sobre a pele, recrutamento das unidades motoras através de seu nervo motor.....	96

Lista de Tabelas

TABELA 1 -	Comportamento dos materiais viscoelásticos (adaptada FRONTERA , 2002)	30
TABELA 2 -	Déficits de flexibilidade associados às lesões por esforços repetitivos, adaptada Krivickas (1997).....	35
TABELA 3 -	Fatores anatômicos associados com lesões por esforços repetitivos, adaptada Krivickas (1997)	35
TABELA 4 -	Dados individuais dos sujeitos da amostra: idade (anos), peso (quilogramas), altura (metro) e IMC (quilograma/m ²).....	45
TABELA 5 -	Grupos experimentais, distribuição de dias e protocolos.....	46
TABELA 6 -	Resultados das medidas dos ângulos (°) de goniometria inicial e final do Grupo I (eletroestimulação): estatística descritiva (média, desvio-padrão, valores máximo e mínimo) e variação.....	60
TABELA 7 –	Resultados das medidas dos ângulos (°) de goniometria inicial e final do Grupo II (bicicleta estacionária): estatística descritiva (média, desvio-padrão, valores máximo e mínimo) e variação.....	62
TABELA 8 –	Resultados das medidas dos ângulos (°) de goniometria inicial e final do Grupo III (controle): estatística descritiva (média, desvio-padrão, valores máximo e mínimo) e variação.....	64
TABELA 9 –	Média e desvio-padrão das medidas dos ângulos (°) de goniometria, segundo momento e grupo experimental, variação, análise estatística e comentários.....	66
TABELA 10 -	Classificação do sobrepeso e da obesidade pelo IMC.....	75

1. Introdução

1.1. HISTÓRICO

Os exercícios de alongamento fazem parte do conjunto de exercícios terapêuticos, que têm como objetivo promover o estímulo ao movimento corporal como forma de se melhorar a função, aliviar sintomas ou manter o bem-estar (KOTTKE & LEHNMAN, 2001).

Desde a história primitiva registrada, o homem tem reconhecido e explorado a relação entre exercício, saúde e reabilitação.

É difícil estabelecer o período exato do início da prática do exercício como modalidade terapêutica na história. A mais antiga escrita da qual se tem conhecimento e documentação, da Índia, relatou a utilização de exercícios terapêuticos por volta de 3.000 a.C., pelo desenvolvimento da ioga. Bush & William (1986), Adams & Mccubbin (1991) e Macauley (1994) afirmaram que o Kung Fu foi criado por um cirurgião chinês baseado na reprodução dos movimentos dos animais, tendo sido utilizado por monges budistas como forma de alívio de dores e outros sintomas e alcançou o auge por volta 1151 a.C.

Os chineses acreditavam que a inatividade pudesse ser causa de doenças. Em 400 a.C., Huang Di Nei Jing discutiu a importância da reeducação funcional que os chineses utilizavam associada a remédios e acupuntura além de exercícios específicos para ganho de amplitude de movimento (MACAULEY, 1994).

Na Grécia antiga, HERÓDICO, considerado o Pai do exercício terapêutico, também escreveu sobre os efeitos do exercício como forma de tratamento. Conforme Berryman (1989), os exercícios com propósitos médicos eram chamados de ginástica terapêutica ou ginástica médica, e eram executados pelos pacientes sob prescrição médica.

Os gregos, com destaque para Aristóteles, Sócrates e Platão, enfatizaram a importância do bem-estar físico, da boa forma e da

vida saudável e ativa. O mais conhecido dos médicos gregos foi Hipócrates que usava a palavra grega *analepse* como sinônimo de reabilitação médica. Com o declínio da civilização grega surgiu a romana que adaptou e utilizou princípios da medicina grega. Galeno, proeminente nome da medicina romana, classificou os exercícios de acordo com a intensidade, duração, frequência, aparelhos utilizados e partes do corpo envolvidas (BASMAJIAN,1984). A partir do século XV, os princípios defendidos por Galeno e Hipócrates apareceram novamente na prática médica.

No século XVI (renascença), o primeiro livro importante a respeito do exercício terapêutico intitulado *De Arte Gymnastica*, foi escrito por Hieronymus Mercurialis e no século XVIII, por volta de 1780, o cirurgião Joseph Clement Tissot escreveu o livro “*Gymnastique Medicinale et Chirurgicale*”, no qual recomendou exercícios para pacientes pós-operados (LICHT, 1970).

Os exercícios terapêuticos tiveram grande desenvolvimento no século XIX graças ao sueco Pehr Henri Ling (1776-1839) que fundou, em 1813, em Estocolmo, o “Royal Gymnastic Central Institute“. Em 1865, foi escrito na Espanha por Torro Busquey o livro *Gimnastica, Higiênica, Medica y Ortopédica* (SHANKAR, 2002).

Já no século XX, nos anos 40 e 50, surgiram métodos importantes para a reabilitação como, Kabat e Bobath, ainda hoje difundidos e utilizados.

Os programas de alongamento muscular, surgidos na América do Norte, principalmente nos Estados Unidos, foram desenvolvidos na área de educação física e esportes; métodos posturais que empregam o princípio do alongamento muscular global como forma de harmonizar a cadeia muscular foram idealizados por Françoise Mezières na França (SOUCHARD,1996).

Alongamentos musculares analíticos específicos, os quais são utilizados em grupos determinados fazem parte do arsenal terapêutico da Fisioterapia (ACHOUR, 1999).

1.2. DEFINIÇÃO DE ALONGAMENTO

Alongamento pode ser definido como a procura de aumento da relação comprimento tensão da fibra muscular; este estado tem como consequência a melhora da amplitude de movimento de uma determinada articulação, fenômeno que pode ser definido como “flexibilidade”; a “flexibilidade” é, portanto, função indireta da relação tensão/comprimento dos músculos que atuam nas articulações (FRONTERA et al, 2002).

Gajdosik (1995) questionou a valorização excessiva da definição de flexibilidade, sugerindo que se trata de fenômeno fisiológico que requer equilíbrio da relação comprimento / tensão dos músculos à medida que são alongados passivamente. De acordo com este conceito, a flexibilidade deve ser entendida como taxa de variação da comprimento da fibra muscular ou indiretamente da variação da amplitude de movimento. Para Krivickas (1997) o conceito de alongamento é variável e depende da forma como a tensão é exercida sobre a fibra, estática ou dinamicamente. O estado de alongamento (relação tensão / comprimento) pode alterar as propriedades como força ou torque e estariam, portanto, relacionadas ao grau de complacência da fibra muscular.

Enoka (2000) afirmou que freqüentemente não é feita distinção entre exercícios de aquecimento e aqueles elaborados para alongar as fibras musculares com objetivo de melhora da flexibilidade.

A primeira questão, portanto, seria relativa a justificativa do aquecimento de um músculo, tendão ou articulação, como forma de preparação ao alongamento muscular.

Para Astrand & Rodahl (1987), os fatores limitantes da flexibilidade residem no comprimento dos músculos e, portanto, o exercício que produz alongamento dos músculos resultará indiretamente em aumento da flexibilidade.

1.3. TIPOS DE ALONGAMENTO

Na prática fisioterapêutica, freqüentemente utiliza-se os exercícios de alongamento com possível efeito sobre músculos, cápsulas, tendões e mesmo ligamentos.

São descritos vários tipos de alongamento muscular: estático (passivo e ativo), balístico, alongamento pelo método FNP (Facilitação neuromuscular proprioceptiva); o FNP inclui o alongamento de contração- relaxamento e alongamento com contração do agonista ou antagonista (ACHOUR, 1998).

A flexibilidade estática refere-se à capacidade de uma articulação em mover-se até uma amplitude de movimento máxima de movimento, passivamente; a flexibilidade ativa é dependente da força dos músculos antagonistas para mover o membro e do grau de liberdade da Articulação (ACHOUR, 2002).

No alongamento estático, os músculos e outros tecidos conjuntivos que estão sendo alongados são mantidos em posição estacionária no maior comprimento possível por um determinado período (LEDERMAN, 2001).

Alongamento Balístico é aquele que utiliza movimentos rápidos que impõem mudança no comprimento do músculo ou do tecido conjuntivo. Iniciado pela contração ativa dos músculos antagonistas aos músculos e tecidos conjuntivos que estão alongados. O alongamento balístico parece ser efetivo para aumentar a flexibilidade e freqüentemente utilizado como preparação a prática esportiva porém pode haver maior probabilidade de dor e lesões musculares (FRONTERA et al, 2001).

Alongamento por Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP) é baseado no fato da contração muscular estimular a resposta do órgão tendinoso de Golgi, ocorrendo inibição do antagonista (Lederman, 2001).

1.4. ESTRUTURA E MECÂNICA DO MÚSCULO ESTRIADO ESQUELÉTICO

A fibra muscular é longa podendo atingir até 30 cm de comprimento, em formato cilíndrico, é multinucleada e apresenta uma membrana denominada sarcolema, que separa as fibras uma das outras e quando examinada ao microscópio de luz polarizada exhibe estriações, faixas claras e escuras .

Faixas claras I de característica isotrópica, desvia a luz polarizada, e é dividida pela linha escura Z. A faixa escura A é anisotrópica, e não desvia a luz polarizada. No centro desta faixa encontramos uma outra um pouco mais clara denominada de zona H, que possui uma linha transversal M. A área compreendida entre duas linhas Z é chamada de sarcômero que é a unidade funcional do tecido muscular. Os filamentos finos são compostos de 3 proteínas: actina, tropomiosina e troponina. Os filamentos grossos são compostos por proteína denominada miosina (Lederman, 2001).

A estrutura do músculo estriado esquelético está demonstrada nas figuras 1 e 2.

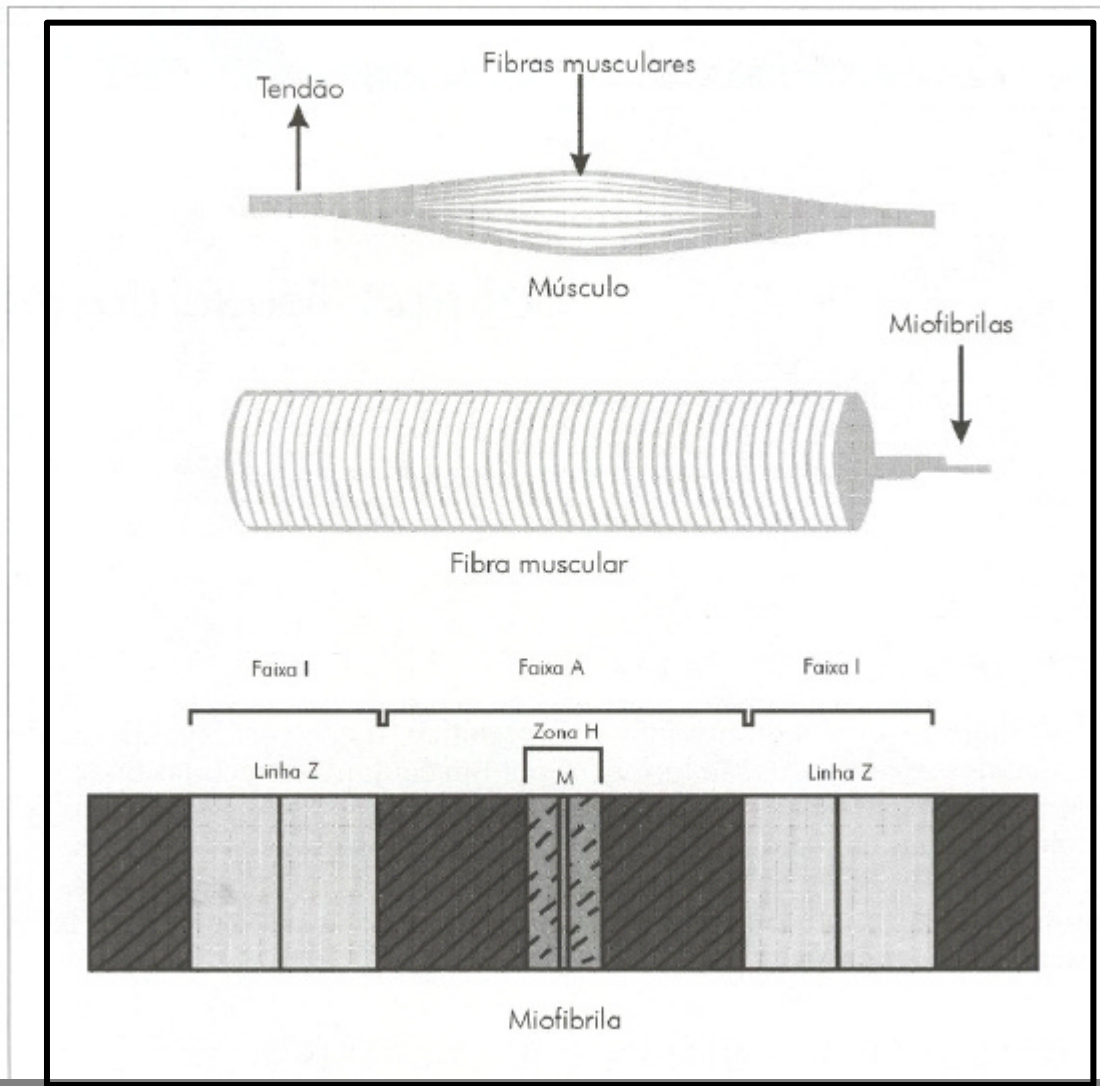


FIGURA 1 - Constituintes do músculo esquelético
(adaptado de FRONTERA et al., 2000)

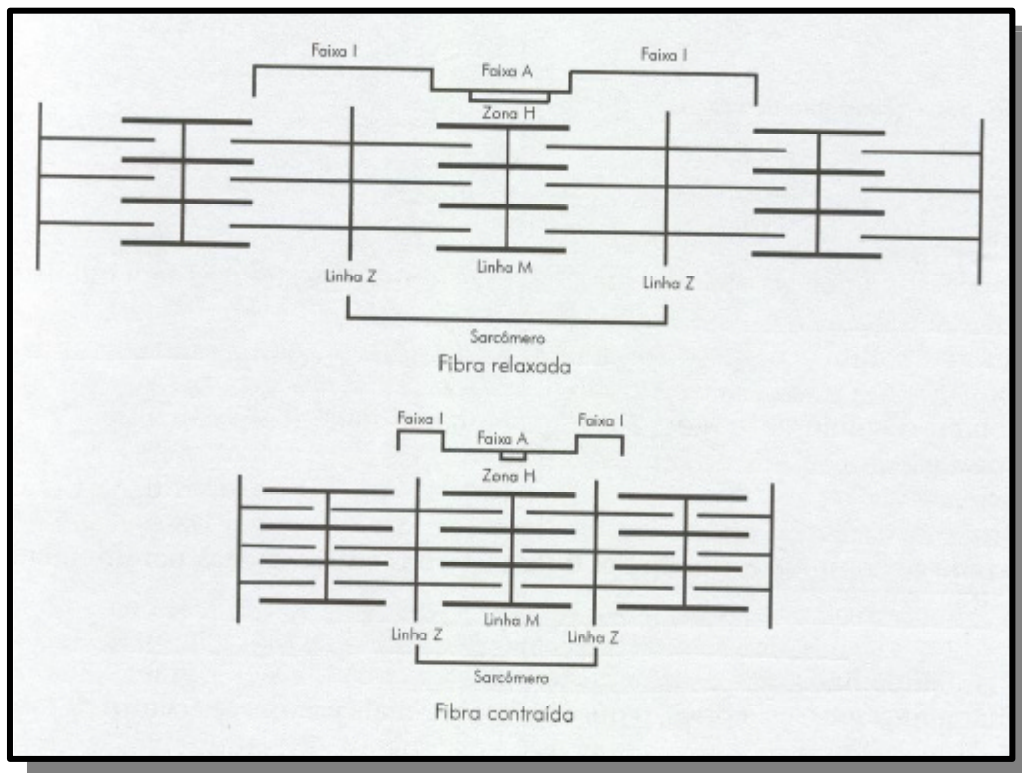


FIGURA 2 – Estado de relaxamento e contração de um sarcômero, mostrando o deslizamento da actina sobre a miosina. (Adaptado de FRONTERA et al., 2002)

Gossman et al.(1982) relataram que o músculo é o tecido que mais sofre encurtamento sendo responsável pela restrição da amplitude de movimento das articulações imobilizadas.

Estas alterações no comprimento devem-se à adaptação nos sarcômeros e no tecido conjuntivo.

Zachazewski (1989) afirmou que um músculo encurtado no comprimento sofre redução do número de sarcômeros (40% em poucos dias), encurtamento e proliferação de outros elementos do tecido conjuntivo do músculo, como epimísio, perimísio e endomísio.

Assim como acontece em outros tecidos do organismo, a regeneração do músculo depende da tensão mecânica longitudinal produzida pelo alongamento passivo e da contração muscular.

O comportamento mecânico dos tecidos moles está relacionado com a propriedade do tecido conjuntivo denominada de viscoelasticidade (HUCKINS et al.1990). Conforme Newham (1991), a tensão longitudinal promove o alinhamento normal dos miotubos em sentido paralelo às linhas de tensão sendo, portanto, necessária para o estímulo a restauração dos componentes do tecido muscular em regeneração. Os tecidos se alongam sob aplicação de carga tensiva, e desta maneira a solitação mecânica é indispensável para o aumento do tamanho das fibras encurtadas.

Como o termo indica viscoelasticidade é a propriedade de um composto biológico de conter uma combinação de fibras rígidas e elásticas imersas em meio gelatinoso e, portanto, confere aos tecidos propriedades mecânicas que são resultado da combinação dos diversos constituintes.

A função de elasticidade é conseqüência da associação do elemento semelhante a uma mola no interior do tecido tendo o meio viscoso como elemento de absorção de carga e lubrificação. (LAMONTAGNE et al., 1997).

Quando um tecido é alongado, exibe uma curva de tensão e deformação havendo, alterações estruturais características em cada região do diagrama carga/alongamento. (LATASH & ZATSIORSKYI, 1993).

A curva de carga/alongamento possui três regiões distintas: região de ponta de colágeno, região elástica e região plástica, conforme ilustrado na figura 3, abaixo.

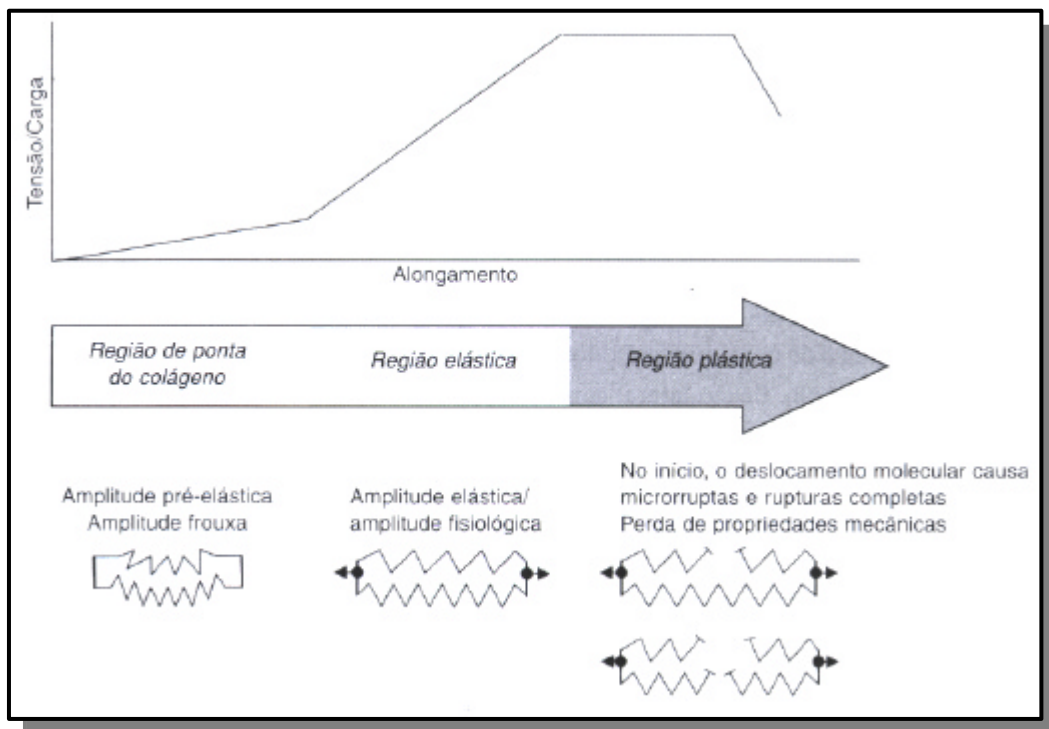


FIGURA 3 – As diferentes regiões da curva de tensão-comprimento (Adaptado de LEDERMAN, 2001).

