

DEBORAH GATTI ZUCCOLOTTO

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DOS MÚSCULOS VASTUS MEDIALIS,
VASTUS LATERALIS, SEMITENDINOSUS E BÍCEPS FEMORIS
(CAPUT LONGUM) DURANTE EXERCÍCIO NO APARELHO
“STEPPING MACHINE”

Dissertação apresentada ao Curso de
Pós-Graduação em Fisiologia e
Biofísica do Sistema Estomatognático
da Faculdade de Odontologia de
Piracicaba, Universidade Estadual de
Campinas, para obtenção do Título de
Mestre.

PIRACICABA-SP

- 1996 -

Z82a

27888/BC

DEBORAH GATTI ZUCCOLOTTO

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DOS MÚSCULOS VASTUS MEDIALIS,
VASTUS LATERALIS, SEMITENDINOSUS E BÍCEPS FEMORIS
(CAPUT LONGUM) DURANTE EXERCÍCIO NO APARELHO
"STEPPING MACHINE"

*Este exemplar foi
doadamente entregue
conforme rubrica: CCPG 036/83*

Piracicaba 29/05/96

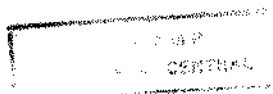
Prof. Dr. Fausto Bérzin
Depto. Morfologia
Mat. 039.16
FCP-UNICAMP

Dissertação apresentada ao Curso de
Pós-Graduação em Fisiologia e
Biofísica do Sistema Estomatognático
da Faculdade de Odontologia de
Piracicaba, Universidade Estadual de
Campinas, para obtenção do Título de
Mestre.

ORIENTADOR: PROF. DR. FAUSTO BÉRZIN - FOP - UNICAMP

PIRACICABA-SP

- 1996 -



UNIDADE	BC
N.º CHAMADA	T/UNICAMP
N.º	Z82a
N.º	27888
N.º	667/96
N.º	11.00
DATA	03/07/96
N.º CPD	

CM-00089461-1

Ficha Catalográfica Elaborada pela Biblioteca da FOP/UNICAMP

Z83e	Zuccolotto, Deborah Gatti. Análise eletromiográfica dos músculos vastus medialis, vastus lateralis, semitendinosos e biceps femoris (caput longum) durante exercício no aparelho "STEPPING MACHINE" / Deborah Gatti Zuccolotto. - Piracicaba : [s.n.], 1995. 45 f : il. Orientador : Fausto Bérzin Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba. 1. Eletromiografia. 2. Músculos. 3. Quadriceps. 4. Exercício de locomoção. I. Bérzin, Fausto. II. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.
	19. CDD - 612.014 27 611.73 611.738 612.76

Índice para Catálogo Sistemático

- | | |
|---------------------------|------------|
| 1. Eletromiografia | 612.014 27 |
| 2. Músculos | 611.73 |
| 3. Quadriceps | 611.738 |
| 4. Exercício de locomoção | 612.76 |



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de Mestrado, em sessão pública realizada em 04/01/96, considerou a candidata aprovada.

1. Fausto Berzin

2. Maria Cecília Ferraz de Arruda Veiga

3. Heloisa Amélia de Lima Castro

AOS MEUS PAIS,
PEDRO E MARIA DE LOURDES

A

DENISE, BRUNA E RICARDO

AO PROF. DR. FAUSTO BÉRZIN, PROFESSOR DA
DISCIPLINA ANATOMIA, DO DEPARTAMENTO DE
MORFOLOGIA DA FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, PELA
VALIOSA ORIENTAÇÃO E DEDICADA AMIZADE.

Este trabalho foi realizado com auxílio financeiro,
sob a forma de BOLSA DE ESTUDO do CNPq,
FOP/UNICAMP.

AGRADECIMENTOS

Aos Voluntários, alunos do Curso de Fisioterapia da Universidade Metodista de Piracicaba, pela participação neste trabalho.

Ao Prof. Dr. Alcides Guimarães, Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Fisiologia e Biofísica do Sistema Estomatognático da FOP/UNICAMP.

À Prof^ª Dr^ª Maria Cecília Ferraz de Arruda Veiga, Professora Assistente Dr. da Área de Fisiologia do Departamento de Ciências Fisiológicas da FOP/UNICAMP.

Aos Colegas e Amigos do Curso de Pós-Graduação, em especial Carla Komatsu, pela amizade e companheirismo.

Aos Colegas do Departamento de Fisioterapia da Universidade Metodista de Piracicaba, pela compreensão nos momentos difíceis e incentivo constante.

Ao Prof. Dr. Francisco Cock Fontanella, colega da Universidade Metodista de Piracicaba, pela revisão ortográfica.

A Suzete Regina Tobias Neder, funcionária do Departamento de Morfologia da FOP/UNICAMP, pela digitação e diagramação deste trabalho.

A Luzia de Fátima da Silva, bibliotecária da FOP/UNICAMP, pela orientação nas referências bibliográficas.

Aos Colegas Luiz Fernando Beraldo, Pedro Duarte Novaes e Débora Bevilaqua Grosso, pela elaboração dos gráficos, das fotografias e colaboração na fase experimental.

À Profª Maria Imaculada L. Montebelo, Professora do Departamento de Métodos Quantitativos da Universidade Metodista de Piracicaba, pela amizade e dedicação na análise estatística.

Às Funcionárias da Clínica de Fisioterapia da Universidade Metodista de Piracicaba, pelo apoio e compreensão recebidos durante o Curso de Pós-Graduação.

Aos Funcionários dos Cursos de Pós-Graduação em Fisiologia e Biofísica do Sistema Estomatognático e Biologia e Patologia Buco-Dental, pela amizade e apoio recebidos.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho se realizasse.

E finalmente, a Deus.