As regiões de ponta de colágeno respondem por 1,5 a 4% do comprimento total do tecido (CARLSTEDT & NORDIN, 1989).

Nesta região, não há deformação verdadeira do tecido e quando o carregamento é interrompido, o tecido retorna ao comprimento original. Nos tendões, a tensão necessária para aplanar a região de ponta é igual à contração máxima e durante o alongamento passivo, a maior parte do aumento de tamanho se dará no ventre muscular e não no tendão.

Na fase elástica o tecido exibe propriedades semelhantes à uma mola e a deformação é diretamente proporcional a força aplicada. A elasticidade geral do tecido é determinada principalmente pela quantidade de elastina. A região elástica é responsável pelo aumento de 2 a 5 % do comprimento do tecido. Durante o alongamento dessa região as fibras recrutadas se tornam paralelas e tornam-se progressivamente mais tensas. Se o carregamento foi interrompido o tecido retorna ao comprimento inicial se o limite de proporcionalidade não tiver sido atingido.

Na fase plástica, após o final da fase elástica, começam a ocorrer rupturas microscópicas das fibras de colágeno, segundo Tillman & Cummings (1993) e mesmo que o carregamento seja interrompido, o tecido não retornará ao comprimento original, ou seja, ocorre a chamada deformação plástica.

Lederman (2001) considerou que para se atingir o objetivo do alongamento, o músculo deva ser estirado além do limite de elasticidade, ou seja, o ganho a longo prazo depende da ocorrência de microrupturas.

Ainda segundo Lederman (2001), durante o alongamento, existe uma discrepância entre a energia mecânica necessária para alongar o tecido e a energia consumida para que o tecido retorne à forma

original, na chamada fase de relaxamento. A fase de relaxamento é um pouco mais longa do que a de alongamento em parte devido à dispersão de energia mecânica em forma de calor que ocorre durante a fase de alongamento.

1.5. RESPOSTA DO MÚSCULO AO ALONGAMENTO

Quando se realiza o alongamento chamado crônico as ligações cruzadas entre as fibras de actina e miosina produzem diminuição do espaço entre as linhas Z, e a utilização do alongamento crônico estaria recomendada nos casos de encurtamento conseqüente a processos inflamatórios crônicos, inatividade física, seqüela de rupturas e distensões musculares, condições estas que submetem o tecido muscular ao encurtamento após meses.

Tabary et al. (1972) estudaram o efeito deste tipo de alongamento sobre fibras musculares de gatos, e descobriram que o alongamento crônico aumentou o número de sarcômeros entre 20 e 25%.

A unidade músculo-tendão é considerada viscoelástica do ponto de vista mecânico. Quando um material isotrópico é submetido a tração, o comprimento inicial será restabelecido quando o carregamento cessar. Quando um material viscoelástico é tracionado a taxa de deformação será proporcional à força aplicada, e não haverá retorno ao comprimento original quando o carregamento cessar. Os materiais viscoelásticos combinam essas propriedades de modo que ocorram fenômenos de relaxamento ao estresse escoamento, e histerese.

As características dos materiais viscoelásticos estão apresentadas na tabela 1.

TABELA 1 - Comportamento dos materiais viscoelásticos (adaptada FRONTERA et al., 2001)

Comportamento	Definição
a) Relaxamento ao estresse	Menor força é requerida com o tempo para manter um determinado aumento no comprimento durante a manutenção do estado de tensão.
b) Escoamento	Uma força fixa é aplicada a um material e após algum tempo ocorre deformação lenta e constante
c) Resposta mecânica da velocidade de carregamento	Um carregamento mais lento produz maior alongamento que um carregamento mais rápido.
d) Histerese	Mais energia é absorvida durante um carregamento do que a quantidade liberada quando um carregamento cessa.

Taylor et al. (1990) estudaram as propriedades viscoelásticas da unidade músculo-tendão; utilizaram modelo experimental que consistiu de corpo muscular com suporte neurovascular intacto. Concluíram que o relaxamento ao estresse foi obtido tracionando-se o músculo em 10% a mais que o comprimento inicial, e logo após, liberando-o. Após 10 repetições, a tensão requerida para produzir o alongamento diminuiu em 17%. A maior parte do relaxamento ao estresse ocorreu durante os primeiros quatro tracionamentos. Demonstraram também que o escoamento foi atingido quando submeteu-se o músculo à tensão com determinada carga, por 30 segundos e, depois, relaxado. Após 10 repetições o comprimento muscular total aumentou em 3,5%; a maior parte do alongamento ocorreu no primeiro tracionamento; este experimento simula a solicitação semelhante ao alongamento estático. A dependência à histerese foi demonstrada tracionando-se o músculo até 10% a mais em relação ao comprimento inicial em quatro velocidades diferentes.

As conclusões de Taylor et al. (1990) têm várias implicações clínicas. Verifica-se que os ganhos de comprimento muscular atingidos pelo tracionamento da fibra muscular não são rapidamente reversíveis. Estes estudos também ajudaram a imaginar porque o alongamento balístico pode ser prejudicial e ineficaz porque quanto maior a velocidade de alongamento maior a tensão e o armazenamento de energia pelo músculo, o que pode aumentar o risco e a gravidade da lesão.

1.6. ESTUDOS CLÍNICOS

Cureton (1941) verificou estudo em cadáveres, que a elasticidade da criança é superior à do adulto, em 80%.

Magnusson et al. (1995) concluíram que existe a possibilidade de aumento da potência em 25-40% com pré-alongamento.

Warren et al. (1976) analisaram o efeito da temperatura nos exercícios de alongamento; para tanto aplicaram uma carga de alongamento, aumentaram a temperatura mantendo a carga até que ocorresse alongamento de 2,64%. Os autores concluíram que aumentando a temperatura, fica-se menos sujeito às lesões é preferível, portanto, a utilização de cargas menores com maior duração, pois o resíduo de flexibilidade é mais significativo.

Nelson & Hutton (1985) investigaram 237 estudantes do sexo feminino entre 7 e 13 anos de idade, comparando testes de alongamento em meninas treinadas com alongamento e não praticantes de atividade física e concluíram que o efeito da atividade física, que utiliza movimentos com flexibilidade, superou o efeito da idade como fator redutor da flexibilidade.

Segundo Araújo & Haddad (1985) há relação discreta e inversa entre flexibilidade e idade .

No alongamento do tipo balístico podem ocorrer lesões como resultado de forças excessivas e descontroladas associadas às influências inibitórias neurológicas (ENTYRE & LEE, 1988; ZACHAZEWSKI, 1989).

Por estas razões, o alongamento balístico deve ser usado somente em pacientes selecionados por exemplo, naqueles que estiverem em fase de pliometria (treinamento com saltos principalmente em atletas).

Kibler et al. (1988) avaliaram 2017 atletas do sexo masculino e feminino de nível colegial; as moças apresentaram maior flexibilidade e os rapazes tiveram desempenho superior nos testes de força. Stroud et al. 1989 afirmaram que adultos com anteversão femoral aumentada e síndrome dolorosa patelofemoral têm músculos posteriores de coxa mais encurtados que aqueles com anteversão femoral aumentada sem síndrome dolorosa patelofemoral.

Lysens et al. (1989) correlacionaram incidências de lesões por esforços repetitivos a diminuição da flexibilidade muscular.

Knapik et al. (1991) observaram atletas universitários do sexo feminino com flexibilidade assimétrica nos membros inferiores e constataram aumento da incidência de lesões.

Estudo com patinadores adolescentes de elite, revelou associação entre síndromes dolorosas na parte anterior do joelho e encurtamento dos músculos posteriores de coxa, reto femoral, gastrocnêmios e sóleo (SMITH et al. 1991).

Grady & Saxena (1991) concluíram que alongamento de 30 segundos é adequado para melhorar a flexibilidade, com adicionais mínimos quando o alongamento vai além de um ou dois minutos.

Quando se utiliza o alongamento estático estes devem ser mantidos por um período mínimo de 30 segundos (MADDING, 1987 BANDY & IRION, 1994).

Bandy & Irion (1994) estudaram programas de alongamento dos músculos posteriores de coxa com duração de 15, 30 e 60 segundos. Não encontraram melhora na flexibilidade com alongamento único diário de 15 segundos e encontraram melhora com o alongamento de no mínimo 30 segundos sugerindo este tempo como ideal para alongamento estático.

Zakharov (1992) afirma que os maiores aumentos da flexibilidade foram verificados entre 9 a 14 anos. Entre 15 e 17 anos,

ainda podem ser obtidos consideráveis êxitos no desenvolvimento da flexibilidade se associados a prática atlética.

Bömhe (1995) estudou escolares entre 7 e 17 anos e encontrou amplitudes do quadril e coluna vertebral superiores para o sexo feminino em relação ao masculino em todas as idades.

Zardo (1999) verificou também em escolares de ambos os sexos, entre 7 e 14 anos, variação significativa de flexibilidade das meninas em relação aos meninos . A maior quantidade de estrógeno no sexo feminino seria responsável pelo menor desenvolvimento da massa e maior acúmulo de água e polissacarídes em relação ao sexo masculino, pelo efeito de diminuição do atrito entre as fibras musculares (ZARDO,1999).

O alongamento estático oferece como vantagens a utilização de menor força global, redução do risco de ultrapassar os limites da extensibilidade tecidual , requerem menor demanda de energia e menor probabilidade de dores musculares.

TABELA 2 – Deficits de flexibilidade associados às lesões por esforços repetitivos (adaptada de KRIVICKAS, 1997).

Patologias / Músculo	Apofisite de trocanter	Síndrome patelo femoral	Apofisite inferior patelar	Osgood Schlatter	Tendinite da pata de ganso	Síndrome do trato-ílio tibial	Fasceíte plantar
Íliopsoas	X						
Tensor da Fáscia Lata						X	
Reto femoral		X	X	X			
Posteriores de coxa		X	X	X			
Gastrocnêmicos		X			X		X
Tibial posterior							
Rotadores externos de ombro							

TABELA 3 - Fatores anatômicos associados à lesões por esforços repetitivos (adaptada de KRIVICKAS 1997).

Patologias / Músculo	Epifisite de Calcâneo	Navicular Acessório	Síndrome do Impacto
Íliopsoas			
Tensor da Fáscia Lata			
Posteriores de coxa			
Gastrocnêmicos	X	X	
Tibial Posterior		X	
Rotadores Externos de ombro			X

Krivickas & Feinberg (1996) estudaram a relação entre encurtamento muscular e lesões dos membros inferiores em atletas universitários; utilizaram a escala de retração muscular de 10 pontos; os homens tinham músculos significativamente mais encurtados que as mulheres. Para os homens, cada ponto adicional na escala de encurtamento muscular aumentaria o risco de lesão em 23%, mas o encurtamento muscular não esteve associado à incidência de lesão nas mulheres.

Pela literatura analisada constata-se o interesse crescente pelo conhecimento da importância do alongamento muscular, seja nos diferentes sexos e idades, seja na incidência de lesões ou na procura das melhores alternativas de utilização como forma terapêutica .

1.7. ESTUDOS EXPERIMENTAIS

Sola et al. (1973), afirmou que programa de alongamento, mantendo a cintura escapular em abdução máxima produziu aumento do comprimento do músculo grande dorsal de pombos.

Dix & Eisenberg (1990) verificaram acúmulo de RNA mensageiro da síntese de miosina nos músculos alongados quando comparados ao controle.

Há falta de trabalhos experimentais na investigação das características de trabalho de alongamento, traduzida pelo pequeno número de artigos encontrados.

1.8. ESTUDOS CLÍNICOS COMPARATIVOS

De Vries (1962), estudou universitários do sexo masculino e comparou alongamento estático e balístico e não encontrou diferenças significativas.

Moore & Hutton (1980), avaliaram universitárias do sexo feminino, compararam alongamento por FNP, contração/relaxamento e contração/relaxamento e agonista e alongamento estático: encontraram no grupo contração/relaxamento associado ao agonista resultados melhores que nos grupos alongamento estático que por sua vez foi melhor que o grupo contração/relaxamento.

Sady et al. (1982) investigaram universitários do sexo masculino, realizando comparação entre FNP (contração/relaxamento), alongamento estático e alongamento balístico aplicado à inúmeros grupos musculares e concluíram que o método FNP teve melhores resultados.

Lucas & Koslow (1984), em universitárias do sexo feminino, compararam o método FNP (contração/relaxamento) ao alongamento estático e balístico nos músculos posteriores da coxa e não encontraram diferenças significativas.

Wallin et al. (1985) realizaram comparação entre FNP (contração/relaxamento) e alongamento balístico nos músculos ísquio-tibiais, adutores do quadril, gastrocnêmios e sóleo, e encontraram resultados significativamente superiores com o método FNP.

Entyre e Lee (1988), avaliaram universitários dos sexos masculino e feminino, comparando FNP (contração/relaxamento), FNP contração/relaxamento-agonista e alongamento estático, nos músculos posteriores de coxa e flexores de ombro; encontraram para o grupo (contração/relaxamento associado ao agonista) resultados significativamente superiores em relação ao grupo contração/relaxamento.

relaxamento. Contração/relaxamento apresentou resultados, nos flexores de ombro, melhores que o estático.

Godges et al. (1989), estudaram universitários do sexo masculino, estabelecendo comparação entre alongamentos pelo método FNP associado à massagem em partes moles e alongamento estático nos músculos posteriores de coxa e concluíram que o alongamento estático produziu resultados significativamente superiores.

Issurin et al. (1994) delinearam experimento clínico em que os pacientes, em decúbito dorsal, tiveram aplicados na região dos músculos adutores e posteriores da coxa, um aparato para produção de vibração em pequena frequência; a preparação com o vibrador antecedeu a aplicação de protocolos de alongamento estático e balístico para comparação contra um controle que não utilizou a preparação; concluíram que no grupo que utilizou o método de preparação com vibração obteve resultado significativamente superior ao controle que não recebeu o estímulo vibratório.

Brent & Myrer (2001) afirmaram que 60 segundos de alongamento estático em população de idosos de média de 85 anos de idade foi mais significativa que alongamentos de 15 ou 30 segundos aplicados sobre músculos posteriores de coxa .

Brent & Myrer (2001), compararam em atletas seniors, média de 65 anos de idade, alongamentos de FNP com contração/relaxamento associado ao agonista e alongamento estático e não foi observada diferença estatisticamente significativa.

1.9. FORMAS E EFEITOS DOS MÉTODOS DE PREPARAÇÃO AO ALONGAMENTO

O aquecimento muscular é a forma mais empregada como preparação ao alongamento. Existem duas formas de aquecimento: aquecimento ativo geral constituído de exercícios físicos e estímulos à grandes grupos musculares e elevação da temperatura interna. Como exemplo pode-se citar a bicicleta estacionária e o aquecimento passivo realizado pelo uso de duchas, pomadas e massagens, com a finalidade de aumentar a temperatura de uma região e dilatar os vasos sanguíneos, efeitos que também podem ser obtidos pela eletroestimulação.

A temperatura entre 38,8° e 41,6°C foi considerada apropriada para se alcançar a complacência das fibras musculares. As fibras entram em relaxamento exigindo menor carga para alongar-se, o que demonstra efeito benéfico do aquecimento antes do programa ou treino de flexibilidade (SAPEGA et al. 1981; PETERSON & RENSTRON, 1995).

Entre as várias formas de preparação ao alongamento muscular e pode-se destacar o uso de calor como banhos quentes, compressas quentes, eletrotermoterapia, crioterapia, bicicleta, eletroestimulação neuromuscular, relaxamento, corrida e caminhada que estão entre os meios mais utilizados nos serviços de reabilitação. Exercícios respiratórios e massagem relaxam os músculos por meio do aumento da temperatura local favorecendo o alongamento muscular e também são utilizados como forma preparatória ao ganho de amplitude articular e muscular. Corrida, bicicleta estacionária e caminhadas também geram efeito metabólico que favorece o aquecimento articular e muscular global (ACHOUR, 1999).

Métodos de relaxamento também tem como efeito benéfico a redução do tônus muscular.

Exercícios respiratórios agem também no diafragma, e nos componentes da mecânica respiratória, costelas, parede abdominal e fáscias, e resultam em relaxamento e menor estresse (CAMPIGNION, 1998).

Os métodos físicos utilizados terapeuticamente na Fisioterapia (ultra-som, ondas-curtas, microondas, infra-vermelho, toalhas quentes, etc) geram algum aumento de temperatura local e ação sobre a plasticidade do colágeno e contribuem na deformação das ligações intermoleculares e colóides agindo diretamente no espasmo muscular com alívio da rigidez.

A crioterapia produz com vasoconstrição e vasodilatação reflexa periférica, diminuição do metabolismo celular, redução dos processos inflamatórios, interrupção do ciclo de dor pelo espasmo, diminuição da ativação do fuso muscular (ACHOUR, 2002).

O aumento da temperatura por meio de exercício físico, reduz as resistências viscosas dos tendões e ligamentos, e contribuem para a facilitação do movimento articular e incluem maior produção de líquido sinovial. Este mecanismo melhora a capacidade de suporte de carga durante treinamento, em razão da redução do coeficiente de atrito e conseqüente melhora da lubrificação e nutrição articular (ASTRAND & RODALH, 1987).

O aquecimento também contribui na redução da viscosidade inter-muscular o que diminui o tempo de propagação dos estímulos nervosos, com aumento da velocidade de contração muscular, e resulta em melhor preparação ao esforço físico.

Stanish & Macvigar (1993) afirmaram que a combinação de calor e alongamento é ótima para a deformação do tecido. Recomendaram aplicação simultânea durante manutenção da posição em alongamento e, desta maneira, após remoção do calor, obteve-se ganho significativo da amplitude de movimento.

Souchard (1986) afirmou que é melhor não aquecer os músculos, antes das séries de alongamento, por acreditar que o ganho momentâneo na fase elástica regride após cessar o aquecimento e portanto, realizar o alongamento de forma prolongada com músculos “frios”, seria a melhor maneira de se obter resultados mais expressivos .

A maioria dos autores concorda que o aquecimento muscular é necessário como forma de preparação ao alongamento muscular; segundo Norris (1996), o tecido aquecido permanecerá elástico por mais tempo e alcançará o limite de elasticidade com comprimento maior da fibra muscular.

Como formas de preparação ao alongamento, pode-se incluir os exercícios na bicicleta estacionária e a eletroestimulação excito-motora.

A bicicleta estacionária, devido à funcionalidade, está presente em academias, clubes, clínicas, hospitais, domicílios e têm eficácia comprovada como solicitação ativa geral cárdio-respiratória e músculo-esquelética.

A eletroestimulação excito-motora em frequência de 10 Hz levando a uma vasodilatação pronunciada (TAKAHASHI & HOOD, 1993), e por ser um aparelho de fácil manuseio e de baixo custo, muito utilizado em todas as áreas da Reabilitação.

A estimulação elétrica do músculo através do nervo motor tem efeitos imediatos e a longo prazo. A contração muscular e as alterações vasculares são exemplos dos efeitos imediatos (LOW & REED, 2001).

Williford et al. (1994) fizeram uma pesquisa com 3 grupos de estudantes de idade média de 23,8 anos. O primeiro grupo corria 5 minutos e fazia exercícios de alongamento, o segundo grupo fazia somente exercícios de alongamento e o terceiro grupo era o controle. O primeiro grupo demonstrou uma resposta significativa na flexibilidade do tornozelo comparado com outros grupos. O segundo grupo demonstrou

melhora na flexibilidade de tronco quando comparada com a dos outros dois grupos. Concluíram que a atividade de corrida é somente uma parte do aquecimento

A análise crítica da literatura encontrada, mostra que existem inúmeras questões ainda não respondidas relacionadas aos métodos de alongamento, necessidade ou não de preparação prévia e impacto destas medidas nos resultados obtidos, ou seja, ainda não há consenso com relação ao melhor planejamento de um programa de alongamento muscular.

1.10. OBJETIVOS DA PESQUISA

Analisar o efeito de dois métodos de preparação ao alongamento, bicicleta e eletroestimulação, em grupo de voluntários.

Não foi encontrado nenhum trabalho referente, a preparação ao alongamento muscular comparando os efeitos da bicicleta estacionária e à eletroestimulação excitomotora no grupo dos músculos ísquio-tibiais, não existindo assim conclusões definitivas de qual método seria mais adequado e, portanto; considera-se justificável este trabalho.

* Na elaboração deste estudo foram obedecidos as normas abaixo:

¹ Terminologia anatômica Internacional, Sociedade Brasileira de Anatomia, Editora Manole em dois volumes, 2.001.

² A estrutura de dissertação (normas)...

³ Os procedimentos práticos foram realizados na clínica de Fisioterapia Salgado, Londrina-Pr.

2. Casuística e Métodos

2.1. CASUÍSTICA

Foram selecionados 30 estudantes universitários com idade entre 20 e 25 anos, sexo masculino, cor branca, destros, com índice de massa corporal (IMC) entre 20 e 25 kg/m², sedentários e sem qualquer antecedente médico que afetasse os membros inferiores. Como critério para estabelecer o nível de sedentarismo, foi utilizado o questionário de PATE, modificado por NAHAS (1994), apresentado no anexo 1.

Foram realizadas duas medições de goniometria do quadril, inicial e após a aplicação de um dos três protocolos.

Todos os participantes, voluntários, foram comunicados dos eventuais riscos da pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de Botucatu, tomou ciência do projeto previamente aprovado pela Universidade Estadual de Londrina aos 14 de março de 2002*. O parecer está apresentado no anexo 2.

A tabela 4 apresenta os dados individuais dos voluntários.

* Comitê de Ética em Pesquisa, parecer 04/2.002 UEL e ofício nº130/2.002 (FMB – UNESP)

TABELA 4 - Dados individuais dos sujeitos da amostra: idade (anos), peso (quilogramas), altura (metro) e IMC (quilograma/m²)

Amostra	Idade	Peso	Altura	IMC
1	22	65	1,65	23,8
2	20	82	1,82	24,8
3	23	82	1,85	24,1
4	21	78	1,86	22,7
5	20	80	1,80	24,5
6	20	71	1,77	22,6
7	22	76	1,80	24,4
8	23	77	1,78	24,3
9	21	74	1,77	23,6
10	22	82	1,84	24,2
11	22	65	1,69	22,8
12	22	75	1,82	22,6
13	20	82	1,86	23,7
14	21	84	1,86	24,3
15	25	78	1,81	23,8
16	22	82	1,83	24,4
17	23	80	1,81	24,4
18	22	76	1,81	23,2
19	20	78	1,83	23,3
20	22	69	1,75	22,5
21	23	74	1,79	23,1
22	20	72	1,75	23,5
23	20	75	1,82	21,8
24	24	77	1,81	23,5
25	21	74	1,74	24,4
26	22	72	1,75	23,5
27	20	70	1,70	24,2
28	21	80	1,85	23,4
29	20	70	1,74	23,1
30	20	69	1,75	22,5

2.1.2. Delineamento e grupos experimentais

Os indivíduos foram distribuídos por sorteio em três grupos experimentais, denominados I,II e III* cada um com dez participantes. Novo sorteio determinou a seqüência das aplicações dos protocolos. A partir de então, durante três datas, separadas por intervalos de sete dias, cada grupo foi submetido, em dias diferentes, a um dos três protocolos de experimentação, conforme demonstrado na tabela 5. Desta maneira, todos os indivíduos foram submetidos aos três protocolos em dias diferentes.

TABELA 5 - Grupos experimentais, distribuição de dias e protocolos.

	Grupo	1º. dia	2º. dia	3º. dia
A	01 á 10	Bicicleta	EE	Controle
B	11 á 20	EE	Controle	Bicicleta
C	21 á 30	Controle	Bicicleta	EE

EE (eletroestimulação)

Todos os procedimentos foram realizados em clinica de fisioterapia, sempre no mesmo horário, com inicio as 19 hs, em ambiente com temperatura controlada (22° C).

* que foram denominados I (eletroestimulação), II (bicicleta) e III (controle).

2.2. FASES DO EXPERIMENTO

- 2.2.1.** Recepção e acomodação dos voluntários.
- 2.2.2.** Mensuração do ângulo inicial de goniometria do quadril.
- 2.2.3.** Aplicação do protocolo seguindo sorteio previamente realizado.
- 2.2.4.** Mensuração do ângulo final de goniometria do quadril.

2.3. TÉCNICAS UTILIZADAS

2.3.1. Mensuração da goniometria

Foi utilizado como instrumento de mensuração angular goniômetro de acrílico* com escala em graus, conforme ilustrado na figura 9 B.

Cada voluntário foi colocado em decúbito dorsal de maneira relaxada e o examinador elevou o membro com o joelho em extensão para medição da amplitude articular do quadril e indiretamente do estado de retração dos músculos ísquio-tibiais.

O membro inferior dos voluntários era elevado até que referisse sensação de desconforto, tanto na mensuração inicial como na final, conforme ilustrado nas figuras 4 A e B.

* Kroman S/C Ltda (São Paulo – Brasil)

2.3.2 Preparação com Bicicleta

Após mensuração inicial da flexão de quadril pela goniometria, cada indivíduo foi colocado sentado em bicicleta conforme ilustrado na figura 6, com regulagem de altura do selim e pedalou durante 15 minutos com carga de 10 Watts de resistência com o membro dominante (direito) e o membro inferior esquerdo em repouso sobre um suporte, imediatamente após o exercício foi repetida a goniometria. Foi utilizada bicicleta eletromagnética* ,com carenagem em plástico, banco com regulagem de altura, acolchoado com borracha, painel eletrônico com controle de potência e regulador de tempo (“timer“) e cronômetro.

2.3.3 Preparação com Eletroestimulação

Também após mensuração inicial da flexão de quadril pela goniometria, cada indivíduo foi colocado em decúbito dorsal, em maca acolchoada, com 2 eletrodos auto-adesivos, sobre o ventre muscular dos ísquio-tibiais do membro inferior direito.

Foi utilizada corrente de 10 Hz de frequência (considerada de baixa frequência, faixa de 1 à 1.000 Hz), com largura de pulso de 400 microssegundos e intensidade média de 28 miliamperes, durante 15 minutos e, imediatamente após, repetida a goniometria, conforme já exposto.

Foram utilizados aparelhos portáteis de eletroestimulação** ilustrado pela figura 9 A, dotado de baterias de 9 Volts, dois canais, e dois pares de eletrodos na pele, conforme ilustrado nas figuras 7 A,B,C,D e E.

* Bicicleta Moviment S/C Ltda (Pompéia – SP – Brasil)

** ITO – modelo Trio 300 (Japão)

2.3.4 Controle

Cada indivíduo permaneceu em decúbito dorsal com apoio de espuma sob os joelhos por 15 minutos conforme ilustrado pelas figuras 8 A e B. A mensuração por goniometria foi também realizada antes do início do período de repouso e após o final do mesmo.

2.4 MÉTODO ESTATÍSTICO

Para comparação dos grupos entre os momentos e dos momentos entre os grupos, foi utilizada a Análise de Medidas Repetidas.

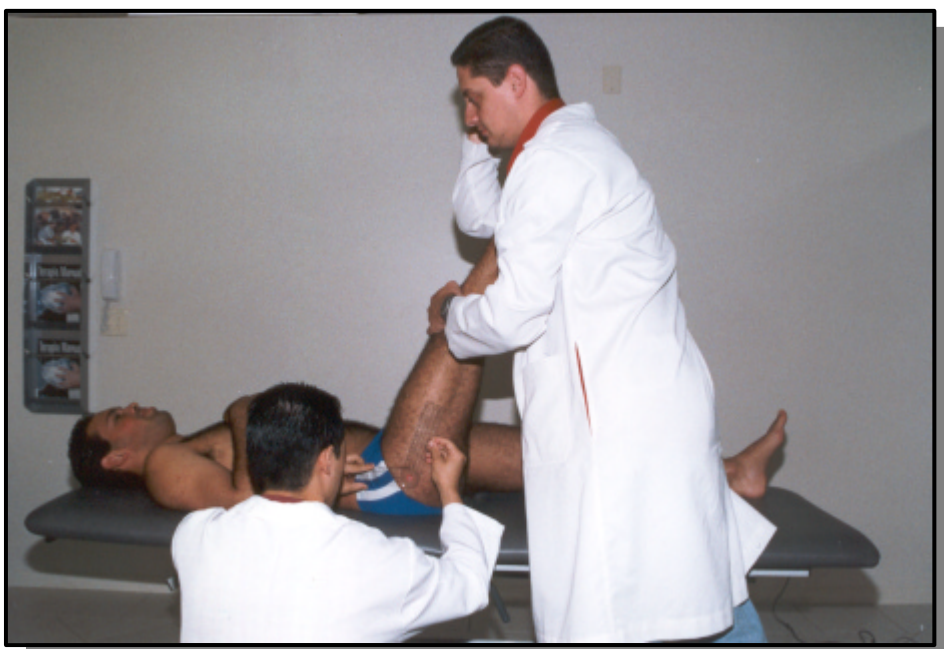
Para estudo da correlação entre as variáveis, IMC com a idade e IMC com variação, foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson. O nível de significância adotado foi de 5% (MORRISON, 1990).

2.5. FIGURAS



A

FIGURA 4 - A– Goniometria inicial de quadril



B

FIGURA 4 - B– Goniometria final de quadril

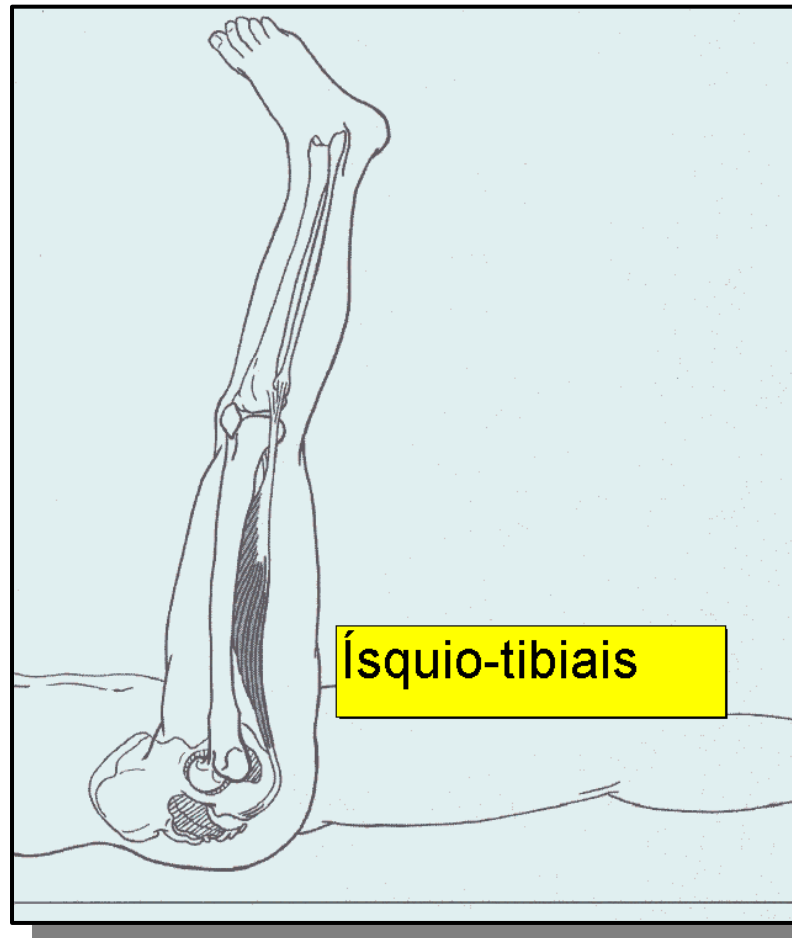


FIGURA 5 – Representação esquemática do procedimento de elevação do membro inferior durante goniometria, para verificação da amplitude de movimento.



FIGURA 6 – Voluntário durante aplicação do protocolo de preparação com bicicleta estacionária.



FIGURA 7A – Voluntário durante aplicação do protocolo de preparação com eletroestimulação, colocação dos eletrodos no ísquio-tibiais ventre dos músculos ísquio-tibiais.



FIGURA 7B – Colocação dos dois eletrodos no ventre muscular dos ísquio-tibiais.

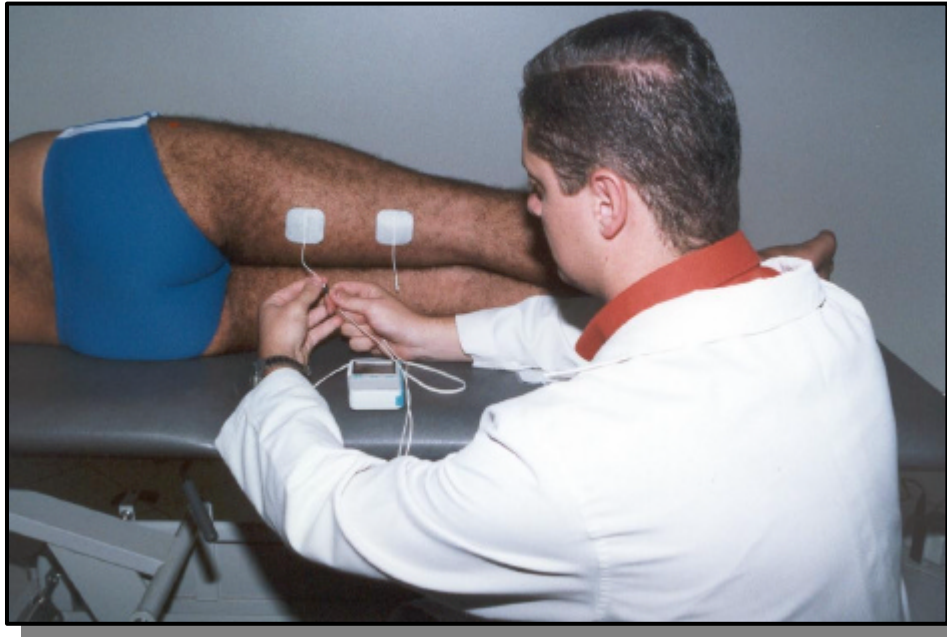


FIGURA 7C – Conexão dos eletrodos ao aparelho portátil de eletroestimulação.

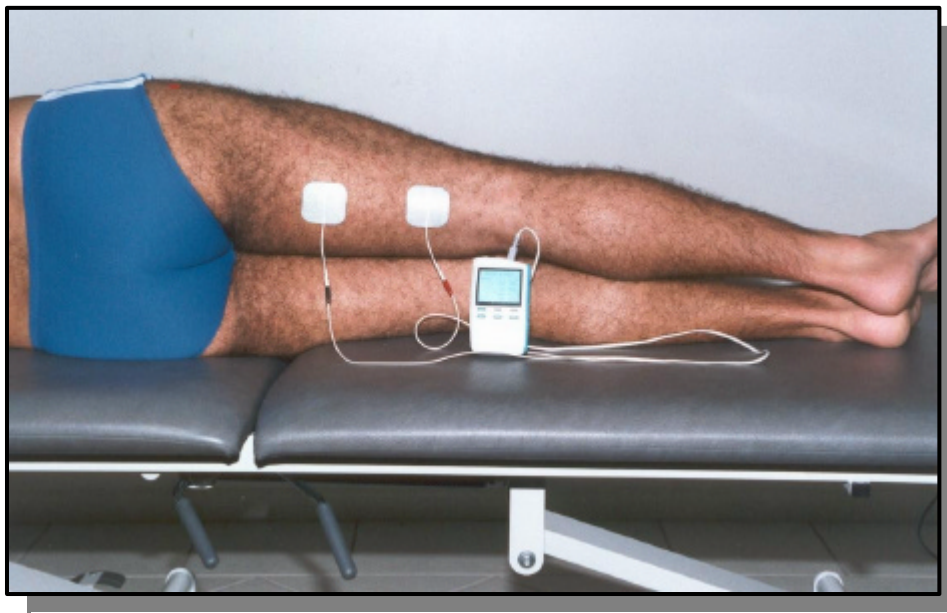


FIGURA 7D – Eletrodos já colocados e conectados ao aparelho de eletroestimulação.



FIGURA 7E – Voluntário sendo submetido à eletroestimulação.



A

FIGURA 8 – A - Voluntário do grupo controle em repouso



B

FIGURA 8 – B- Detalhe do posicionamento dos membros inferiores durante o repouso.



FIGURA 9 - A - Aparelho de eletroestimulação e envelope de eletrodos

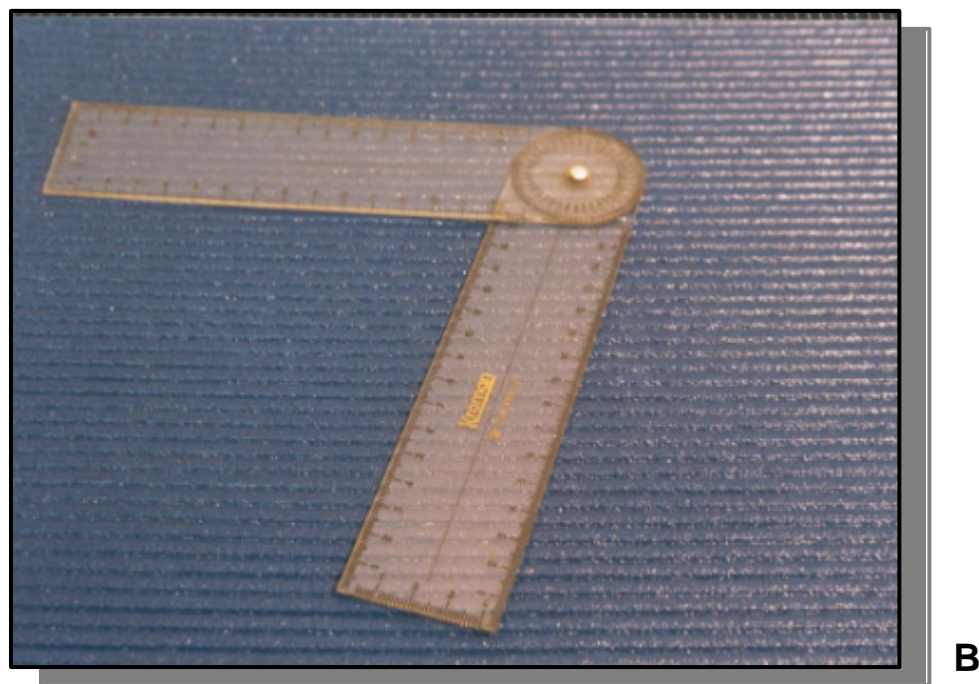


FIGURA 9 - B - Goniômetro de acrílico

3. Resultados

As tabelas 6, 7 e 8 apresentam os valores individuais da goniometria do quadril, nos momentos inicial e final, respectiva variação e estatística descritiva.

As figuras 10,11 e 12 ilustram os valores de média e desvio-padrão dos três grupos.

A figura 13 mostra a evolução da amplitude de movimentos nos três grupos. A figura 14 resume comparativamente os resultados obtidos nos três grupos.

A figura 15 ilustra a variação média e desvio padrão entre os momentos inicial e final nos três grupos: A tabela 9 apresenta os valores de média e desvio padrão nos três grupos, comparações efetuadas, estatística calculada, nível de significância e comentários.

As figuras 16, 17 e 18 apresentam os diagramas de correlação entre variação da goniometria e IMC (Índice de Massa Corporal) e o coeficiente calculado; as figuras 19,20 e 21 apresentam os diagramas de correlação entre a variação da goniometria e a idade e o coeficiente calculado.

TABELA 6 - Resultados das medidas dos ângulos (ρ) de goniometria inicial e final do Grupo I (eletroestimulação): estatística descritiva (média, desvio-padrão, valores máximo e mínimo) e variação.