SUMÁRIO

RESUMO	01
INTRODUÇÃO	02
REVISÃO DA LITERATURA	
1. Cinesiologia e Eletromigrafia	03
2. Movimentos em Cadeia	
Cinética Fechada	07
MATERIAL E MÉTODOS	
1. Voluntários	10
2. Equipamentos	10
2.1. Eletromiógrafo	10
2.2. Posicionamento dos Eletrodos	11
2.3. Stepping Machine	12
3. Procedimentos	14
4. Análise Estatística	14

RESULTADOS	24
1. Movimento de Flexão da perna na articulação do joelho, partindo de 0° até 90° no aparelho "Stepping Machine"	24
2. Movimento de Extensão da perna na articulação do joelho, de 90° até 0° no aparelho "Stepping Machine"	25
DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	33
CONCLUSÕES	37
APÊNDICE	38
Tabelas dos valores individuais dos potenciais de ação em μV captados nos exames dos voluntários	38
SUMMARY	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - Eletromiógrafo marca "Nicolet Viking", modelo II de 08 canais, com impressora a jato de tinta. _____ 16
- FIGURA 2 - Posicionamento dos eletrodos para captação dos potenciais de ação dos músculos vasto medial oblíquo - à direita - e vasto lateral - à esquerda. _____ 17
- FIGURA 3 - Posicionamento dos eletrodos para captação dos potenciais de ação dos músculos semitendíneo - à esquerda - e bíceps da coxa (porção longa) - à direita. _____ 18
- FIGURA 4 - Eletrogoniômetro (1) Unidade Sinalizadora (2) _____ 19
- FIGURA 5 - Posição inicial do aparelho "STEPPING MACHINE" - 0° de angulação da perna na articulação do joelho direito. _____ 20
- FIGURA 6 - Posição de flexão da perna na articulação do joelho em 30° no aparelho "STEPPING MACHINE". _____ 21
- FIGURA 7 - Posição de flexão da perna na articulação do joelho em 60° no aparelho "STEPPING MACHINE". _____ 22
- FIGURA 8 - Posição de flexão da perna na articulação do joelho em 90° no aparelho "STEPPING MACHINE". _____ 23
- FIGURA 9 - Gráfico das médias dos potenciais de ação do músculo VMO em μV nos movimentos de flexão e extensão. _____ 27
- FIGURA 10 - Gráfico das médias dos potenciais de ação do músculo VL em μV nos movimentos de flexão e extensão. _____ 28
- FIGURA 11 - Gráfico das médias dos potenciais de ação do músculo ST em μV nos movimentos de flexão e extensão. _____ 29
- FIGURA 12 - Gráfico das médias dos potenciais de ação do músculo BC em μV nos movimentos de flexão e extensão. _____ 30

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Estimativas dos potenciais médios de ação (μV) do músculo VMO nos movimentos de flexão e extensão da articulação do joelho D	31
TABELA 2 - Estimativas dos potenciais médios de ação (μV) do músculo VL nos movimentos de flexão e extensão da articulação do joelho D	31
TABELA 3 - Estimativas dos potenciais médios de ação (μV) do músculo ST nos movimentos de flexão e extensão da articulação do joelho D	32
TABELA 4 - Estimativas dos potenciais médios de ação (μV) do músculo BC nos movimentos de flexão e extensão da articulação do joelho D	32
TABELA 5 - Valores individuais dos potenciais de ação captados nos exames dos voluntários para o VMO no movimento de flexão	38
TABELA 6 - Valores individuais dos potenciais de ação captados nos exames dos voluntários para o VMO no movimento de extensão	38
TABELA 7 - Valores individuais dos potenciais de ação captados nos exames dos voluntários para o VL no movimento de flexão	39
TABELA 8 - Valores individuais dos potenciais de ação captados nos exames dos voluntários para o VL no movimento de extensão	39
TABELA 9 - Valores individuais dos potenciais de ação captados nos exames dos voluntários para o ST no movimento de flexão	40
TABELA 10 - Valores individuais dos potenciais de ação captados nos exames dos voluntários para o ST no movimento de extensão	40
TABELA 11 - Valores individuais dos potenciais de ação captados nos exames dos voluntários para o BC no movimento de flexão	41
TABELA 12- Valores individuais dos potenciais de ação captados nos exames dos voluntários para o BC no movimento de extensão	41

RESUMO

A proposta deste trabalho foi observar o comportamento eletromiográfico dos músculos Vasto Medial Oblíquo, Vasto Lateral, Semitendíneo e Bíceps da Coxa (porção longa) durante atividade no aparelho "STEPPING MACHINE", tomando-se as medidas de ângulo 0° , 30° , 60° , 90° para a flexão e extensão da perna na articulação do joelho. Foram analisados 10 voluntários adultos normais, utilizando-se um eletromiógrafo de 8 canais, mini-eletrodos de superfície do tipo BECKMAN e um eletrogoniômetro. O método estatístico empregado foi a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey. Os resultados mostraram que no movimento de flexão, o músculo Vasto Medial Oblíquo apresentou diferença dos potenciais médios de ação ao nível de 5% de significância para as medidas de ângulo 90° , 30° e 0° e também diferença significativa entre 60° e 0° . O músculo Vasto Lateral apresentou diferença significativa também em 5% no ângulo 90° em relação a 60° , 30° e 0° , além de diferença entre 60° e 0° . Os músculos semitendíneo e bíceps da coxa não apresentaram diferença significativa nas diferentes medidas de ângulo. Durante o movimento de extensão do joelho, os músculos Vasto Medial Oblíquo e Vasto Lateral, apresentaram diferença entre as medidas de ângulo 90° e 60° em relação às medidas 30° e 0° . Os músculos semitendíneo e bíceps da coxa, não apresentaram diferença significativa entre os potenciais de ação nas várias angulações analisadas. Os resultados sugerem que o aparelho "STEPPING MACHINE" pode ser indicado na reabilitação pós-operatória da articulação do joelho.

Palavras chave: 1. Eletromiografia, 2. Músculos, 3. Quadríceps, 4. Exercícios de locomoção.

INTRODUÇÃO

O aparelho "STEPPING MACHINE", utilizado para o condicionamento cardiovascular em academias, encontrou na reabilitação de reconstituições cirúrgicas do ligamento cruzado anterior, larga aplicabilidade, uma vez que permite a flexão da perna na articulação do joelho sem a translação anterior da tibia sobre o fêmur, evitando assim aumento de tensão do ligamento operado.

A grande dificuldade do pós-cirúrgico desta articulação se concentra principalmente na hipotrofia acentuada e acelerada que acomete o quadríceps, levando a um joelho instável e funcionalmente inapto. Neste sentido, a utilização de exercícios precoces (SHELBOURNE & NITZ, 1990) principalmente de movimentos em cadeia cinética fechada, tem sido estudada e recomendada pelo fato de que esta atividade parece facilitar a co-contração da musculatura envolvida (REYNOLDS et alii, 1992) através da reação dos receptores capsulares e tendinosos à aproximação das estruturas articulares, levando a uma resposta de afastamento das estruturas.