AMOSTRA	INICIAL	FINAL	VARIAÇÃO
1	52	68	16
2	42	64	22
3	42	68	26
4	69	84	15
5	37	61	24
6	114	128	14
7	80	90	10
8	22	40	18
9	74	85	11
10	45	64	19
11	42	68	26
12	55	69	14
13	56	71	15
14	75	91	16
15	53	76	23
16	47	63	16
17	42	68	26
18	45	65	20
19	48	73	25
20	58	77	19
21	53	71	18
22	73	92	19
23	53	64	11
24	45	73	28
25	47	70	23
26	42	65	23
27	43	63	20
28	51	69	18
29	50	68	18
30	48	61	13
Média	53	72	19
Desvio-Padrão	17	15	5
Máximo	114	128	28
Mínimo	22	40	10

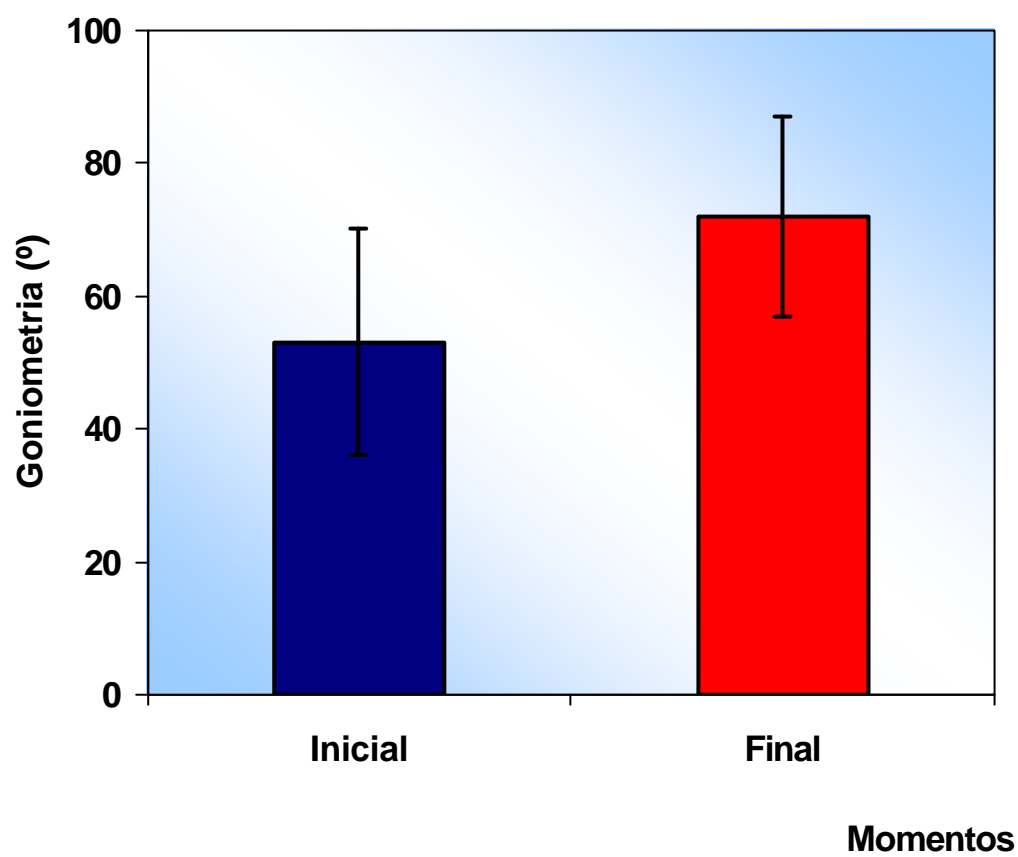


FIGURA 10 - Média e desvio-padrão das medidas dos ângulos (°) de goniometria inicial e final do grupo I (eletroestimulação).

TABELA 7 – Resultados das medidas dos ângulos ($^{\circ}$) de goniometria inicial e final do Grupo II (bicicleta estacionária): estatística descritiva (média, desvio-padrão, valores máximo e mínimo) e variação.

AMOSTRA	INICIAL	FINAL	VARIAÇÃO
1	50	62	12
2	42	52	10
3	45	54	9
4	66	79	13
5	37	55	18
6	109	126	17
7	80	88	8
8	22	37	15
9	71	85	14
10	43	53	10
11	47	54	7
12	55	70	15
13	52	61	9
14	77	90	13
15	51	61	10
16	47	58	11
17	40	50	10
18	44	50	6
19	44	62	18
20	55	70	15
21	51	60	9
22	71	80	9
23	53	64	11
24	46	58	12
25	43	54	11
26	40	51	11
27	43	49	6
28	51	60	9
29	48	59	11
30	46	57	11
Média	52	64	11
Desvio-Padrão	16	17	3
Máximo	109	126	18
Mínimo	22	37	6

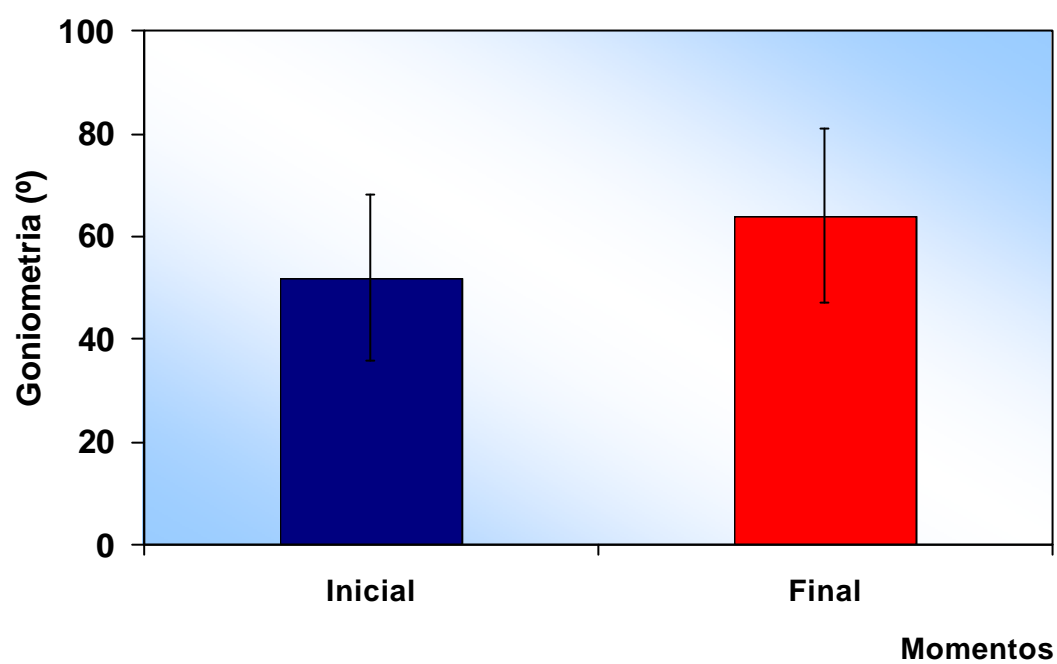


FIGURA 11 - Média e desvio-padrão das medidas dos ângulos (°) de goniometria inicial e final do grupo II (bicicleta).

TABELA 8 – Resultados das medidas dos ângulos ($^{\circ}$) de goniometria inicial e final do Grupo III (controle): estatística descritiva (média, desvio-padrão, valores máximo e mínimo) e variação.

AMOSTRA	INICIAL	FINAL	VARIAÇÃO
1	52	52	0
2	42	44	2
3	40	40	0
4	67	68	1
5	37	35	-2
6	112	114	2
7	80	82	2
8	22	27	5
9	73	75	2
10	42	44	2
11	42	45	3
12	50	52	2
13	53	53	0
14	75	74	-1
15	53	57	4
16	44	47	3
17	42	43	1
18	40	41	1
19	47	47	0
20	55	56	1
21	53	54	1
22	70	73	3
23	50	52	2
24	42	46	4
25	43	46	3
26	42	44	2
27	43	43	0
28	49	52	3
29	50	50	0
30	45	47	2
Média	52	53	2
Desvio-Padrão	17	17	2
Máximo	112	114	5
Mínimo	22	27	-2

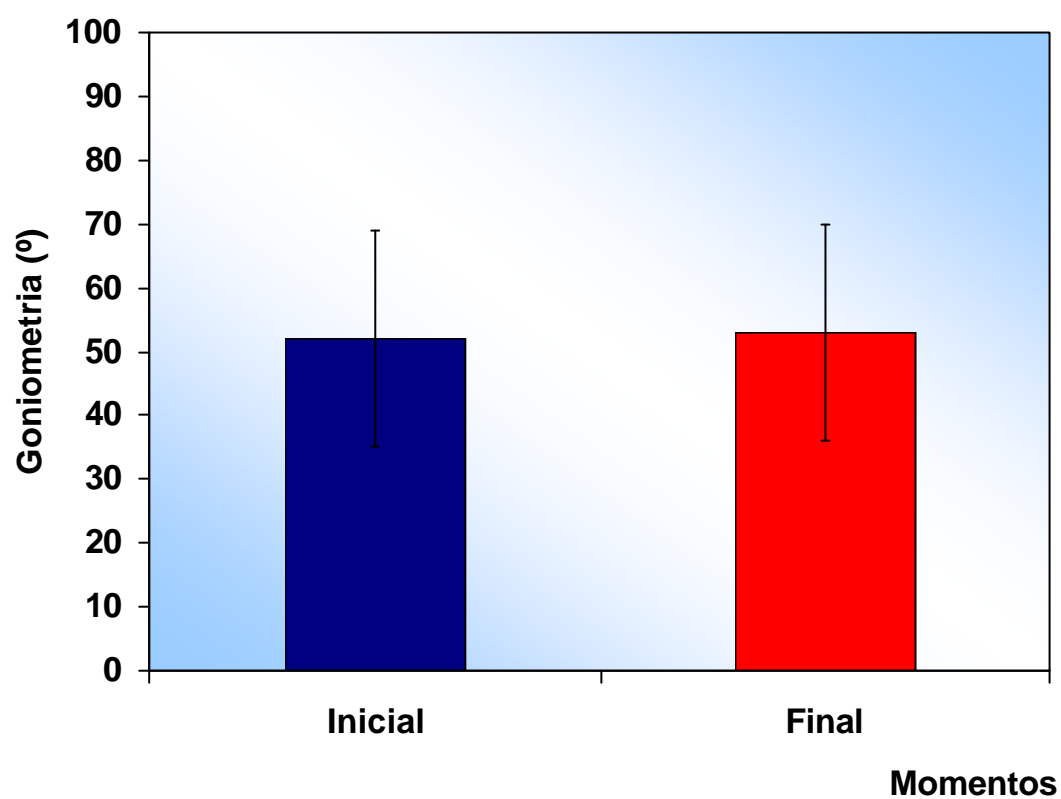


FIGURA 12 - Média e desvio-padrão das medidas dos ângulos (°) de goniometria inicial e final do grupo III (controle).

TABELA 9 – Média e desvio-padrão das medidas dos ângulos (ρ) de goniometria, segundo momento e grupo experimental, variação, análise estatística e comentários.

MOMENTO			
GRUPO	INICIAL	FINAL	VARIAÇÃO
I	53 ± 17	72 ± 15	18,9 ± 4,9
II	52 ± 16	64 ± 17	11,3 ± 3,2
III	52 ± 17	53 ± 17	1,6 ± 1,6

Hipótese Testada	Valor de p	Comentário	
Efeito do grupo fixado o momento			
	I X II	$p > 0,05$	I \cong II
Inicial	I X III	$p > 0,05$	I \cong III
	II X III	$p > 0,05$	II \cong III
	I X II	$p < 0,05$	I > II
Final	I X III	$p < 0,05$	I > III
	II X III	$p < 0,05$	II > III
Efeito do momento fixado o grupo			
	Grupo I	$p < 0,05$	Inicial < Final
Inicial x Final	Grupo II	$p < 0,05$	Inicial < Final
	Grupo III	$p > 0,05$	Inicial \cong Final
	I X II	$p < 0,05$	I > II
Variação	I X III	$p < 0,05$	I > III
	II X III	$p < 0,05$	II > III

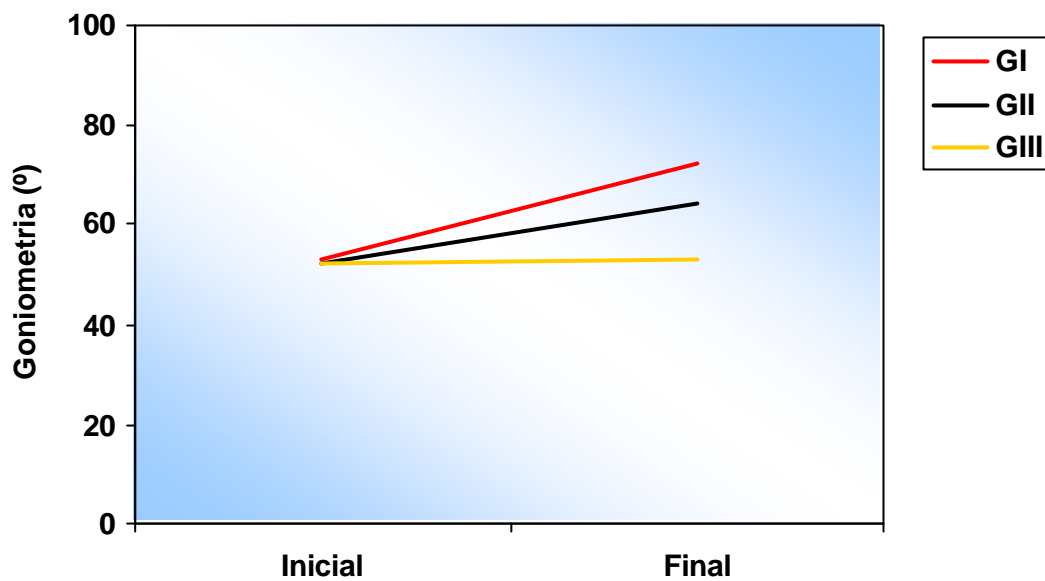


FIGURA 13 - Evolução das médias das medidas dos ângulos (°) de goniometria inicial e final nos três grupos experimentais.

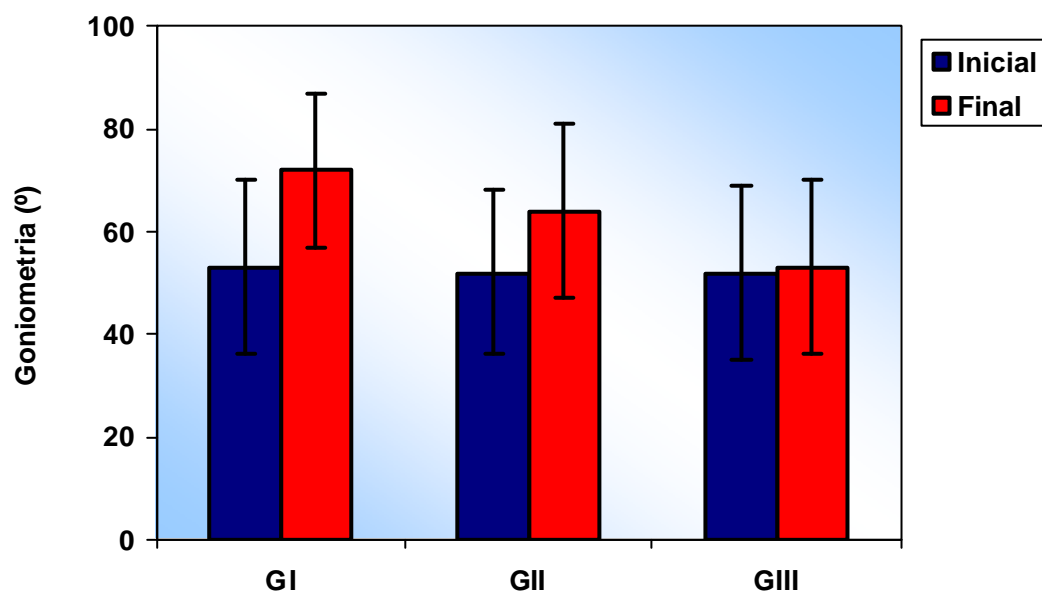


FIGURA 14 - Média e desvio-padrão das medidas dos ângulos (°) de goniometria inicial e final nos três grupos experimentais.

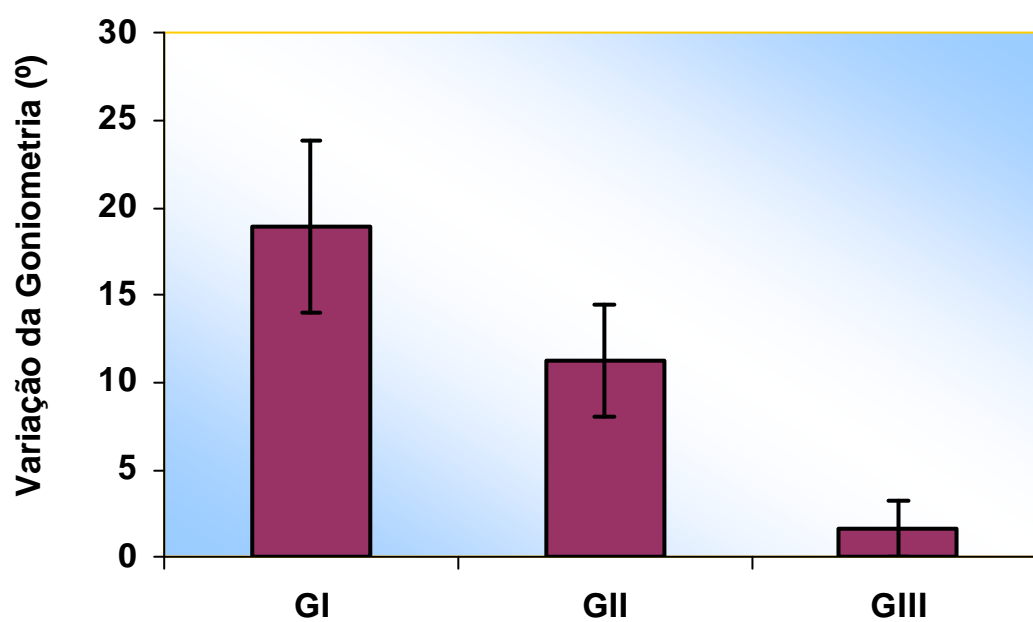


FIGURA 15 - Variação das medidas dos ângulos (°) de goniometria nos três grupos experimentais.

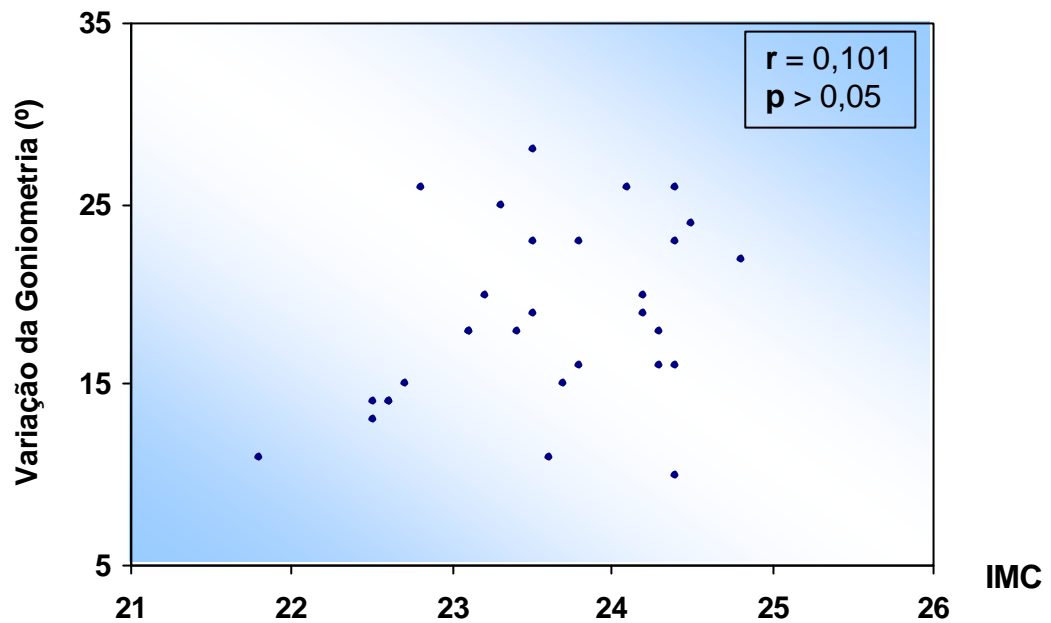


FIGURA 16 - Diagrama de Dispersão: correlação entre variação da goniometria (°) e índice de massa corpórea (IMC) e análise estatística (coeficiente de Pearson), nos indivíduos do grupo I (Eletroestimulação).

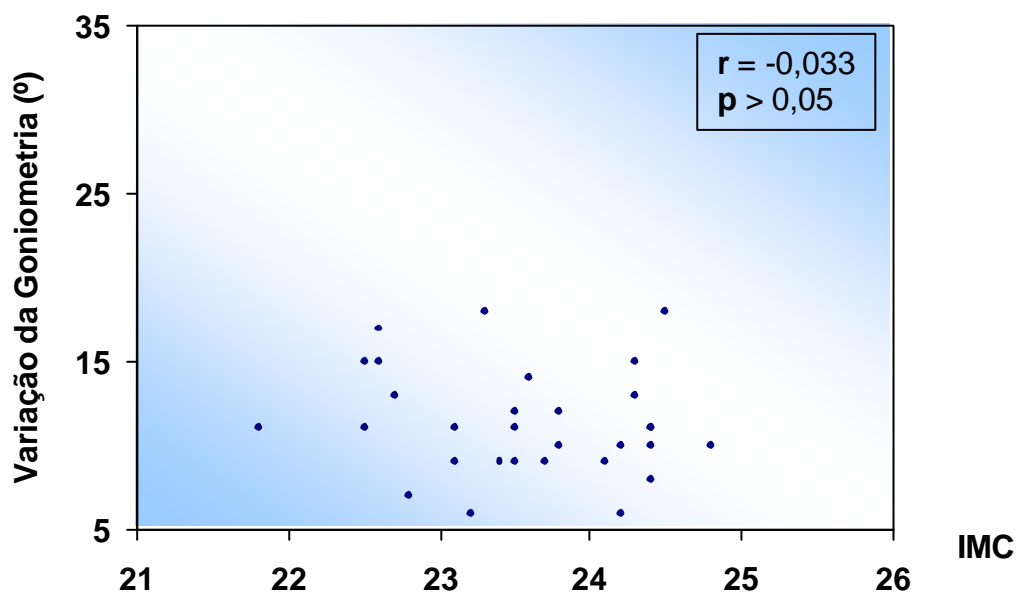


FIGURA 17 - Diagrama de Dispersão: correlação entre variação da goniometria (°) e índice de massa corpórea (IMC) e análise estatística (coeficiente de Pearson), nos indivíduos do grupo II (Bicicleta).

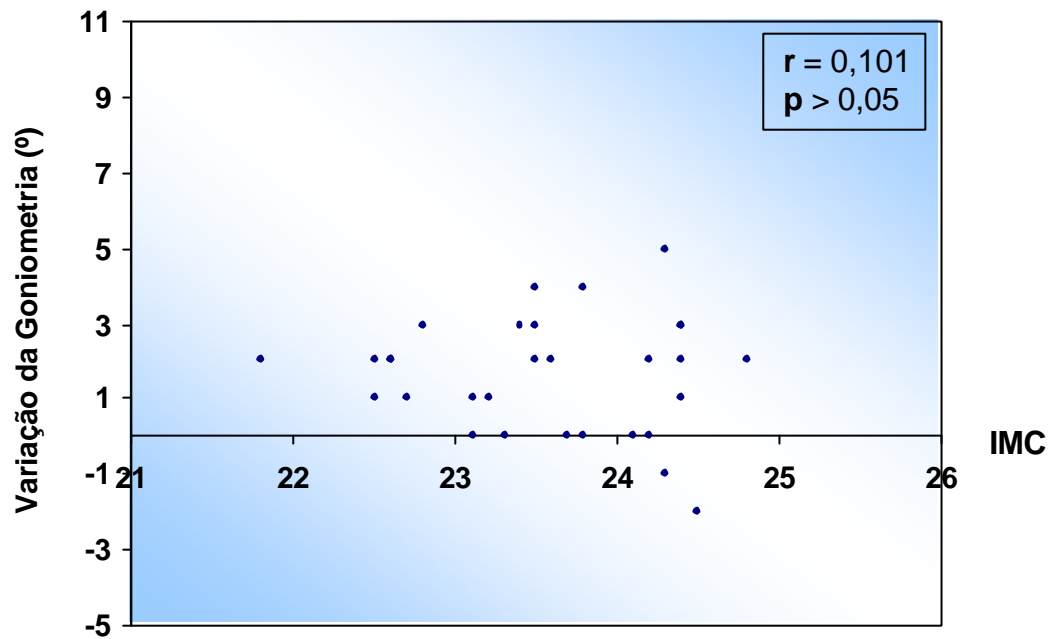


FIGURA 18 - Diagrama de Dispersão: correlação entre variação da goniometria (°) e índice de massa corpórea (IMC) e análise estatística (coeficiente de Pearson), nos indivíduos do grupo III (Controle).

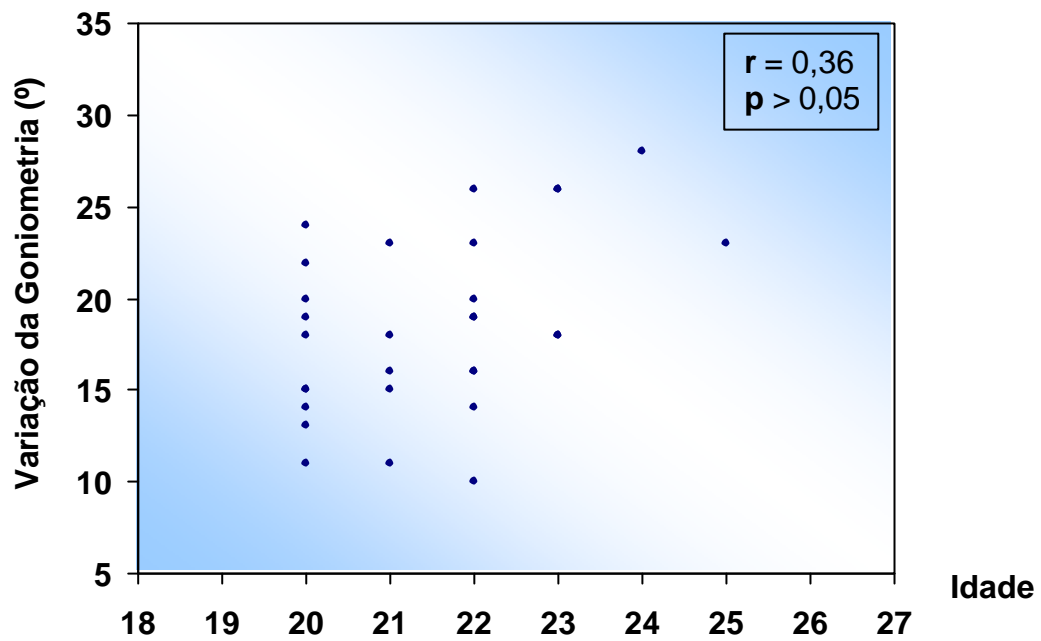


FIGURA 19 - Diagrama de Dispersão: correlação entre variação da goniometria (°) e idade, análise estatística (coeficiente de Pearson), nos indivíduos do grupo I (Eletroestimulação).

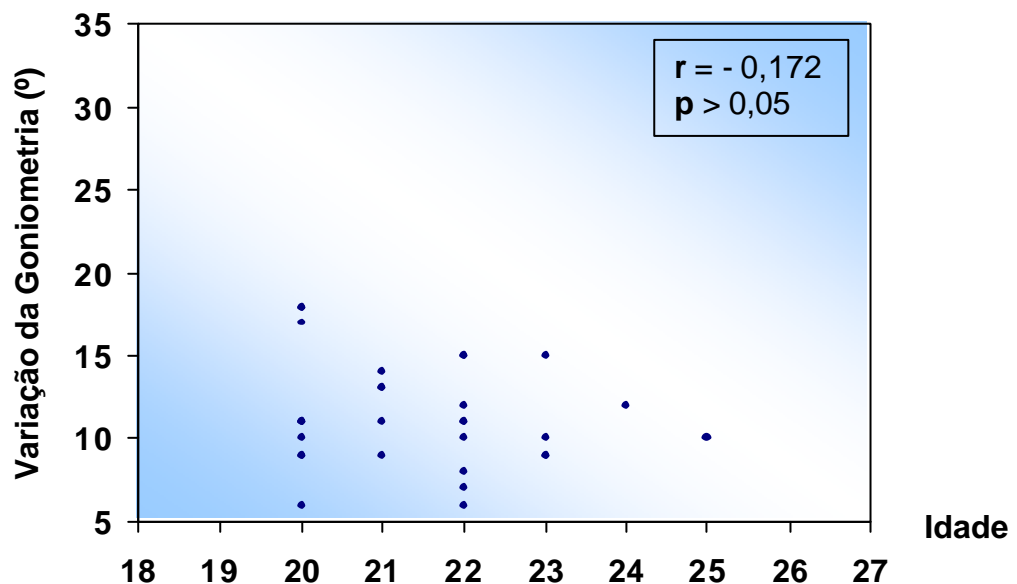


FIGURA 20 - Diagrama de Dispersão: correlação entre variação da goniometria (°) e idade, análise estatística (coeficiente de Pearson), nos indivíduos do grupo II (Bicicleta).

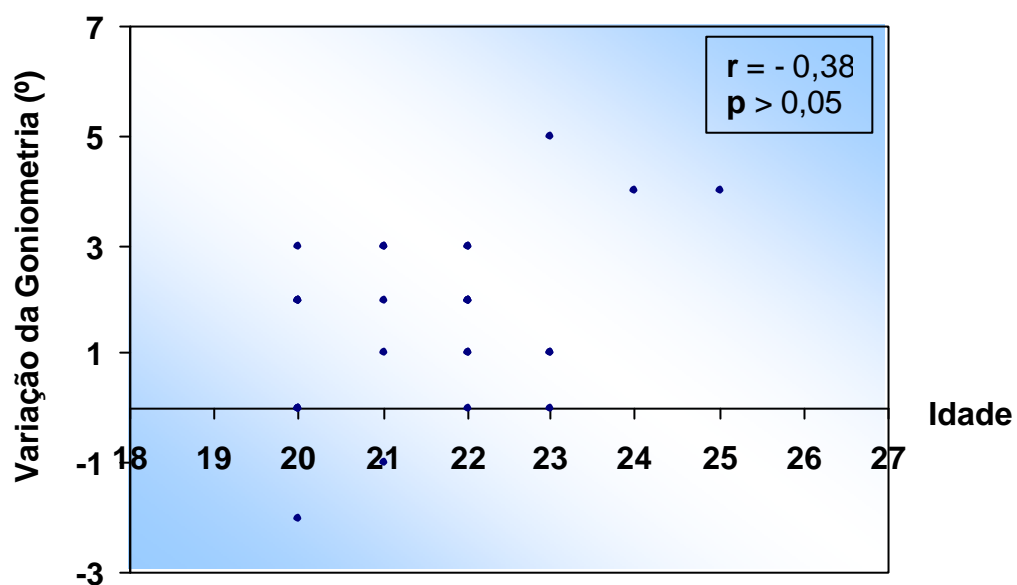


FIGURA 21 - Diagrama de Dispersão: correlação entre variação da goniometria (°) e idade, análise estatística (coeficiente de Pearson), nos indivíduos do grupo III (Controle).

4. Discussão

4.1. CASUÍSTICA

Foram escolhidos universitários com idade entre 20 e 25 anos, do sexo masculino, destros, sedentários e com IMC (Índice de massa corporal) entre 20 e 25kg/m², para que se trabalhasse com amostra a mais homogênea possível e pelo fato de homens apresentarem menor flexibilidade (Achour, 1999) e, portanto, a utilização de ambos os sexos poderia levar a resultados inadequados.

Kibler & Mcqueen (1988) avaliaram 2.017 atletas do sexo masculino e feminino de nível colegial. As moças foram mais flexíveis em todas as mensurações e os rapazes foram mais fortes em todos os testes .

Segundo Zardo (1999), a maior quantidade de estrógeno no sexo feminino também é responsável pelo menor desenvolvimento da massa muscular e maior acúmulo de água e polissacarídeos do que o sexo masculino, minimizando o atrito entre as fibras musculares e permitindo, portanto, maior flexibilidade.

Indivíduos brancos e mulheres negras apresentam menor flexibilidade no quadril, se comparadas com as mulheres brancas (ROACH & MILLES, 1991).

Os amarelos geralmente são mais flexíveis do que os negros que, por sua vez, são mais flexíveis que os brancos, segundo (GRAHAME, 1990).

Como pode-se perceber, existem dados de literatura que apontam para diferentes padrões de flexibilidade segundo raça, cor e sexo. Alguns destes critérios podem guardar pouca relação com o genótipo do indivíduo, principalmente em país marcado pela miscigenação como o Brasil. Para que as condições mínimas de padronização fossem atendidas, optou-se por brancos do sexo masculino,

como poderia ter sido optado por outro grupamento qualquer desde que a amostra fosse padronizada. Os resultados, portanto, devem ser considerados especificamente para este tipo de amostra.

O IMC (Índice de Massa Corporal) também foi escolhido, arbitrariamente, no intervalo entre 20 e 25 Kg/m², porque os indivíduos obesos podem apresentar maior índice de flexibilidade segundo Achour (2000). O astrônomo belga QUETELET propôs em 1870 este índice, calculado por meio da divisão do peso (em quilogramas) pela altura (em metros) ao quadrado. Este índice, que integra peso e altura, tem sido amplamente utilizado em inquéritos populacionais, investigações epidemiológicas, tabelas de seguradoras e outros (MULLER, 1998).

Costa (2001) propôs a tabela abaixo, considerando como "normal" os índices entre 18,5 e 24,9 Kg/m².

TABELA 10 - Classificação do sobrepeso e da obesidade pelo IMC

Classe de Obesidade		IMC (kg/m²)
Baixo peso		<18,5
Normal		18,5 – 24,9
Sobrepeso		25,0 – 29,9
Obesidade	I	30,0 – 34,9
	II	35,0 – 39,9
Obesidade mórbida	III	= 40,0

Adaptado de Who (1997).

Como pode se observar, há diferentes interpretações do que seja normal, e, no presente estudo, escolheu-se arbitrariamente a faixa entre 20 e 25 kg/m².

Foram selecionados destros, a exemplos das características anteriores em nome da padronização da amostra.

A aplicação dos protocolos entre grupos, apresentou 7 dias de intervalo, para que não houvesse influência da seqüência de aplicação dos protocolos sobre os resultados. Em pesquisa realizada em nosso meio estudaram o tempo de duração dos efeitos do alongamento aplicado aos ísquio-tibiais em universitários, do sexo masculino, avaliados nas 14,48 e 72 horas após alongamento mantido de 1 minuto , e medido por goniometria da articulação do quadril com joelho em extensão , e concluíram que o alongamento se manteve até 72 horas; portanto, ao se respeitar o intervalo de 7 dias (168 horas), garantiu-se que todos os indivíduos estivessem na condição original de retração dos músculos ísquio-tibiais (ENOKA, 1988).

A amostra também foi composta de voluntários sedentários porque segundo Achour (1999) o estilo de vida sedentário não propicia movimentos amplos e restringe a flexibilidade e enfatiza que os músculos encurtados tendem à se tornar gradativamente mais encurtados, ao realizarem movimentos com amplitude limitada.

Kendall & Kendall (1992) relataram que a fraqueza muscular devido á inatividade física está diretamente ligada ao alongamento, representando causa e efeito. Manniche et al. (1993) concluíram que baixos índices de atividade física são qualificados como fatores de risco à lesões musculares além de comprometerem a capacidade de alongamento das fibras musculares.

Acredita-se que, desta maneira, os resultados não tenham sido influenciados positiva ou negativamente pelo delineamento proposto.

Todas as mensurações foram feitas pelo mesmo examinador, Fisioterapeuta, que atuou de maneira independente, sem

conhecimento prévio ou posterior dos grupos ou seqüência dos protocolos, em ambiente separado.

Os protocolos foram aplicados a partir das 19 horas, em função dos voluntários estarem a disposição, neste período.

4.2. AMBIENTE

A experimentação foi realizada em ambiente climatizado (22°C) para que se evitasse eventual influência da temperatura sobre a complacência da fibra muscular.

Worrel et al. (1994) verificaram, em humanos, que calor aplicado aos grupos ísquio-tibiais e quadríceps, com utilização de hidrocoletes em temperaturas elevadas, resultou em aumento da amplitude de movimento articular do quadril.

Noonan et al.(1993) aplicaram em músculos de coelho, calor úmido com temperaturas de 25°C e 40°C, respectivamente, e concluíram que a maior temperatura apresentou efeito significativo na complacência da fibra muscular, aumentando a amplitude de movimento; a temperatura inferior provocou menor complacência muscular dos tecidos adjacentes com conseqüente diminuição da amplitude .

Stanish & Macvigar (1993) relataram que a combinação de calor e alongamento pode ser útil na deformação do tecido muscular, e recomendaram, após aplicação de calor, a realização de alongamentos musculares.

Segundo Kottke & Lehmann (2001), quando a temperatura se eleva acima de 40°C pós-aplicação de calor úmido sobre músculos da coxa em humanos, verificou-se que houve favorecimento do alongamento muscular e conseqüente aumento da amplitude de movimento.

Conforme Achour (2002), a incidência de lombalgias e lesões dos membros inferiores estudadas em atletas em idade escolar, diminuíram após aplicação de aquecimento prévio aos alongamentos realizados como atividade física para esta população, concluindo assim que o aquecimento associado ao alongamento é benéfico além de servirem como meio preventivo de lesões.

O aquecimento pode iniciar-se com caminhadas, ciclismo estacionário, corrida ou alongamento.

Não há referências específicas à respeito da influência da temperatura ambiente em trabalhos de alongamento. Os trabalhos citados parecem indicar que o calor ou frio podem exercer algum efeito no tecido muscular, por este motivo e para que se garantisse as mesmas condições em todos os grupos optou-se pela realização da pesquisa em ambiente com temperatura controlada.

Os resultados obtidos são, portanto, próprios da observação desta condição.

4.3. GONIOMETRIA

Para avaliação da amplitude de movimento articular (ADM), na prática clínica o método mais utilizado é a goniometria. Pode-se verificar a variação da amplitude de movimento de uma articulação, utilizando-se goniômetros que podem ser de vários tipos: simples, digitais ou eletrônicos.

O goniômetro simples é um equipamento composto por dois braços de acrílico articulados com escala numérica em graus. Os modelos digitais apresentam cabeçote que detecta oscilações angulares mostradas em visor digital. O eletrogoniômetro é um aparelho complexo e pesado e exige utilização mais trabalhosa para pacientes e fisioterapeutas, além de apresentar custo elevado (PHILIP & ROWE, 2001).

Os goniômetros simples são de fácil utilização, baratos, práticos na leitura dos resultados, leves, portáteis e de uso comum na prática clínica diária do Fisioterapeuta; os goniômetros digitais além de caros, requerem maior tempo de treinamento prático e são mais propensos a erros de leitura devido à sensibilidade do cabeçote.

A escolha do goniômetro de dois braços é justificada pela facilidade e praticidade, sendo o mais utilizado por Fisioterapeutas e outros profissionais da reabilitação.

A escolha da padronização da posição para a goniometria do quadril foi feita baseada no trabalho de Pascal (1997) que recomendou a seguinte técnica: localizar na palpação o trocanter maior do fêmur, para identificar o ponto entre os dois braços do goniômetro. O braço fixo do goniômetro permaneceu paralelo à pelve colocado junto à face lateral, terço proximal de coxa e porção distal, do abdômen e o outro braço, móvel, colocado na coxa paralelo ao fêmur, assumiu posição segundo a elevação do membro inferior (flexão do quadril) com o joelho em extensão (0°), conforme ilustrado nas figuras 4A e B.

Existem outras formas de mensuração da amplitude articular do quadril e da complacência das fibras musculares dos ísquio-tibiais, por exemplo, o banco de Wells, que tem como inconveniente a solicitação, além dos músculos posteriores da coxa, dos músculos da região lombar.

Outra maneira, seria manter o paciente, em posição ortostática, com um membro apoiado no solo e outro, com o joelho em extensão, fletido. Este método poderia trazer a presença de movimentos compensatórios, necessários ao equilíbrio, além de desconforto e por estas razões foi descartado.

Optou-se pelo método descrito por Pascal (1997) porque é mais confortável para os voluntários e de fácil aplicação. Além disso é o método mais utilizado na prática diária e, portanto, com maior experiência acumulada pelo examinador.

4.4 GRUPO MUSCULAR

Os músculos ísquio-tibiais são importantes para o funcionamento da articulação do joelho e coluna vertebral, fato demonstrado por diversos autores. Hortobagvi et al. (1985) concluíram que programa de alongamento dos ísquio-tibiais aumentou a potência da contração concêntrica do quadríceps em testes executados em três velocidades angulares diferentes 60, 180 e 360 graus respectivamente, e também concluíram que, principalmente a 180 graus por segundo, o ganho de potencia foi significativamente maior.

Segundo Rash (1989), na posição sentada, os ísquio-tibiais e o ílio-psoas se encurtam, o que, em geral, ocasiona a acentuação da lordose lombar, um dos fatores que podem provocar dores na coluna lombar, que podem estar ligadas à compressão interfacetária ou ao aumento da tensão entre os corpos vertebrais, com sobrecarga do disco.

Adultos com anteversão femoral aumentada e síndrome dolorosa patelofemoral têm músculos posteriores da coxa mais tensos que aqueles com anteversão femoral aumentada sem síndrome dolorosa patelofemoral; a anteversão femoral coloca o fêmur em rotação interna e o joelho em valgo pondo desta maneira os ísquio-tibiais em posição de tensão excêntrica (Stroud et al. 1991).