Apesar da larga utilização dos exercícios em step-up para aumento da força e trofismo da musculatura da coxa, ainda há poucos estudos que demonstrem a comprovação de sua eficácia neste sentido. Por outro lado, não se encontra registros que demonstrem qual a angulação ideal para se trabalhar em cadeia cinética fechada para se obter os objetivos acima mencionados.

A proposição deste trabalho, é determinar a atividade eletromiográfica dos músculos: vasto medial oblíquo, vasto lateral, semitendíneo e bíceps da coxa durante exercícios no aparelho "STEPPING MACHINE" nas angulações 30°, 60°, 90° de flexão e extensão da perna na articulação do joelho.

REVISÃO DA LITERATURA

Todos os movimentos de locomoção do corpo são proporcionados pelos membros inferiores.

Para tanto, os membros inferiores desenvolvem atividade cíclica e sincronizada de vários músculos, entre eles os músculos ísquio-tibiais e o grupo quadríceps da coxa.

Estudos anatômicos, cinesiológicos e eletromiográficos têm sido feitos por vários anos para se determinar a atividade destes músculos na locomoção, seja ela para a marcha, atividades esportivas ou recuperação de incapacidades.

Dividimos a literatura a partir de dois tópicos, a saber:

- 1) trabalhos cinesiológicos e eletromiográficos.
- 2) trabalhos de exercícios em cadeia cinética fechada.

1. CINESIOLOGIA E ELETROMIOGRAFIA

No ciclo normal da marcha os músculos ísquio-tibiais atuam na fase de oscilação e início da fase de apoio (HIRSCHBERG & NATHANSON, 1952; BATTYE & JOSEPH, 1966; JOSEPH, 1968).

Segundo HOUTZ & LEBOW (1957) em estudo com o tronco livre utilizando dinamômetro, os movimentos de flexão e extensão resistidos do joelho

estão sempre associados com flexão e extensão mais fortes do quadril, respectivamente.

Estes mesmos autores estudaram, ainda em 1957, a interferência das angulações das articulações do joelho e do quadril sobre as forças da musculatura flexora e extensora da articulação do joelho. Observaram que na posição sentada a força é máxima nos grupos anterior e posterior da coxa no meio do movimento de flexão. Verificaram ainda, que nas posições prono e supino, a força dos músculos flexores é maior, quanto mais a articulação se aproxima da posição de extensão (0°).

WILLIAMS & STUTZMAN (1959) observaram que a 90° de flexão da articulação do joelho, a força máxima de flexão é relativamente pequena, mesmo em contração isométrica voluntária máxima. Sua conclusão foi de que, para os músculos flexores, a relação comprimento-tensão parece ser mais importante que o comprimento do braço de alavanca na produção de torque.

Verificaram ainda, como outros autores, que as forças de flexão da articulação do joelho são maiores com o quadril flexionado.

Os M. ísquios-tibiais atuam segundo BATTYE & JOSEPH (1966), prevenindo, através de sua ação extensora no quadril, a excessiva flexão desta articulação, previamente ao choque do calcanhar, no primeiro período da marcha, auxiliando a sustentação do peso do corpo sobre o membro.

Durante a inclinação anterior do tronco com flexão da articulação do quadril, o M. semitendíneo e o M. semimembranáceo, juntamente com o M. bíceps da coxa, se mostraram muito mais ativos pela ação da gravidade, do que durante a atividade de sentar (JOSEPH & COLL., 1954; GREENLAW & BASMAJIAN, 1978).

FURLANI et al (1977), estudando o M. bíceps da coxa em suas duas porções com eletrodos de agulha, observaram que não havia atividade durante todo o movimento de rotação lateral da perna com flexão da articulação do joelho, rotação lateral do quadril com o pé fixo, além de flexão da articulação do quadril com flexão do tronco. Observaram também que este músculo não participou do movimento livre de adução da articulação do quadril, ou do mesmo movimento contra resistência, além de não participar na manutenção da postura ereta.

ELORANTA & KOMI (1980), analisando os músculos: reto femural, vasto lateral, vasto medial e semimembranáceo em condições de contração excêntrica e concêntrica máximas, sob resistência na posição sentada, concluíram que o músculo vasto medial e o músculo vasto lateral apresentaram maior atividade elétrica nos últimos graus de extensão em contração concêntrica, e que o músculo semimembranáceo apresentou atividade baixa em todos os testes de contração.

LUNNEN et. al (1981), relacionando o comprimento muscular à atividade eletromiográfica e o torque produzido pelo músculo bíceps da coxa, analisaram contrações isométricas com 60° de flexão do joelho e variações na flexão do quadril em 0°, 45°, 90° e 135°. Concluíram que a atividade eletromiográfica e a mudança de torque do músculo são inversamente proporcionais às variações de comprimento do mesmo.

Eletromiograficamente o músculo semitendíneo é definido por GARDNER & COL., 1978; DANIELS & WORTHINGHAN, 1978; KENDALL, KENDALL & WADSWORTH, 1980, como principal flexor da articulação do joelho.

A origem da porção longa do músculo bíceps da coxa é a porção distal do ligamento sacrotuberoso e parte posterior da tuberosidade do ísquion. Sua

inserção ocorre na face externa da tuberosidade da fibula, côndilo lateral da tíbia e aponeurose profunda no lado externo da perna (KENDALL, KENDALL & WADSWORTH, 1980).

Segundo KENDALL, KENDALL & WADSWORTH (1980), o grupo quadríceps da coxa tem sua origem na espinha ilíaca ântero-inferior (músculo reto femural); no bordo anterior e linha áspera (músculo vasto lateral); nos dois terços proximais do corpo do fêmur (músculo vasto intermédio) e na metade distal da linha trocanteriana, no lábio interno da linha áspera (músculo vasto medial).

WEINECK (1984), relata que o músculo bíceps da coxa (porção longa) funciona como extensor do quadril a partir da posição da perna apoiada no solo, portanto, em cadeia cinética fechada.

Juntamente com o músculo semimembranáceo, segundo GREENLAW & BASMAJIAN & DE LUCA (1985); BASMAJIAN & DE LUCA (1985), o músculo semitendíneo tem também a função de atuar na adução do quadril a partir da posição de abdução.