Quando o encurtamento ocorre nos ísquio-tibiais conforme Klein et al.(1991), há aumento da carga sobre a coluna, em particular nas atividades de levantamento e transporte de peso.

Worrell et al. (1994) verificaram que programa de alongamento dos músculos posteriores da coxa em universitários saudáveis, produziu aumento dos torques concêntrico e excêntrico máximos e recomendaram a utilização de alongamentos destes músculos como forma de prevenção às tendinites e outras alterações do aparelho extensor.

Outros grupos musculares freqüentemente encurtados incluem: adutores do quadril, tensor do fáscia-lata e flexores do quadril (reto femoral e íliopsoas) (SHANKAR, 2002).

Os ísquio-tibiais são músculos que se encontram freqüentemente encurtados, local de câimbras, distensões musculares, além de serem considerados músculos antigravitacionais atuantes na manutenção do ortostatismo e equilíbrio .

Na rotina Fisioterapêutica, grande importância é dada ao alongamento dos músculos posteriores da coxa, como, por exemplo, nos métodos de RPG (Reeducação Postural Global) (Souchard, 1996) ou de Cadeias Musculares que são os primeiros valorizados nas “posturas”.

A escolha deste grupo muscular foi, portanto, devida à quantidade elevada de procedimentos de alongamento envolvendo estes músculos na prática clínica e também da maior experiência profissional do autor nos programas de alongamentos dos ísquio-tibiais.

4.5 BICICLETA

A bicicleta é equipamento muito utilizado para estímulo e manutenção do treinamento cárdio-respiratório e músculo-esquelético, e também muito utilizada como meio preparatório de aquecimento.

Segundo Worrel et al.(1994), o trabalho em bicicleta ergométrica melhora o condicionamento e pode ser útil na reversão de mudanças induzidas pela inatividade. Como resultado, o treinamento com bicicleta aumenta os níveis de enzimas oxidativas e influencia positivamente a quantidade e a concentração de capilares nos músculos. Pela melhora da irrigação sanguínea sistêmica e periférica os músculos se aquecem favorecendo a flexibilidade das fibras. Shankar (2002) afirmou que o aquecimento sistêmico com bicicleta ergométrica, com

carga de 10 watts por 15 minutos, foi utilizado como forma de preparação aos alongamentos dos membros inferiores; Achour (1999) afirmou que o período de aquecimento é necessário para preparar o corpo para o exercício; as atividades com grandes grupos musculares tais como a caminhada e a bicicleta, aumentam o fluxo sanguíneo muscular, a temperatura dos músculos e a condução neural.

Em indivíduos descondicionados, idosos ou fisicamente incapacitados, a carga de trabalho inicial, para ser considerada como aquecimento deve ser entre 10 e 15 watts, durante no mínimo 15 minutos como procedimento para que ocorra aquecimento sistêmico (SHANKAR, 2002).

A bicicleta estacionária eletromagnética utilizada possui instrumentos de aferição eletrônicos, além de banco com regulagem de altura e foi escolhida por ser equipamento freqüentemente presente nos setores de Reabilitação.

Existem quatro tipos de bicicletas ergométricas no mercado nacional:

Bicicleta com frenagem elétrica com graduação de carga que varia de 0 a 500 Watts e “timer” ; Bicicleta com frenagem mecânica e resistência de pesos que variam de 1 a 7 kg; com frenagem mecânica e resistência ao ar, composta por roda de bicicleta, com aros em forma de pás, que oferecem resistência ao ar progressivamente maior, conforme a velocidade de pedalagem; Bicicleta com frenagem iônica cujo mecanismo de funcionamento se baseia na relação entre dois ímãs.

Nas bicicletas de frenagem mecânica, nas quais a resistência do sistema é gerada por fricção, a tensão dos pedais é medida em quilogramas.

Nos modelos de frenagem elétrica, a resistência dos pedais é oferecida por um sistema de frenagem provocado por campo eletromagnético expresso em Watts. A freqüência de pedaladas em todos os voluntários permaneceu constante entre 50 e 60 rpm.

Portanto, optou-se pelo uso de bicicleta estacionária com frenagem eletromagnética, por ser o modelo com melhor custo benefício e freqüentemente estar presente nas clínicas de Fisioterapia.

As condições foram as mesmas para todos os voluntários, e todos foram submetidos ao questionário de doenças anteriores que poderiam levar a riscos com o uso de bicicleta .

O exercício prescrito foi compatível com sedentarismo e não provocou exaustão.

4.6 ELETROESTIMULAÇÃO

Existem aparelhos de eletroestimulação de vários tipos, podendo ser estáticos ou portáteis; os aparelhos estáticos geralmente são maiores e precisam ser ligados à rede elétrica. Os aparelhos portáteis são de tamanho reduzido, leves e com possibilidade de utilização com bateria recarregável. Utilizou-se aparelho portátil para eletroestimulação em função de possíveis oscilações na tensão que poderiam ocorrer em aparelhos ligados à rede; o custo é menor que o aparelho estático e foi escolhido o aparelho de origem estrangeira por oferecer ajustes técnicos mais finos e precisos.

Utilizaram-se eletrodos novos autocolantes para cada indivíduo para que não houvesse alterações na passagem de corrente por eventuais eletrodos usados e gastos, o que garantiu harmonia na passagem da corrente elétrica como recomendado por Robinson et al. (2001).

Segundo Robinson et al. 2001, os músculos se contraem pela excitação das células quando é atingido o limiar de base; as únicas células excitáveis, aquelas em que voluntariamente se pode produzir um potencial de ação são as células nervosas e as células musculares. Esta

excitação é conseguida quando fornecemos uma certa quantidade de cargas elétricas que vão fazer com que haja uma diminuição do potencial de repouso até ao limiar de excitação. A maior ou menor excitabilidade das células é expressa pela lei de Lapicque, que faz a relação entre a intensidade de corrente e o período de tempo mínimo durante o qual este tipo de corrente deve ser aplicado para obtermos a excitação. Quando um músculo está com a inervação normal, a resposta mecânica, através da contração muscular observada, reflete a excitação do nervo motor, isto porque os motoneurônios são mais facilmente excitáveis do que as fibras musculares, sendo cerca de 500 vezes mais fácil estimular o nervo do que o músculo, isto é, necessita-se de uma intensidade de corrente 500 vezes menor. Para estimular diretamente o músculo, é necessário maior intensidade de corrente e largura de pulso bem maior, segundo proposto por Robinson et al. (2001) e ilustrado na figura 22.

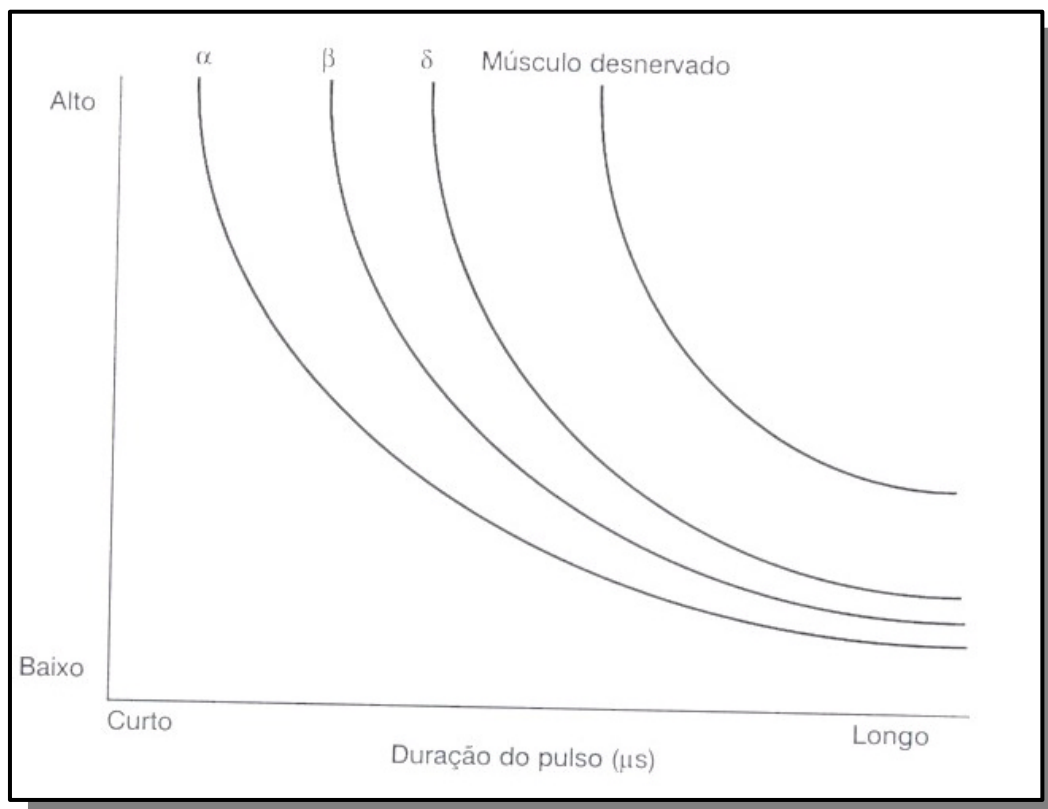


FIGURA 22- Diagrama de duração do pulso x amplitude do pulso

As etapas da eletroestimulação passam pelos níveis sensitivo, motor e doloroso respectivamente; para ação muscular específica deve-se permanecer no nível motor conforme proposto por Robinson, (2001) ilustrado nas figuras 23 e 24.

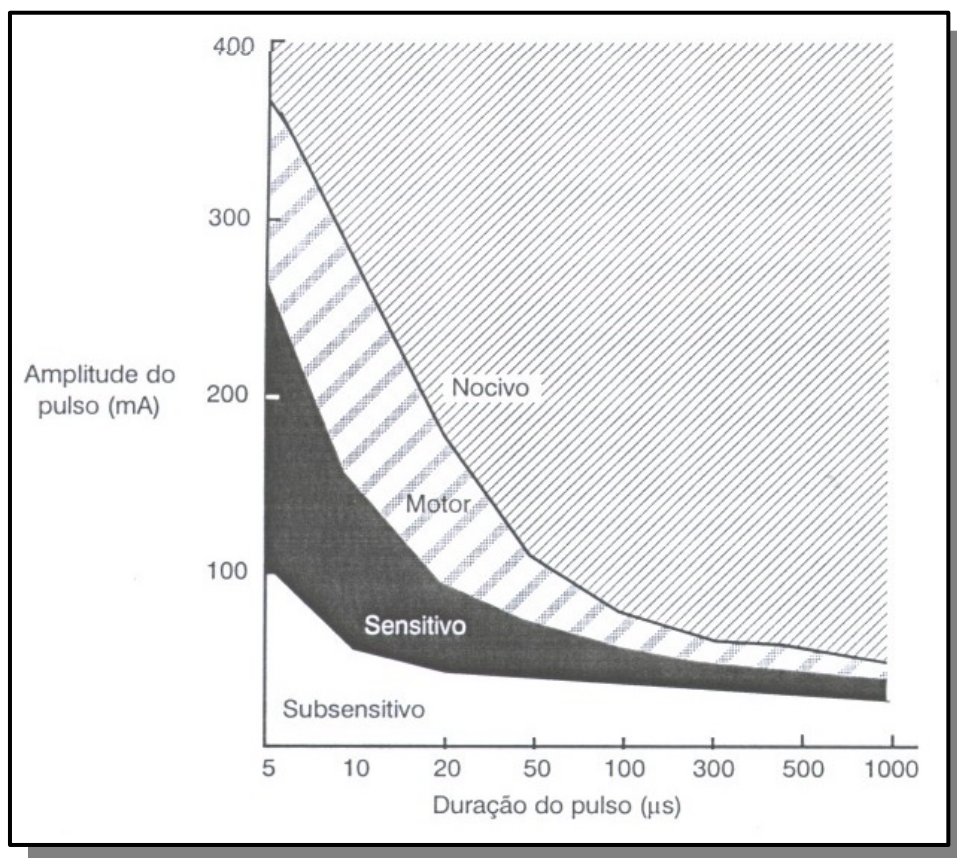


FIGURA 23 - Diagrama de duração do pulso (μ s) x amplitude do pulso. (mA).

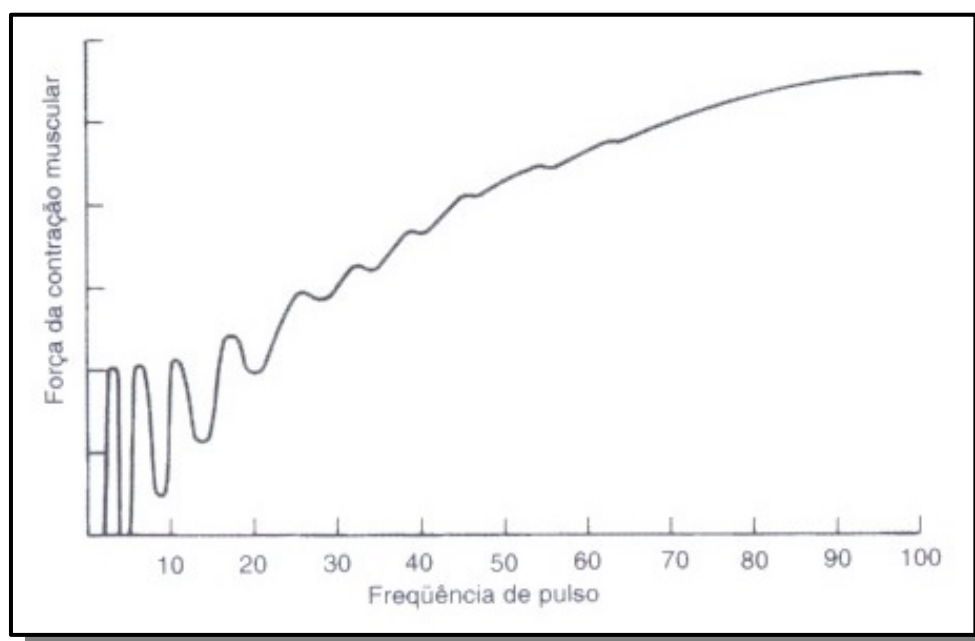


FIGURA 24 – Diagrama Força muscular X Frequência (Hz)

As frequências geradas abaixo de 30 Hz de frequência produzem fasciculações musculares; acima de 30 Hz passa a ocorrer início da contração muscular, envolvendo o músculo totalmente, a partir de 65 Hz, (Low & Reed, 2001).

Utilizou-se corrente elétrica de baixa frequência 10 Hz com pulso retangular bidirecional, que não apresenta riscos de queimaduras na pele, porque as correntes polarizadas ou diretas, nas quais os íons caminham em uma só direção, podem causar queimaduras (Crépon, 1994). Segundo Low & Reed (2001), a frequência de 10Hz resulta em fasciculação muscular e sensação parestésica referidas pelos pacientes como, “ choque “ , “ agulhadas “ , “ formigamentos “ , e os autores citados consideram que o mecanismo de fasciculação é que seria responsável pelo estado de relaxamento das fibras, atuando, portanto, como facilitadores do alongamento muscular.

Cabric & Appel, (1987), mostraram com o uso de eletroneuromiografia que a frequência da medula espinhal é de 8,4 a 8,6 Hz e encontraram, também, aumento da fasciculação muscular na frequência a 10 Hz das fibras do tipo I (vermelhas).

O conceito de recrutamento invertido das unidades motoras , inicialmente descrito por Butler (1975) foi demonstrado em músculos de gatos, com eletroestimulação; o autor concluiu que o estímulo inicial ocorre nas fibras de contração rápida (tipo II) e posteriormente nas de contração lenta (tipo I), o que induz, parcialmente à adaptação metabólica e histológica de parte das fibras do tipo I, primariamente solicitado.

Posteriormente Robinson et al. (2001) verificaram, pesquisando gatos, com estimulação elétrica de baixa frequência (10 HZ) a longo prazo, que as fibras de contração rápida (tipo II) foram convertidas na proporção de até 52% em fibras do tipo I, de contração lenta.

Eletroestimulação induzida em músculos de ratos, de maneira prolongada, pode levar o aumento do número de capilares por fibra muscular (em torno de 25 %) e gerar vasodilatação, eventos observados em microscopia eletrônica, (Takahashi & Hood, 1993).

Segundo Trimble & Enoka, (1991), o processo de contração muscular é diferente segundo o tipo de estímulo desencadeante; a eletroestimulação recruta predominantemente as fibras musculares do tipo II, pelos nervos motores mielinizados oferecerem menor resistência à passagem da corrente elétrica; durante a contração muscular voluntária, as unidades motoras recrutadas primeiramente são as do tipo I (vermelhas).

O recrutamento das unidades motoras durante a eletroestimulação pode atingir 78,8% das fibras enquanto o exercício voluntário pode atingir 51,7% quando analisado o músculo quadríceps femoral como representado na figura 25 (Robinson et al. 2001).

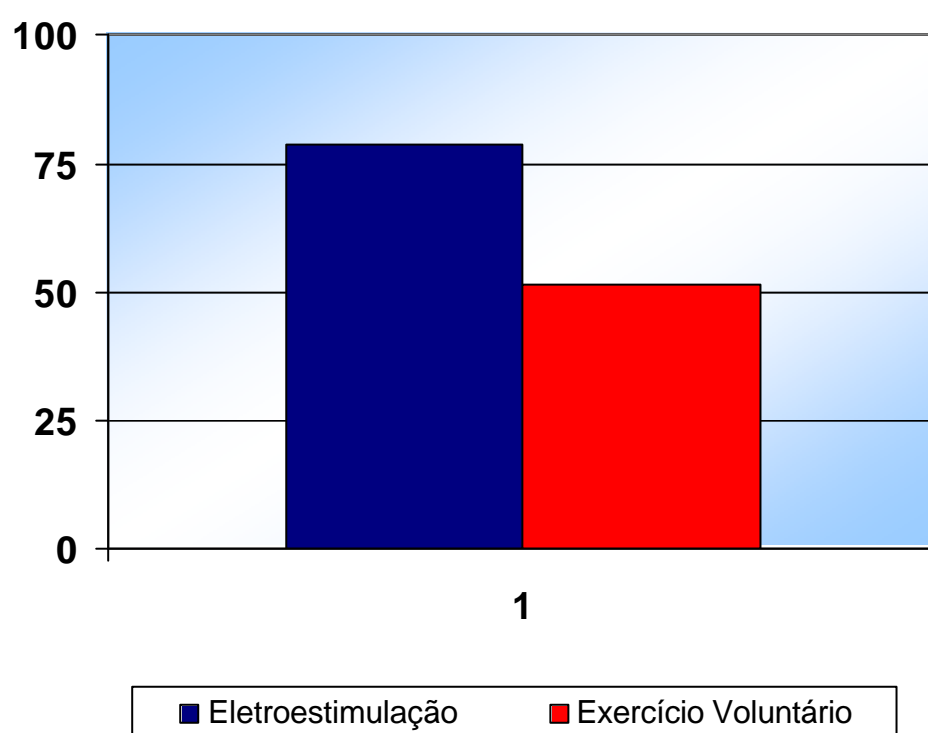


FIGURA 25 – Comparação entre torque isométrico do músculo quadríceps femoral quando estimulado eletricamente ou por contração voluntária máxima. Adaptado de ROBINSON et al. (2001).

Segundo Low & Reed (2001), a estimulação elétrica do músculo pelo nervo motor tem efeitos imediatos e a longo prazo. A contração muscular e as alterações vasculares são exemplos dos efeitos imediatos, enquanto a eventual hipertrofia muscular e possíveis mudanças estruturais podem ocorrer com a estimulação crônica.

Desta maneira, considera-se que a escolha da eletroestimulação está justificada por se tratar de meio que, reconhecidamente, tem potencial para atuar no aumento da vascularização e eventual melhoria da capacidade de alongamento, restando avaliar se esta capacidade é comparável aquela relacionada à bicicleta.

4.7 RESULTADOS

4.7.1. BICICLETA

A análise estatística apresentada nas tabelas 4 e 6 mostrou no grupo bicicleta que houve variação significativa entre os valores inicial e final, média $52^{\circ} \pm 16$ para $64^{\circ} \pm 17$ (final), traduzido por uma variação média de graus $11,3^{\circ} \pm 3,2$, além disto comparando os resultados finais entre o grupo bicicleta e o grupo controle, o grupo bicicleta apresentou variação significativa em relação ao grupo controle, $11,3^{\circ} \pm 3,2$ e $1,6^{\circ} \pm 1,6$, respectivamente.

Estes resultados podem ser explicados pelos efeitos conhecidos do exercício com bicicleta, que aumentam a frequência cardíaca porque solicitam o sistema cárdio respiratório, dependente da intensidade do exercício físico, pela ação aumentada de bombeamento favorecendo o retorno venoso, (Stone et al. 1985). Outros efeitos incluem, Elevação do débito cardíaco, e aumento da distribuição de fluxo

sanguíneo; o fluxo sanguíneo do músculo esquelético aumenta até 20 vezes em relação aos níveis normais, e a circulação para o músculo inativo diminui aproximadamente um terço (Frontera et al. 2001).

A frequência respiratória normal é de 8 a 20 respirações por minuto, aumenta com esforço físico crescente, como a frequência cardíaca; a ventilação pulmonar aumenta linearmente com o consumo de oxigênio (Dempsey et al. 1990).

O aquecimento provocado pelos exercícios em bicicleta gera aumento de temperatura favorecendo e melhorando o estado das fibras musculares que se encontram preparadas aos alongamentos musculares (HALL, 2001).

Movimentos articulares levam ao aumento na produção de líquido sinovial facilitando o deslizamento entre as superfícies, além da melhora do estado de complacência e nutrição muscular (Enoka e col, 1988).

A bicicleta estacionária proporcionou pelos movimentos executados com os membros inferiores efeitos sistêmicos e localizados e, possibilitou ganho de amplitude de quadril medido por goniometria.

Pelos dados obtidos, e os efeitos já discutidos, considera-se que os resultados da presente investigação está de acordo com o esperado ou seja, a preparação ao alongamento com bicicleta é efetiva para o ganho de amplitude muscular.

4.7.2. ELETROESTIMULAÇÃO

As tabelas 3 e 6 mostram que o grupo eletroestimulação apresentou média inicial de $53^{\circ} \pm 17^{\circ}$ e final de $72^{\circ} \pm 17^{\circ}$, portanto, variação média de $18,9^{\circ} \pm 4,9^{\circ}$.

Comparando-se os dados pela variação dos grupos verificou-se que o grupo eletroestimulação apresentou também resultado significativamente superior ao grupo controle.

Ocorreu, portanto, fasciculação favorecendo a vasodilatação e melhora da qualidade e flexibilidade das fibras musculares quando aplicada eletroestimulação abaixo de 20 Hz (Robinson, 2001). Foi observado vasodilatação local em “*doopler*” da artéria femoral em humanos após eletroestimulação com frequências abaixo de 20 Hz (Kerkour, 2001).

A eletroestimulação proporcionou recrutamento de unidades motoras em maior número que a contração voluntária, maior vasodilatação local que provavelmente permitiu relaxamento muscular melhora da qualidade da complacência das fibras musculares, apresentou também maior amplitude de movimento aos testes finais de goniometria da articulação do quadril. (Reed & Low, 2001)

Pela análise estatística realizada, constatou-se que no grupo de eletroestimulação houve aumento significativo da amplitude de movimento quando comparado ao grupo controle, o que significa ser eficiente o uso da eletroestimulação como forma preparatória aos alongamentos musculares pelos motivos expostos.

4.7.3. GRUPO CONTROLE

Pelos dados apresentados nas tabelas 5 e 6, verificou-se que a média inicial de $52^{\circ} \pm 17^{\circ}$ e final de $53^{\circ} \pm 17^{\circ}$ não sofreu variação significativa como era esperado.

4.7.4. COMPARAÇÃO ENTRE OS GRUPOS ELETROESTIMULAÇÃO E BICICLETA

A análise estatística (apresentada na tabela 6) demonstrou que o grupo eletroestimulação obteve resultados significativamente superiores ao grupo bicicleta, traduzidos pela variação média pré e pós protocolo de $11,3^\circ \pm 3,2^\circ$ no grupo bicicleta e $18,9^\circ \pm 4,9^\circ$ o grupo eletroestimulação, diferença que é estatisticamente significativa. Trata-se, portanto, de tentar entender as razões que expliquem o resultado. Ambos os métodos parecem guardar semelhanças, como o aumento de vascularização e conseqüente facilitação do mecanismo do deslizamento das fibras musculares. A principal diferença reside no fato de a bicicleta também produzir efeito sistêmico, caracterizado por aumento do débito e freqüência cardíaca e outras alterações adaptativas metabólicas, ou seja, há efeito preparatório ao esforço físico. Mas, talvez, este efeito seja mais adequado do trabalho de contração do que ao exercício de alongamento. Explica-se: durante o ato de pedalar, alternam-se, em tempos semelhantes, em cada ciclo, a contração do quadríceps e conseqüente extensão do joelho com a flexão da articulação às custas de contração dos ísquio-tibiais, e durante o exercício portanto, parte do tempo as fibras permaneceram contraídas e encurtadas; de outro lado, a altura do banco não permitiu extensão total do joelho, o que significa que nem na parte do ciclo em que o quadríceps se contraía houve alongamento completo dos antagonistas, como acontece por exemplo no método balístico de alongamento e pode-se especular que altura maior do selim poderia significar maior alongamento das fibras na medida que se estendesse mais o joelho. Especificamente em relação aos efeitos da eletroestimulação na fibra muscular sabe-se que com a colocação sobre a pele, dos eletrodos, que o estímulo elétrico, passa ao nervo motor e ao músculo, e ocorre recrutamento maior de unidades motoras quando comparado ao exercício voluntário, e pode-se supor que o efeito tenha

atingido a maior parte das fibras dos músculos ísquio-tibiais (Robinson, 2001), como ilustrado na figura 26.

A eletroestimulação pode, portanto, ter proporcionado ativação localizada, diretamente sobre o grupo muscular ísquio-tibiais. Segundo Robinson et al.(2001), ocorre recrutamento maior de unidades motoras pela eletroestimulação, 78,8% contra 51,7% da contração voluntária. O mesmo autor, afirmou que ocorre fasciculação e não contração o que parece facilitar o trabalho de alongamento, porque se não há contração não há também encurtamento da fibra. Além disso a freqüência de 10 Hz seria responsável pela vasodilatação local conforme relatos de Takahashi e col (1993), o que modificaria desta maneira a complacência das fibras musculares; esta freqüência não gera contração muscular total, produzindo fibrilação/fasciculação dos músculos o que proporcionaria efeito clinicamente detectável, relatado freqüentemente pelos pacientes como sensação de relaxamento após o uso da eletroestimulação.

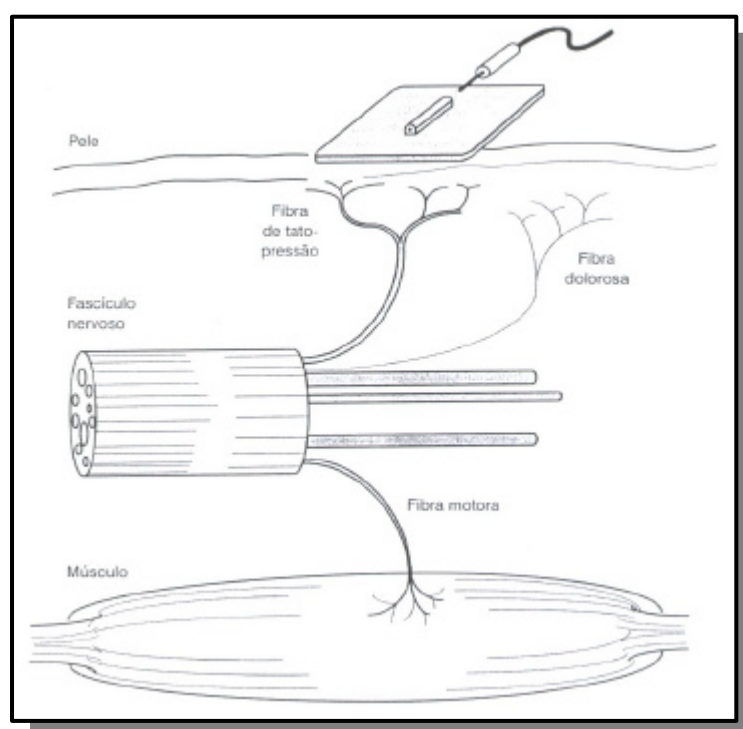


FIGURA 26 – colocação do eletrodo sobre a pele, recrutamento das unidades motoras através de seu nervo motor.

Resumindo, ambos os métodos parecem ter efeito sobre a vascularização que facilitariam o trabalho de alongamento, mas a diferença entre os protocolos estaria localizada no fato de um deles (bicicleta) seja baseado em exercício de contração, ausente no outro (eletroestimulação).

Como não foram programados estudos morfológicos, como biópsias, ou funcionais, como o uso de “Doppler” ou marcadores de atividade metabólica é impossível avançar com profundidade nos fenômenos que expliquem os resultados; trabalhou-se prioritariamente com o parâmetro avaliado clinicamente, mas parece plausível concluir que a eletroestimulação produz alterações adaptativas na fibra muscular que de alguma maneira podem facilitar a relação tensão/ comprimento da fibra muscular.

4.7.5 CORRELAÇÃO ENTRE GONIOMETRIA, IMC (ÍNDICE DE MASSA CORPORAL) E IDADE.

Há na literatura alguns estudos que apontam para a importância de fatores como idade, peso e altura na flexibilidade. Conforme Achour, Jr (1999), pessoas com sobre peso podem apresentar maior índice de alongamento comparados com uma população de peso normal. Costa (2001) afirmou que o excesso de peso pode dificultar os movimentos articulares pelos efeitos mecânicos da carga axial.

Com relação ao efeito da variação de movimento, segundo Araújo & Haddad (1985), com aumento da idade existe diminuição da flexibilidade, que poderia ser mantida através de exercícios que incluíssem alongamentos associados aos movimentos propostos em aulas de educação física, (NELSON & HUTTON, 1995). Foram encontrados aumentos de flexibilidade em escolares entre 9 a 17 anos e acima desta idade os resultados dos alongamentos comparáveis a performance atlética são menores (ZAKHAROV et al., 1992). Como pode-

se perceber não há conclusões definitivas , mas parece evidente que o processo de envelhecimento deve produzir alterações importantes no tecido muscular. Por esta razão escolheu-se grupo de jovens, porém com o cuidado de se trabalhar com indivíduos esqueleticamente maduros, já que na fase de desenvolvimento a flexibilidade é maior em função do maior conteúdo de água e menor organização do colágeno típicos deste período.

Os resultados dos testes de Pearson revelaram que não houve correlação entre as variações de goniometria (inicial/final) e os parâmetros de idade ou IMC (Índice de Massa Corporal).

A casuística foi padronizada para que se trabalhasse com IMC / Idade em intervalos pequenos. Para se demonstrar efeito destes fatores seria necessário trabalhar com valores em faixas mais abrangentes e a necessidade de delineamento obrigou que se trabalhasse com amostra o mais homogênea possível.

Os resultados comprovam, portanto, que o objetivo de padronização foi alcançado e que os resultados certamente não sofreram interferências das características de idade, peso ou altura.

4.7.6. CONSIDERAÇÕES CLÍNICAS

Não foram encontrados trabalhos que recomendassem o uso da eletroestimulação como método de preparação aos exercícios de alongamento. Porém, na prática clínica diária, utiliza-se freqüentemente algum tipo de preparação, com destaque para bicicleta, corrida e caminhada. O efeito da preparação é conhecido e parece ser benéfico. A questão, portanto, localiza-se em saber qual a melhor preparação, entendendo-se como melhor, não apenas o efeito facilitador no alongamento da fibra muscular, mas também custo, conforto, aplicabilidade e aceitação. Com relação especificamente aos efeitos da

eletroestimulação na fibra muscular, ainda há muito a ser investigado para que se conheça com exatidão os mecanismos de ação envolvidos. Como todo método terapêutico a eletroestimulação também tem contra-indicações: pacientes que não toleram a sensação da passagem da corrente elétrica, lesões da pele, fraturas com osteossíntese, flebites, presença de marcapasso, gravidez e lesões neurológicas entre outras. Além disso a eletroestimulação tem sido exposta como propaganda enganosa em propostas de ganho de trofismo muscular sem embasamento científico adequado. É necessário, portanto, rigor científico na abordagem do tema, até para se evitar o descrédito.

Desta maneira seria excessivo recomendar o uso da eletroestimulação como preparação ao alongamento na forma de rotina. As conclusões da presente investigação são exclusivas para a característica da casuística estudada e demais condições observadas e não devem ser extrapoladas. Não se sabe, por exemplo, se os resultados seriam mantidos em outras faixas etárias, sexo, etc. Como o trabalho é de avaliação clínica, também não é possível discutir com profundidade efeitos da eletroestimulação na ultra-estrutura muscular, perfil metabólico e enzimático ou outros possíveis efeitos deletérios, investigações que demandariam estudos experimentais por razões de ordem ética evidentes.

É possível, entretanto, afirmar que a eletroestimulação deve continuar a merecer estudos que possam colaborar com o objetivo de encontrar o verdadeiro papel na prática clínica diária e definir, experimentalmente, as bases de causa e efeito no tecido muscular.

5. Conclusões

Na casuística estudada e nas condições de experimentação observadas concluiu-se:

- 1) A preparação com eletroestimulação ou bicicleta melhora o resultado final do alongamento;
 - 2) A preparação com eletroestimulação é mais efetiva que com bicicleta;
 - 3) Não há correlação entre o IMC e a variação da goniometria;
 - 4) Não há correlação entre idade e a variação de goniometria.
-

6. Resumo

Este trabalho foi realizado com o objetivo de investigar clinicamente, qual seria a melhor forma de preparação ao alongamento muscular dos isquiotibiais: bicicleta estacionária ou eletroestimulação. Foram estudados 30 voluntários, sexo masculino, com idade 20 a 25 (média 22 ± 2), IMC (Índice de Massa Corporal) entre 20-25 Kg/m^2 (23 ± 5), destros, sedentários, após aceitação pelos voluntários das condições da investigação e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido aprovação do projeto de pesquisa pelos Comitês de Ética em Pesquisas da FMB (UNESP) e UEL .

O delineamento proposto consistiu em aplicar em três etapas sucessivas, com intervalos de sete dias, os seguintes protocolos: grupo I, bicicleta, com resistência de 10 watts durante 15 minutos mantendo 50 a 60 Rpm pedalando com membro inferior D; grupo II, eletroestimulação com aparelho portátil, 10 Hz de frequência, 250 μ s de largura de pulso correspondendo à cronaxia dos nervos motores para membro inferior, intensidade média de 28 mA, durante 15 minutos ,dois eletrodos instalados sobre o ventre muscular dos ísquio-tibiais; grupo III, controle, no qual os voluntários permaneceram em decúbito dorsal em repouso por 15 minutos. Os voluntários foram avaliados pela goniometria inicial e final da articulação do quadril em flexão com o joelho em extensão total pelo mesmo examinador independente. A análise estatística dos resultados demonstrou que nas comparações entre os instantes inicial e final, houve variação significativa nos grupos submetidos aos protocolos de bicicleta e eletroestimulação; no grupo controle, não ocorreu variação, e ambos os grupos tratados foram superiores ao controle. Na comparação entre grupos, fixado o momento, constatou-se comportamento semelhante dos três grupos no momento inicial; no momento final o grupo eletroestimulação foi superior ao grupo bicicleta e ambos foram superiores ao controle. Não foi observada correlação entre idade ou IMC em relação à variação da goniometria inicial e final.

Conclui-se que a preparação ao alongamento com eletroestimulação ou bicicleta melhora o resultado final do alongamento; a preparação com eletroestimulação é mais efetiva que com bicicleta; não há correção entre o IMC (Índice de Massa Corporal) e a variação pré e pós-alongamento nos três grupos; não há correlação entre idade e a variação pré e pós alongamento nos 3 grupos.

7. Summary

This work was accomplished with the objective of investigating clinically the effect of two preparation methods to the work of muscular stretching of hamstrings muscles: stationary bicycle and motor excitement electrical stimulation. Thirty male, right-handed, sedentary volunteers were studied, their age ranging from 20 to 25 years (average 22 ± 2), CMI (Corporal Mass Index) between 20 – 25 kg/m² (average 25 ± 5). They accepted the investigation conditions and signed the research terms of free consent and approval of the project by the Research Ethical Committee of the Medical School of Botucatu (UNESP) and State University of Londrina (UEL). The proposed study consisted of three successive stages with seven days intervals and two preparation protocols: I) Motor excitement electrical stimulation group with portable device of 10 Hz frequency, 250 μ s pulse width corresponding to the cronoxy of the motor nerves for lower limbs, average 29mA intensity, during 15 minutes, with two electrodes on the hamstrings muscle. II) Stationary bicycle group, with 10 watts resistance, during 15 minutes, maintaining 50 to 60 rpm, pedaling with the right lower limb : III) Control group resting in supine lying position for 15 minutes. The volunteers were evaluated by initial and final hip goniometry with the knee in total extension by the same independent examiner. The statistic analysis of the results showed significative variation in the comparison between initial and final moments in the groups submitted to stationary bicycle and motor excitement electrical stimulation protocol. There was no variation in the control group, and both groups were superior to the control. In the comparison among groups, there was similar behavior in the three groups in the initial moment. The motor excitement electrical stimulation group was superior to the stationary group in the final moment and both were superior to the control group. Any correlation was not observed between age and CMI in relation to initial and final goniometry variation. Through this research it's possible to conclude that stretching preparation with motor excitement electrical stimulation or stationary bicycle improves the stretching final result. Motor excitement electrical

stimulation is more effective than stationary bicycle. There is no correlation between the corporal mass index and pre and post goniometry stretching in the groups and between age and pre and post goniometry stretching in the three groups.

8. Referências Bibliográficas

ACHOUR JUNIOR, A. **Bases para exercícios de alongamento relacionado com a saúde e com o desempenho atlético.** 2.ed. São Paulo: Phorte, 1999.

ACHOUR JUNIOR, A. Exercícios de alongamento: **anatomia e fisiologia.** São Paulo: Manole, 2002. p.273-91.

ACHOUR JUNIOR, A. **Flexibilidade da coluna/quadril em gêmeos, crianças e adolescentes da cidade de Londrina-PR.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.

ADAMS, R.C., MCCUBBIN, J.A. **Games, sports, and exercises for the physically disabled.** 4.ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1991.

ARAÚJO, C.G.S., HADDAD, P.C.D.S. O efeito do aquecimento ativo sobre a flexibilidade. **Comum. Esport.**, n.35, 1985.

ASTRAND , P.O., RODALH, K. **Tratado de fisiologia do exercício.** 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987. 616p.

BANDY, W.D., IRION, J.D. The effect of time of static stretch on the flexibility of hamstring muscles. **Phys. Ther.**, v.74, p.845–52,1994.

BASMAJIAN, J.V. **Therapeutic exercise.** 4.ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1984. 460p.

BERRYMAN, J.W. The tradition of the six things non-natural: exercise and medicine from hippocrates through ante-bellum. **Am. Exerc. Sports Sci. Rev.**, v.17, p.515 –59, 1989.

BÖMHE, M.T. Aptidão física e crescimento físico de escolares de 7 a 17 anos de Viçosa-MG. **Rev. Min. Educ. Fis.**, v.3, p.54-74, 1995.

BRENT, F.J.W., MYRER, R.M. Acute changes in hamstring flexibility: PNF versus static stretch in senior athletes. **Phys. Ther. Sport.**, v.2, p.186–93, 2001.

BUSH, D.C., WILLIAM, D.A. Hand rehabilitation-retrospective. **Clin. Plast. Surg.**, v.13, p.293–300, 1986.

BUTLER, D.L., GROOD, E.S., NOYES, F.R., ZERNICKE, R.F. Biomechanics of ligaments and tendons. **Exerc. Sports Sci. Rev.**, v.6, p.125–81, 1975.

CABRIC, M., APPEL, H.J. **Effect of electrical stimulation of high and low frequency on maximum isometric force and some morphological characteristics in men.** *Int. J. Sports Med.*, v.8, p.256-60, 1987.

CAMPIGNION, PH. **Respirações: a respiração para uma vida saudável.** São Paulo: Summus, 1998. 143p.

CARLSTEDT, C.A., NORDIM, M. Biomechanics of tendons and ligaments. In: NORDIN, M., FRANKEL, V.H. (Eds). **Basic biomechanics of the musculoskeletal system.** London: Lea & Febiger, 1989. chap.3, p.698-738.

COSTA, R.F. **Composição corporal: teoria e prática da avaliação.** São Paulo: Manole, 2001. p.184.

CREPON, F. **Eletrofisioterapia et reeducation fonctionelle**. Paris: Frison Roche , 1994 .

CURETON, T. K. Flexibility as na aspect of physical fitness. **Res. Q.**, v.25, p.178, 1941.