Estes mesmos autores classificam o mesmo músculo como flexor do joelho, e são confirmados por WEINECK em 1984 e por GREENLAW & BASMAJIAN em 1985.

BASMAJIAN & DE LUCA (1985) relaciona o M. bíceps da coxa também à extensão do quadril, diferenciando-o do M. glúteo máximo, que atua somente contra resistência, além de relatar também sua atividade como rotador lateral da tíbia com a flexão do joelho.

KAPANDJI (1987); LEHMKUHL & SMITH (1987), dizem que a eficiência dos músculos ísquio-tibiais como extensores do quadril será maior com extensão simultânea do joelho bem como a eficiência para sua ação na flexão do

joelho, será maior com flexão do quadril, apontando, portanto, para a relação agonista sinergista entre os músculos ísquio-tibiais e o músculo quadríceps da coxa.

ELORANTA (1989), verificou que o maior pico de atividade dos músculos reto femural, músculo vasto medial e músculo vasto lateral ocorria durante o movimento de extensão da perna na articulação do joelho na posição sentada, numa angulação entre 80° - 150°.

A partir daí, a atividade caía sensivelmente e a extensão completa mostrou sempre silêncio da porção reto femural.

2. MOVIMENTOS EM CADEIA CINÉTICA FECHADA

A ação muscular torna-se mais complexa, quando se consideram várias articulações.

ADLER et al (1983) estudaram a atividade eletromiográfica dos músculos: vasto medial oblíquo, vasto medial longo, vasto intermédio e vasto lateral em dezessete indivíduos normais durante a marcha, cronometrando o início da atividade de cada músculo. Demonstraram que, durante a marcha normal, a atividade das quatro porções se iniciava praticamente ao mesmo tempo, e que em marcha acelerada ocorria o mesmo.

DUARTE CINTRA & FURLANI (1981), em estudo eletromiográfico do músculo quadríceps da coxa na posição ereta, nos movimentos de agachar-se até 90° de flexão da perna na articulação do joelho, sentar-se e levantar-se, observaram que, para os movimentos de agachar-se, os músculos vasto medial,

vasto intermédio e vasto lateral apresentaram atividade elétrica desde o início do movimento, com maior atividade dos dois primeiros músculos, seguidos pelo reto femural e vasto lateral.

Para o movimento de passagem da posição sentada para a posição de pé, o músculo reto femural mostrou atividade apenas o início do movimento, e os três demais apresentaram-se novamente mais ativos.

BRASK, LUEKE & SODERBERG (1984), analisando eletromiograficamente os músculos: vasto medial, reto da coxa, bíceps da coxa, semitendíneo e semimembranáceo em movimentos de subir e descer degraus lateralmente, observaram que a atividade máxima ocorreu durante a flexão da perna na articulação do joelho a 90° e a extensão a 40° .

Utilizaram como material, degraus de alturas diferentes - 9,6 cm e 19,2 cm -, observaram que para o degrau mais alto (19,2 cm) houve atividade em todos os músculos analisados. Observaram ainda que, para o movimento de subir os degraus, a atividade de cada músculo, com exceção do músculos semitendíneo e semimembranáceo, foi maior do que a atividade de descer os degraus.

A tríplice extensão em cadeia cinética fechada coloca em ação, segundo GÉNOT et al (1987), uma cadeia sinergista complexa, que inclui entre outros os seguintes músculos monoarticulares: vasto lateral, vasto medial, vasto intermédio, glúteo máximo e sóleo; bem como os músculos biarticulares: gastrocnêmio, reto da coxa, semitendíneo, semimembranáceo e bíceps da coxa (porção longa).

Os mesmos autores exemplificam a cadeia cinética fechada como o movimento em que uma pessoa realiza uma tríplice extensão dos membros inferiores, levantando-se da posição sentada.

Ainda segundo estes autores, os músculos ísquio-tibiais, como extensores do quadril, vão puxar as faces articulares da tibia para trás e, portanto, funcionam, juntamente com o músculo gastrocnêmio, como extensores da perna na articulação do joelho durante o movimento em cadeia cinética fechada.

LEHMKUHL & SMITH (1989) descrevem a cadeia cinética fechada como aquela na qual a articulação terminal encontra uma resistência considerável, que proíbe ou restringe seu movimento livre.

COOK et al (1992) estudaram através do aparelho "Step Machine", no ato de subir um degrau lateralmente, a atividade eletromiográfica dos músculos: reto femural, vasto medial, bíceps da coxa, gastrocnêmio, semitendíneo e semimembranáceo. Trabalhando com dezoito indivíduos sem história de lesão prévia do joelho e com eletrodos de superfície, verificaram que as médias de atividade dos músculos reto femural e vasto medial se mostraram significativamente maiores durante a subida lateral do degrau em relação à atividade no aparelho "step-Machine".

REYNOLDS et al (1992) propuseram um protocolo de seis semanas de exercícios isocinéticos de subida lateral de um degrau para verificação do aumento da circunferência da coxa. Utilizaram vinte indivíduos saudáveis do sexo feminino, sem história de patologia ou cirurgia do joelho e que não praticassem atividade física constante. Um dinamômetro foi utilizado para se determinar o torque máximo concêntrico e excêntrico do músculo quadríceps medido a 60°/segundo. A medida de força foi tomada antes e depois de um programa de "step-up" lateral por seis semanas.

Concluíram que o protocolo não proporcionou peso máximo suficiente para aumento do torque máximo do músculo quadríceps ou aumento da circunferência da coxa.

MATERIAL E MÉTODOS

1. VOLUNTÁRIOS

Os músculos Vasto Medial Obliquo, Vasto Lateral, Semitendíneo e Bíceps da coxa (porção longa) foram analisados eletromiograficamente na coxa direita de dez voluntários do sexo feminino, brancos, com idade entre 20 e 35 anos, sem história de trauma ou doenças da articulação dos joelhos.

2. EQUIPAMENTOS

2.1. ELETROMIÓGRAFO

Os registros eletromiográficos foram realizados no Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, através de um aparelho Eletromiógrafo da marca "NICOLET VICKING", modelo II de 08 canais, acoplado a uma impressora a jato de tinta, que fornece os traçados eletromiográficos dos músculos examinados (Figura 1).

O aparelho foi calibrado em 500 μ V e velocidade de deslocamento do feixe em 200 ms.

Os potenciais elétricos dos músculos foram captados através de mini-eletrodos de superfície tipo BECKMAN, aplicados à pele previamente limpa com

álcool 70%, tricotomizada e tendo sido feita remoção de células mortas através de lixa. Foi aplicada pasta eletrocondutora à superfície dos eletrodos, para facilitar a captação dos potenciais elétricos.

2.2. POSICIONAMENTO DOS ELETRODOS

O posicionamento dos eletrodos foi definido, levando-se em conta o terço inferior dos ventres dos músculos examinados, padronizando-se os seguintes pontos:

a) M. Vasto Medial Oblíquo: cinco centímetros acima do bordo médio-superior da patela, o eletrodo do canal 1 do Eletromiógrafo (Figura 2).

b) M. Vasto lateral: dez centímetros acima do bordo látero-superior da patela, o eletrodo do canal 3 do Eletromiógrafo (Figura 2).

c) M. Semitendíneo: um centímetro e meio medialmente à linha média da coxa posterior a uma altura de sete centímetros acima do epicôndilo medial do fêmur, o eletrodo do canal 5 do Eletromiógrafo (Figura 3).

d) M. Biceps da Coxa (porção longa): dois centímetros lateralmente à linha média da coxa posterior, a uma altura de sete centímetros acima do epicôndilo lateral do fêmur, o eletrodo do canal 7 do Eletromiógrafo (Figura 3).

Um fio terra, ligado a uma placa metálica, colocada na superfície da pele dos voluntários, foi fixado através de “velcro” ao seu punho direito, também com pasta eletrocondutora.

2.3. STEPPING MACHINE

Os voluntários realizaram movimentos de flexão e extensão da perna, na articulação do joelho através do aparelho “STEPPING MACHINE” (Aparelho gentilmente cedido para este trabalho por MACIEIRA METAIS, LTDA), que atualmente tem sido usado em academias de fisioculturismo para o fortalecimento da musculatura extensora da perna na articulação do joelho.

O “STEPPING MACHINE” é formado por duas plataformas móveis que sobem e descem alternadamente, com amortecedores acoplados às mesmas, oferecendo resistência. Consta ainda de uma barra tubular em liga metálica, que se bifurca em “T”, terminando em duas monoplas, onde o indivíduo se apoia para realizar, na posição de pé, os movimentos alternados de flexão e extensão das pernas.

Para se determinar as diferentes angulações do joelho durante o movimento, foi utilizado um eletrogoniômetro fixado à face lateral do joelho direito dos voluntários, preso por fitas de “velcro”, tendo o parafuso centrado na interlinha articular, respeitando o eixo de movimento. Este equipamento foi acoplado a uma unidade de leitura e indicação auditiva, conectada ao canal 8 do Eletromiógrafo.

Este sistema de registro da angulação foi, portanto, formado por dois módulos: o eletrogoniômetro e a unidade sinalizadora (Figura 4). O eletrogoniômetro teve divisão determinada em ângulos múltiplos de 30° com ponto inicial correspondente a 0° , sinalizado na posição inicial de extensão completa da perna e o ponto final, sinalizado na posição de 90° de flexão da perna.

Os sinais recebidos do eletrogoniômetro foram decodificados por uma placa de circuito impresso, fornecendo através de sinal audível a angulação do movimento que estava sendo executado.

Esta placa sinalizadora está contida numa caixa de liga metálica de alumínio fundido, completamente aterrada, conectada ao cabo do eletrogoniômetro por conector blindado do tipo "AMPHENOL".

O sistema de sinalização audível pode ser feito através de modo "ponto" ou de "faixa".

Para este trabalho utilizou-se o modo "ponto" e as posições desejadas foram selecionadas através de chave seletora do tipo "DIP SWITCH" de quatro posições de maneira que, a cada passagem do eletrogoniômetro pelas angulações pré-determinadas, a unidade emitia um "BEEP" que era transmitido ao Eletromiógrafo através do canal 8.

Isto garantiu a sonorização e registro das angulações desejadas (0° , 30° , 60° , 90°) para análise da atividade elétrica dos músculos examinados.

Quando a unidade sinalizadora emitia os sinais sonoros da passagem pelos sensores, indicando que o eletrogoniômetro passava pelas angulações determinadas, a diferença de potencial defletia o feixe.

3. PROCEDIMENTOS

Para realizar os movimentos de flexão e extensão da perna na articulação do joelho, os voluntários foram posicionados no aparelho “STEPPING MACHINE” de forma que sua posição inicial fosse de 0° de angulação do joelho direito (Figura 5) e foram orientados para realizar o movimento de flexão da perna até 90° (Figura 8), passando pelas angulações 30° (Figura 6) e 60° (Figura 7) a partir de quando ouvissem o comando: “Atenção ... Já!”. O registro era então realizado e impresso.

A partir da posição de 90° de flexão da perna na articulação do joelho direito, passando por 60° , 30° até 0° os voluntários deveriam realizar a extensão da mesma perna, também quando ouvissem o comando: “Atenção ... Já!” e o registro era também realizado e impresso.

Os resultados foram quantificados através do método de BASMAJIAN (1978).

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para cada um dos movimentos (flexão e extensão) realizou-se uma análise individual. Considerou-se o indivíduo como bloco e definiu-se como fatores, o músculo em quatro níveis: vasto medial oblíquo (VMO), vasto lateral (VL), semitendíneo (ST) e bíceps da coxa (BC); e o ângulo em quatro níveis (0° , 30° , 60° , 90°).

Os dados para cada um dos movimentos foram analisados através da análise de variância (ANOVA).

Utilizou-se para as comparações múltiplas o método de Tukey ao nível de 5% de significância.

Os resultados foram analisados através das saídas do Sistema de Análise Estatística SANEST.



FIGURA 1 - Eletromiógrafo marca “Nicolet Viking”, modelo II de 08 canais, com impressora a jato de tinta.