DE VRIES, H.A. Evaluation of static stretching procedures for improvementof flexibility. **Res. Q.**, v.33, p.222-9, 1962.

DEMPSEY, J.A., JOHNSON, B.D., SAUPE, K.W. **Adaptations and limitations in the pulmonary system during exercise**. Chest, v.97, p. 81S-7S, 1990.

DIX, D.J., EISENBERG, B.R. Myosin mRNA acumulation and myofrillogenesis at the myotendinous junction of stretched muscle fibers. **J. Cell Biol.**, v.111, p.1885-94, 1990.

ENOKA, R.M. **Muscle strength and its development: new perspectives**. Sports Med., v.6, p.146–68, 1988.

ENOKA, R.M. **Bases neuromecânicas da cinesiologia**. 2.ed. São Paulo: Manole, 2000. 450p.

ENTYRE, B.R., LEE, E.J. Chronic and acute flexibility of men and women using three different stretching techniques. **Res. Q.**, v.59, p.222-8, 1988.

FRONTERA, W.R., DAWSON, D.M., SLOVIK, D.M. **Exercícios físicos e reabilitação**. São Paulo: Artmed, 2001. p.95–112.

GAJDOSIK, R.L. Flexibility or muscle length? **Phys. Ther.**, v.75, p.238-9, 1995.

GODGES, J.J., MACRAE, H.M., LONGDON, C., TINBERG, C., MACRAE, P. The effects of two stretching procedures on hip range of motion and gait economy. **J. Orthop. Sports Phys. Ther.**, v.10, p. 350-7, 1989.

GOSSMAN, M.R., SAHRMANN, S.A., ROSE, S.J. Review of length associated changes in muscle. **Phys. Ther.**, v.62, p.1799-808, 1982.

GRADY, J.F., SAXENA, A. Effects of stretching the gastrocnemius muscle. **J. Foot Surg.**, v.30, p.465-9, 1991.

GRAHAME, R., JENKINS, J.M. The hipermobility syndrome. **Ann. Rheum. Dis.**, v.49, p.199-200, 1990.

HALL, S.J. **Biomecânica básica**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koongan, 2000.

HORTOBAGYI, T., TIHANYI, J., MERKELY, B. Effects of intense "stretching" – flexibility training on the mechanical profile of the knee extensors and on the range of motion of the hip joint. **Int. J. Sports Med.**, v.6, p.317-21, 1985.

HUCKINS, D.W.L., KIRBY, M.C., SIKORYN, T.A., ASPDEN, R.M., COX, A.J. Comparison of structure, mechanical properties, and function of lumbar spinal ligaments. **Spine**, v.15, p.8, 1990.

ISSURIN, V.B., LIEBERMAN, D.G., TENENBAUM, G. Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility. **J. Sports Sci.**, v.12, p.561-6, 1994.

KENDALL, P.F., KENDALL, E.K. **Músculos: provas e funções.** São Paulo: Manole, 1992. 453p.

KERKOUR, K., CHARTRENET, Y. **Fisioterapia das lesões ligamentares do joelho no atleta.** São Paulo: Manole, 2002. p.97-102.

KIBLER, W.B., McQUEEN, C., UHL, T. Fitness evaluations and fitness findings in competitive júnior tennis player. **Clin. Sports Med.**, v.7, p.403-16, 1988.

KLEIN, A.B., SNYDER-MACKLER, L., ROY, S.H., DE LUCA, C.J. Comparison of spinal mobility and isometric trunk extensor forces with eletromyographic spectral analysis in identifying low back pain. **Phys. Ther.**, v.71, p. 445-54, 1991.

KNAPIK, J.J., BAUMAN, C.L., JONES, B.H., HARRIS, J.M., VAUGHAN, L. Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. **Am. J. Sports Med.**, v.19, p.76-81, 1991.

KOTTKE, F.J., LEHNMAN, J.F. **Krusen'S Handbook of physical medicine and rehabilitation.** Phyladelphia: WB Saunders, 2001.

KOTTKE, F.J., PTAK, L. The rationale for prolonged atrectching for correction of shortening of connective tissues. **Arch. Physiol. Med. Rehabil.**, v.47, p.345-52, 1996.

KRIVICKAS, L.S. Anatomical factors associated with overuse sports injuries. **Sports Med.**, v.24, p.132-46, 1997.

KRIVICKAS, L.S., FEINBERG, J.H. Lower extremity injuries in college athletes: relation between ligamentous laxity and lower extremity muscle tightness. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, v.77, p.1139-43, 1996.

LAMONTAGNE, A., MALOUIN, F., RICHARDS, C.L. Viscoelastic behavior of plantar flexor muscle-tendon unit at rest. **J. Orthop. Sport Phys. Ther.**, v.26, p.244–52, 1997.

LATASH, M.L., ZATSIORSKY, V.M. Joint stiffness: myth or reality? **Hum. Mov. Sci.**, v.12, p.653–92, 1993.

LEDERMAN, E. **Fundamentos da terapia manual**. São Paulo: Manole, 2001.

LICHT, S. Rehabilitation medicine: definition and origin **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, v.51, p.619–24, 1970.

LOW, J., REED, A. Eletroterapia explicada: **princípios e prática**. 3. ed. São Paulo: Manole , 2001. p.57– 151 .

LUCAS, R., KOSLOW, R. Comparatyve study of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques on flexibility. **Percept. Mot. Skills**, v.58, p.615-8, 1984.

LYSENS, R.J., OSTYN, M. S., AUWEELE, Y.V., LEFEVRE, J., VUYLSTEKE, M., RENSON, L. The accident-prone and overuse-prone profiles of the young athlete. **Am. J. Sports Med.** 17: 612 – 619, 1989.

MACAULEY, D. A history of physical activity, health and medicine. **J. R. Soc. Med.**, v.87, p.32 –5, 1994.

MADDING, S.W. Effect of duration of passive stretching on hip abduction range of motion. **J. Orthopaedic Sports Phys. Ther.**, v.8, p.409–16, 1987.

MAGNUSSON, S.P., SIMONSEN, E.B., AAGAARD, P., GLEIM, G. W., MCHUGH, M.P., KJAER, M. Viscoelastic response to repeated static stretching in the human hamstring muscle. **Scand. J. Med. Sci. Sports.**, v.5, p.342–7, 1995.

MANNICHE, C., ASMUSSEN, K., LAURITSEN, B., VINTERBERG, H., KARBO, H., ABILDSTRUP, S., FISCHER-NIELSEN, K., KREBS, R., IBSEN, K. Intensive dynamic back exercises with or without hypertension in chronic back pain after surgery for lumbar disc protrusion. **Spine**, v.18, p.560-7, 1993.

MOORE, M.A., HUTTON, R.T.S. Electromyographic investigation of muscle stretching techniques. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.12, p.322–29, 1980.

MORRISON, D.F. **Multivariate statistical methods**. 3.ed. New York: Mac Graw-Hill, 1990. 495p.

MULLER, S.S. **Análise comparativa das propriedades mecânicas do ligamento da patela e do tendão calcâneo**. 1998. 231p. Tese (Doutorado - Cirurgia) - Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

NELSON, B., HUTTON, R.S. Dynamic and static stretch responses in muscle spindle responses in muscle spindle receptors in fatigued muscle. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.17, p.445-9, 1985.

NEWHAM, D.J. Skeletal muscle pain and exercise. **Physiotherapy**, v.77, p.66-70, 1991.

NOONAN, T.J., BEST, T.M., SEABER, A.V., GARRETT, W.E. Thermal effects on skeletal muscle tensile behavior. **Am. J. Sports Med.**, v.21, p.517–22, 1993.

NORRIS, C.M. **La flexibilidad: principios y práctica**. Barcelona: Paidotribo, 1996.

PASCAL, A. **Manual de goniometria**, 1997, p.46.

PETERSON, L., RENSTRON, P. **Sports injuries: their prevention and treatment**. London: Dunitz, 1995.

PHILIP, J., ROWE, P. **Movimento funcional humano, mensuração e análise**. São Paulo: Manole, 2001 .

PROSKE, U. The mammalian muscle spindle. **N. Physiol Sci.**, v.12, p.37– 42, 1997.

RASH, P.J. **Cinesiology and applied anatomy**. 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1989.

ROACH, K., MILES, T.P. Normal hip and knee active range of motion: The relationship to age. **Phys. Ther.**, v.71, p.29-38, 1991.

ROBINSON, A.J., SNYDER-MACKLER, L. Eletrofisiologia clínica, eletroterapia e teste eletrofisiológico. São Paulo: **Artmed**, 2001. p.146-296.

SADY, S.S., WORTMAN, M., BLANKE, D. Flexibility training: ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation? **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, v.63, p.261-3, 1982.

SALGADO, A.S.I., CECI, L.A., DAVANSO, L.O., PARREIRA, R.B., PEDRONI JR., M. Comparison Between active mobilization and motor excitement electrical stimulation in gain of articular and muscular amplitude of hamstrings. **Kine**, v.12, n.1/3, p.77–82, 2001.

SAPEGA, H.A., et al. Biophysical factors in range of motion exercise. **Physician Sports Med.**, p.57-65, 1981.

SHANKAR, S. Prescrição de exercícios. **Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.** p.1-11, 25-6 .

SMITH, A.D., STROUD, L., MCQUEEN, C. Flexibility and anterior knee pain in adolescent elite figure skaters. **J. Pediatr. Orthop.**, v.11, p.17–82, 1991.

SOLA, O.M., CHRISTENSEN, D.L., MARTIN, A.W. Hypertrophy and Hyperplasia of adult chicken anterior latissimus dorsi muscles following stretch with and without denervation. **Exp. Neurol.**, v.41, p.76-100, 1973.

SOUCHARD, E. **O stretching global ativo.** São Paulo: Manole, 1996.

STANISH, W.D., MCVINCAR, S.F. Flexibility in injury prevention. In: _____. **Sports injuries**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1993.

STONE, H.L., DORNER, K.J., FOREMAN, R.D., THIES, R., BLAIR, R.W. Neural regulation of the cardiovascular system during exercise. **Fed. Proc.**, v.44, p.2271-8, 1985.

STROUD, L., SMITH, A.D., KRUSE, R. The relationship between increased femoral anteversion in childhood and anterior knee pain in adulthood. **Orthop. Trans.**, v.13, p.554, 1989.

TABARY, J.C., TABARY, C., TARDIEU, C., TARDIEU, G., GOLDSPINK, G. Physiological and structural changes in the cat's soleus muscle due to immobilization by plaster casts at different lengths. **J. Physiol.**, v.224, p.231-44, 1972.

TAKAHASHI, M., HOOD, D.A. Chronic stimulation-induced changes in mitochondrial and performance in rat skeletal muscle. **J. Appl. Physiol.**, v.74, 934-41, 1993.

TAYLOR, D.C., DALTON, J.D., SEABER, A.V., GARRETT, W. E. Viscoelastic properties of muscle-tendon units, The biomechanical effects of stretching. **Am. J. Sports Med.**, v.18, p.300-9, 1990.

TILLMAN, L.J., CUMMINGS, G.S. Biology mechanisms of connective tissue mutability. In: CURRIER, D.P., NELSON, R.M. (Eds). **Dynamics of human biological tissue**. Philadelphia: F.A. Davies, 1993. chap.1, p.1-44.

TRIMBLE, M.H., ENOKA, R.M. Mechanisms underlying the training effects associated with neuromuscular electrical stimulation. **Phys. Ther.**, v.127, p.393, 1991.

WALLIN, D., EKBLÖM, B., GRAHN, R., NORDENBORG, T. Improvement of muscle flexibility, a comparison between two techniques. **Am. J. Sports Med.**, v.13, p.263–8, 1985.

WARREN, C.G., LEHMANN, J.F., KOBLANSKI, J.N. Heat and stretch procedures: an evaluation using rat tail tendon. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, v.57, p.122-6, 1976.

WILLIFORD, H.N., EAST, J.B.E., SMITH, F.H., BURRY, L.A. Evaluation of warm-up for improvement in flexibility. **Am. J. Sports Med.**, v.14, p.316–9, 1994.

WORREL, T.W., SMITH, T.L., WINEGARDNER, J. Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance. **J. Orthop. Sports Phys. Ther.**, v.20, p.154–9, 1994.

ZACHAZEWSKI, J.E. Improving flexibility. In: ROSEMARY, M., SCULLY, R.M., BARNES, R. (Eds). **Physical therapy**. London: JB Lippincott, 1989.

ZAKHAROV, A. **Ciência do treinamento desportivo**. Rio de Janeiro: Grupo Palestra Sport, 1992. 338p.

ZARDO, D.T.S. **Flexibilidade em Escolares de 7 a 14 anos de Idade da Rede Municipal de Campo Grande-MS**. Londrina, 1999. (Monografia apresentada a Universidade Estadual de Londrina).

9. Anexos

ANEXO 1 -

Veja e utilize livremente o instrumento apresentado a seguir, desde que citada a fonte.

NOME: _____

PERFIL DO ESTILO DE VIDA INDIVIDUAL

O ESTILO DE VIDA corresponde ao conjunto de ações habituais que refletem as atitudes e valores das pessoas. Estas ações têm grande influência na saúde geral e qualidade de vida de todos os indivíduos.

Os itens abaixo representam características do estilo de vida relacionadas ao bem-estar individual. Manifeste-se sobre cada afirmação considerando a escala:

- [0] absolutamente não faz parte do seu estilo de vida
- [1] às vezes corresponde ao seu comportamento
- [2] quase sempre verdadeiro no seu comportamento
- [3] a afirmação é sempre verdadeira no seu dia a dia; faz parte do seu estilo de vida.

Componente: Nutrição

- a. Sua alimentação diária inclui ao menos 5 porções de frutas e verduras. []
- b. Você evita ingerir alimentos gordurosos (carnes gordas, frituras) e doces. []
- c. Você faz 4 a 5 refeições variadas ao dia, incluindo café da manhã completo. []

Componente: Atividade Física

- d. Você realiza ao menos 30 minutos de atividades físicas moderadas / intensas, de forma contínua ou acumulada, 5 ou mais dias na semana. []
- e. Ao menos duas vezes por semana você realiza exercícios que envolvam força e alongamento muscular. []
- f. No seu dia a dia, você caminha ou pedala como meio de transporte e, preferencialmente, usa as escadas ao invés do elevador. []

Componente: Comportamento Preventivo

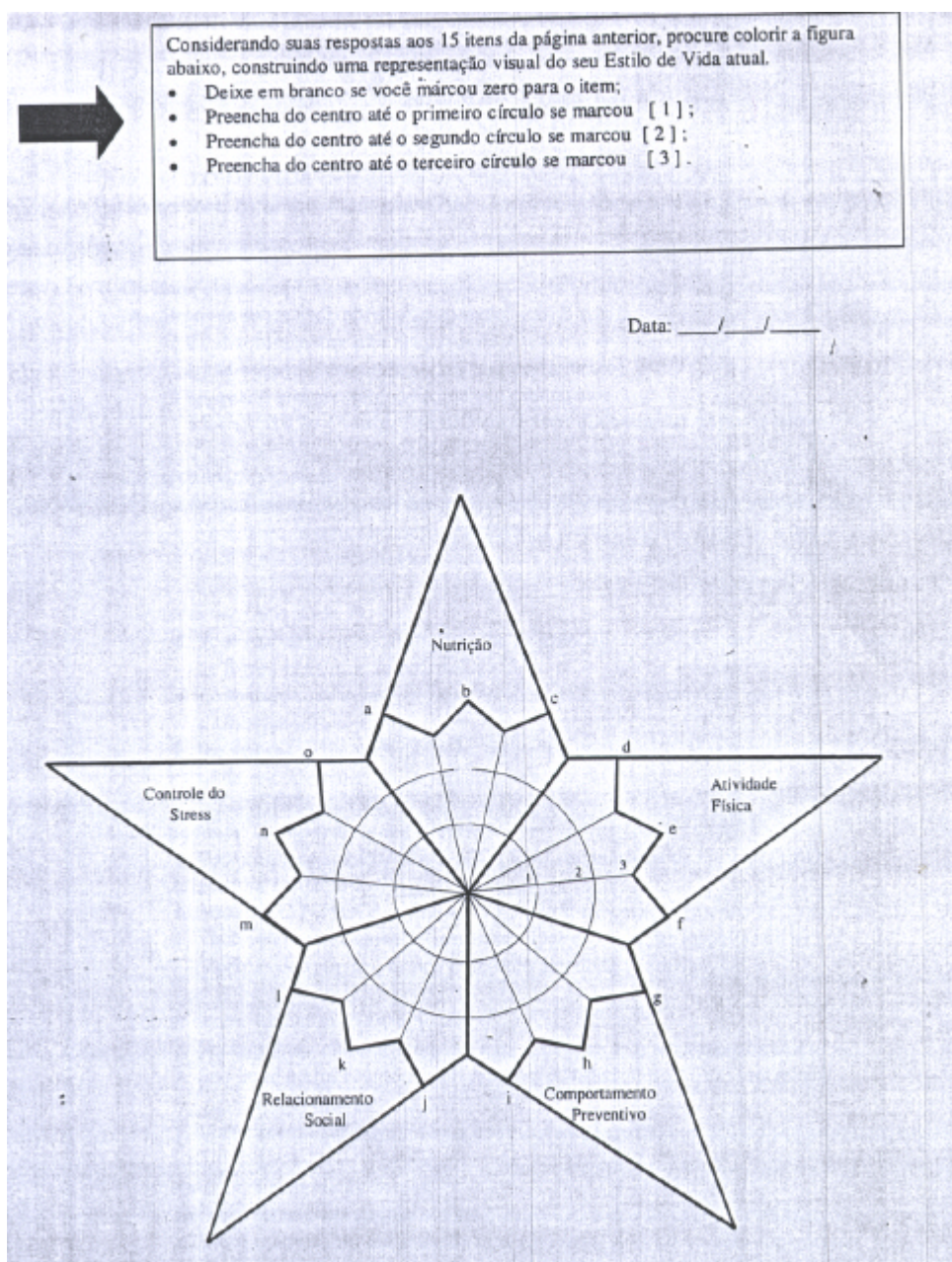
- g. Você conhece sua PRESSÃO ARTERIAL, seus níveis de COLESTEROL e procura controlá-los. []
- h. Você NÃO FUMA e ingere ÁLCOOL com moderação (menos de 2 doses ao dia). []
- i. Você sempre usa cinto de segurança e, se dirige, o faz respeitando as normas de trânsito, nunca ingerindo álcool de vai dirigir. []

Componente: Relacionamento Social

- j. Você procura cultivar amigos e está satisfeito com seus relacionamentos. []
- k. Seu lazer inclui reuniões com amigos, atividades esportivas em grupo, participação em associações. []
- l. Você procura ser ativo em sua comunidade, sentindo-se útil no seu ambiente social. []

Componente: Controle do Stress

- m. Você reserva tempo (ao menos 5 minutos) todos os dias para relaxar. []
- n. Você mantém uma discussão sem alterar-se, mesmo quando contrariado. []
- o. Você equilibra o tempo dedicado ao trabalho com o tempo dedicado ao lazer. []



ANEXO 2 -

unesp**Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Medicina de Botucatu**

Distrito Rubião Junior, s/nº - Botucatu - S.P.
CEP: 13.812-970 - Fone/Fax: (0xx14) 6802-6143
e-mail secretaria: capellup@fmb.unesp.br
e-mail Presidência: mbratanna@unl.com.br



Registrado no Ministério de Saúde em 30 de abril de
1007

Botucatu, 03 de junho de 2.002


OF.130/2002-CEP
MJBV/asc

**Ilustríssima Senhora
Regina Célia Spadim
DD. Supervisora da Seção de Pós Graduação
Faculdade de Medicina**

Prezada Senhora,

De ordem da Senhora Coordenadora deste CEP, e de acordo com a Deliberação **650/01-CONGR**, informo que em 08 de maio de 2.002, deu entrada neste CEP, **para conhecimento**, o Projeto de Pesquisa intitulado "**Comparação entre três técnicas preparatórias ao desenvolvimento de amplitude de movimento**", de autoria de Afonso Shiguemi Inoue Salgado, sob orientação do Prof. Dr. Sérgio Swain Müller, **aprovado em 14/03/2002** pelo CEP da Universidade Estadual de Londrina, através do Parecer 04/2002, órgão devidamente registrado na CONEP.

Sendo só para o momento, aproveito o ensejo para renovar os protestos de elevada estima e distinta consideração.


**Alberto Santos Capellupi
Secretário do CEP**

Cópia ao orientador do Projeto: Prof. Dr. Sérgio Swain MÜller