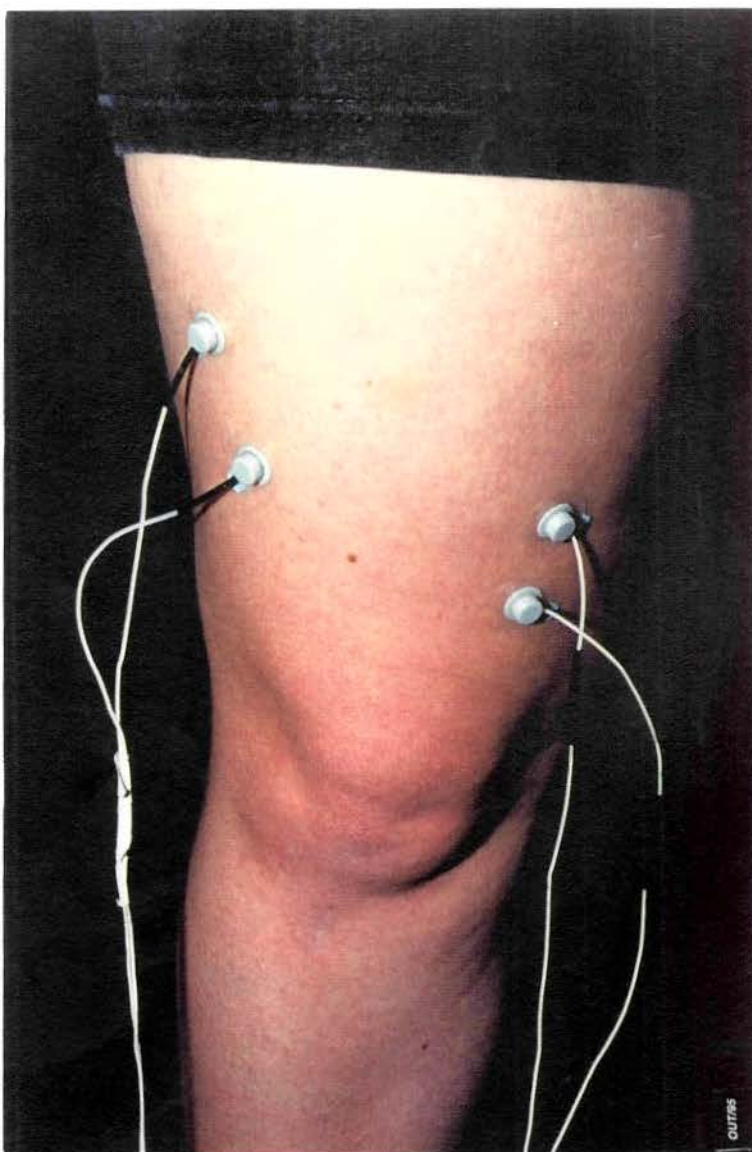


FIGURA 2 - Posicionamento dos eletrodos para captação dos potenciais de ação dos músculos vasto medial oblíquo - à direita - e vasto lateral - à esquerda.

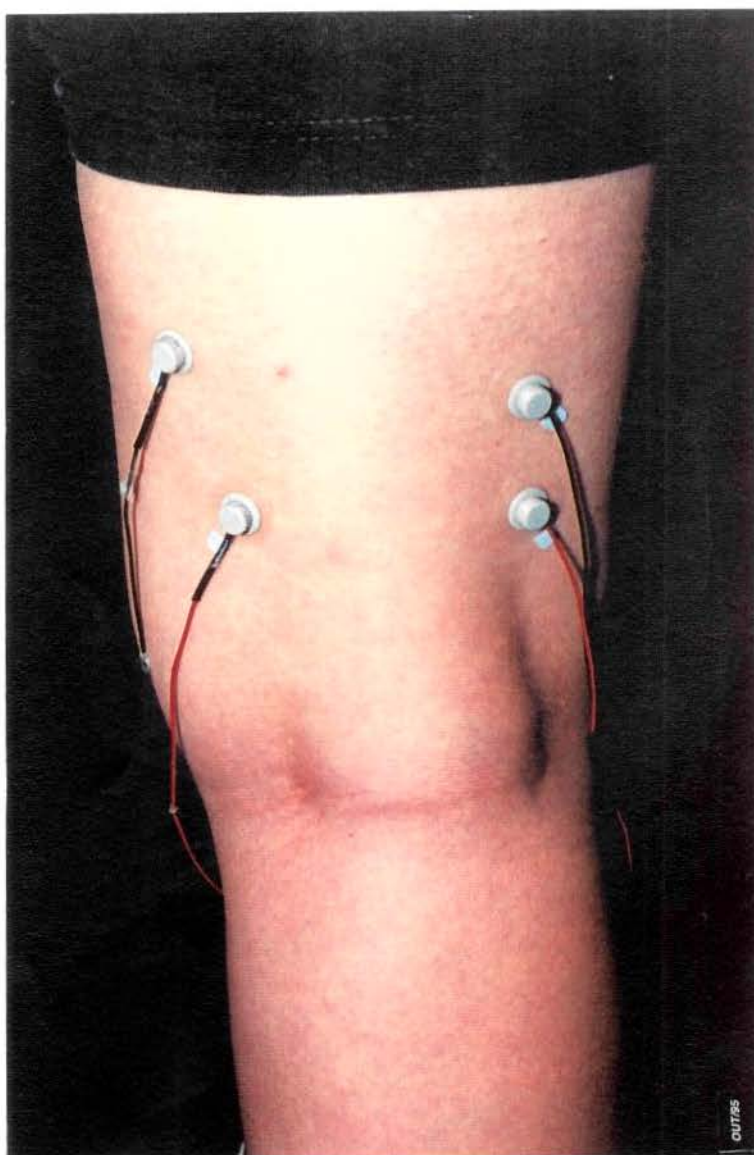


FIGURA 3 - Posicionamento dos eletrodos para captação dos potenciais de ação dos músculos semitendíneo - à esquerda - e bíceps da coxa (porção longa) - à direita.

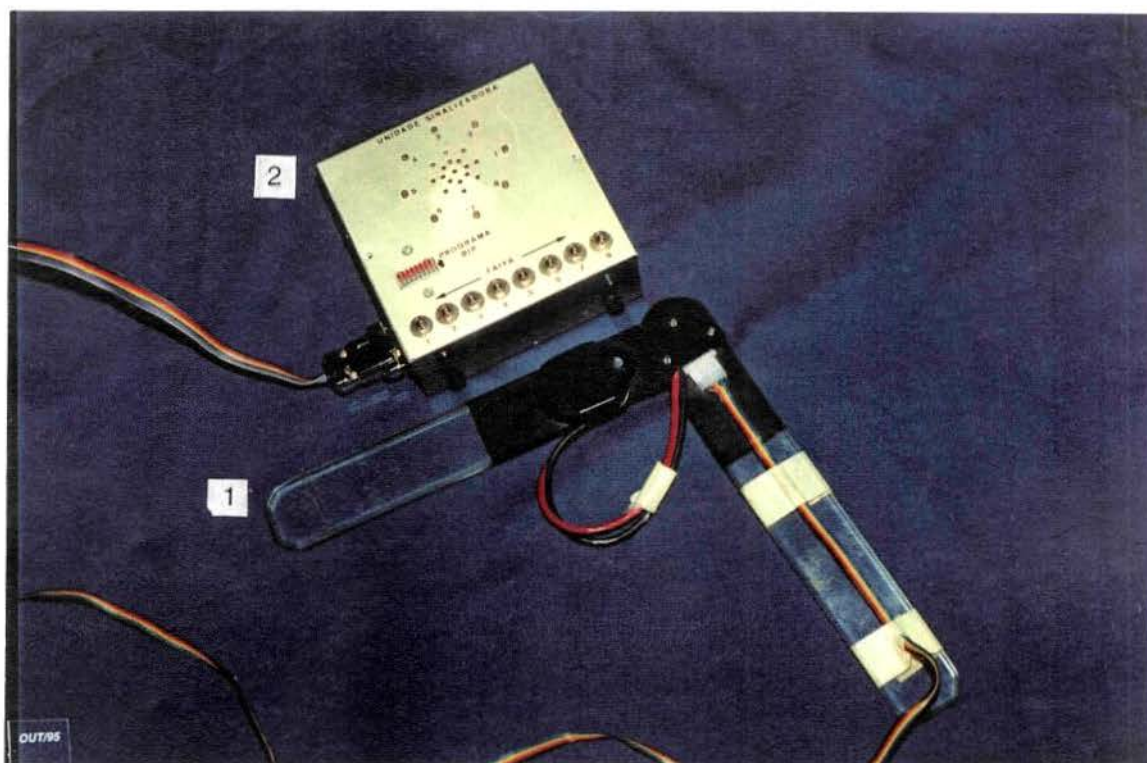


FIGURA 4 - Eletrogoniômetro (1)
Unidade Sinalizadora (2)

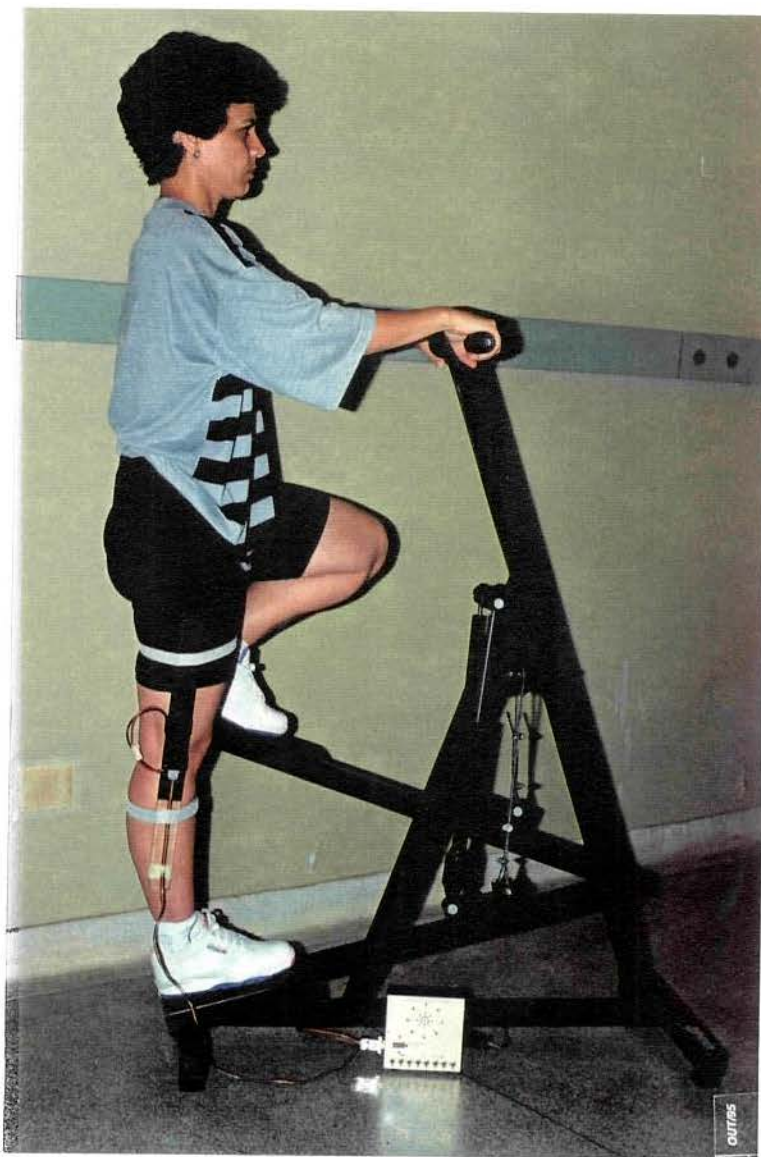


FIGURA 5 - Posição inicial do aparelho “STEPPING MACHINE” - 0° de angulação da perna na articulação do joelho direito.

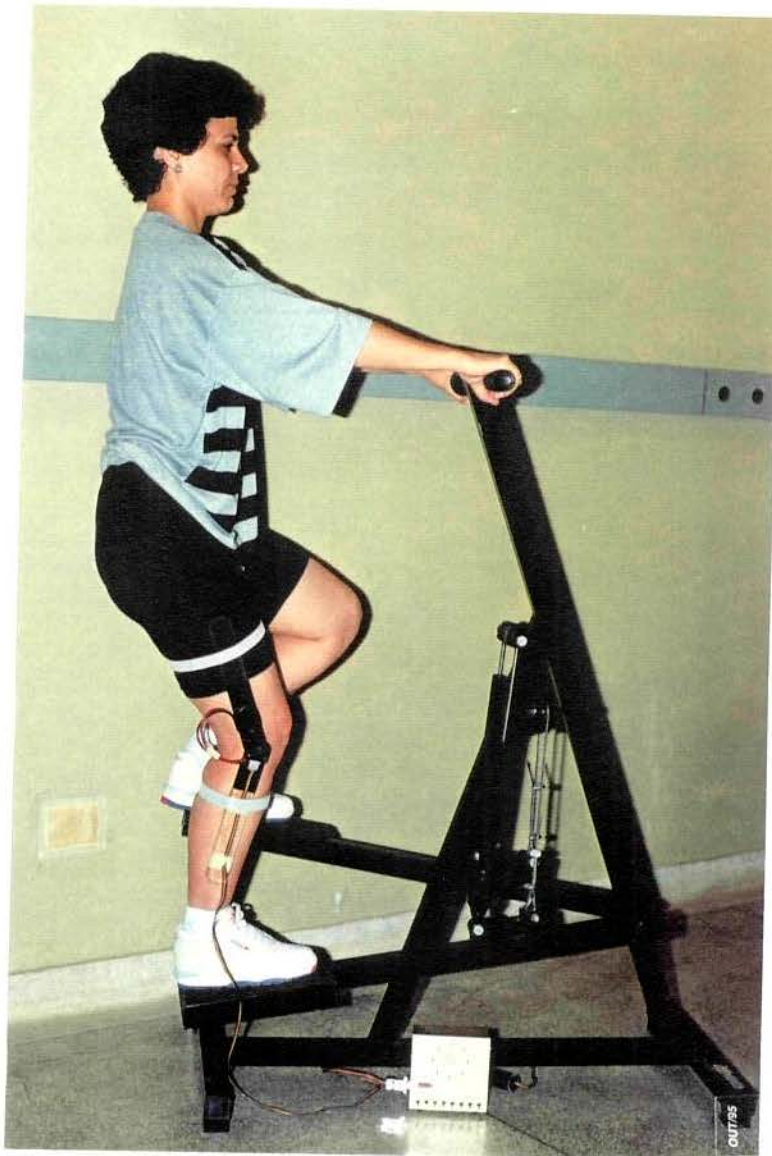


FIGURA 6 - Posição de flexão da perna na articulação do joelho em 30° no aparelho “STEPPING MACHINE”.

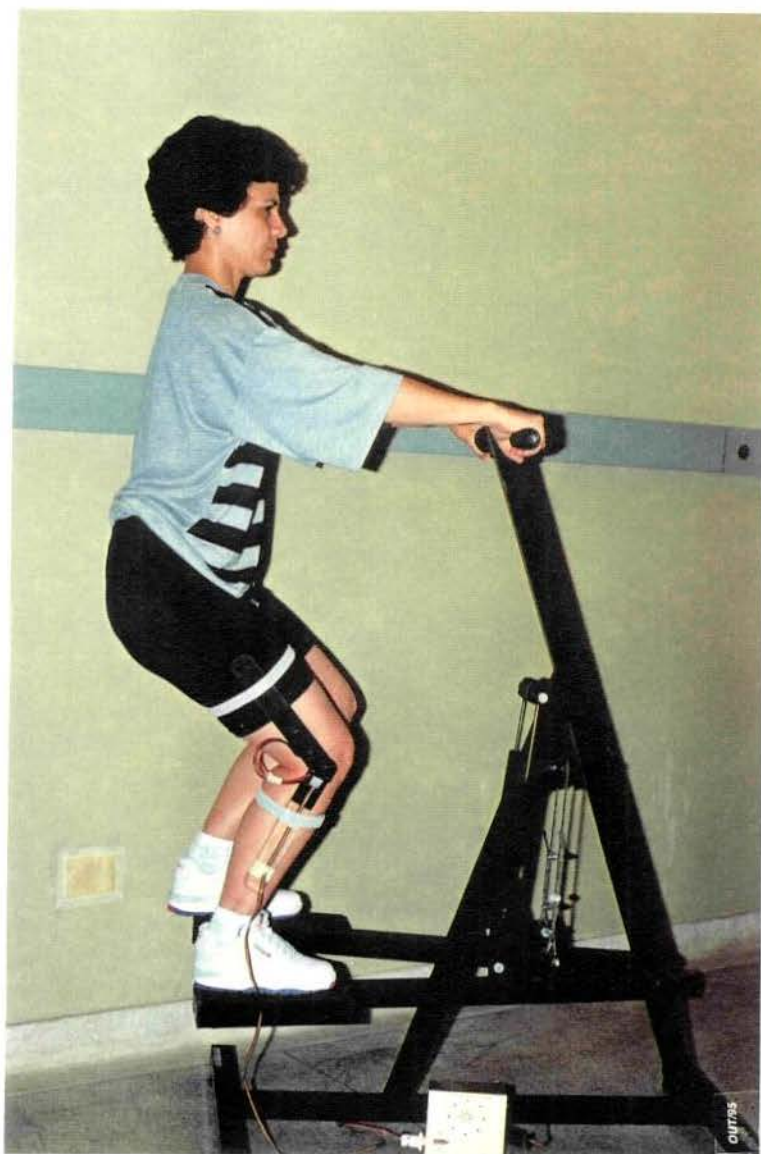


FIGURA 7 - Posição de flexão da perna na articulação do joelho em 60° no aparelho “STEPPING MACHINE”.



FIGURA 8 - Posição de flexão da perna na articulação do joelho em 90° no aparelho “STEPPING MACHINE”.

RESULTADOS

Verificou-se através da ANOVA que é significativo o efeito de interação entre o fator músculo e o fator ângulo para os movimentos de: flexão ($p > 0,0005$) e extensão ($p > 0,00002$). Valor de $f = 3,7304$.

1. MOVIMENTO DE FLEXÃO DA PERNA NA ARTICULAÇÃO DO JOELHO, PARTINDO DE 0° ATÉ 90° NO APARELHO "STEPPING-MACHINE".

1.1. Verificou-se que a atividade eletromiográfica (EMG) dos quatro músculos: vasto medial oblíquo (VMO), vasto lateral (VL), semi-tendíneo (ST) e bíceps da coxa (BC) não apresentou diferença ao nível de 5% de significância, para o movimento de flexão da perna na articulação do joelho para as medidas de ângulo 0° e 30°.

Para as medidas de ângulo 60° e 90° no movimento de flexão da perna, verificou-se que os potenciais médios dos músculos VMO e VL apresentaram diferença ao nível de 5% de significância dos potenciais médios dos músculos ST e BC.

No entanto, a diferença dos potenciais médios dos músculos VMO e VL entre si não foi estatisticamente significativa para o movimento de flexão, nestas mesmas medidas de ângulo (60° e 90°).

Da mesma forma, não houve diferença estatística significativa para os potenciais médios dos músculos ST e BC a 60° e 90° para o movimento de flexão da perna.

Analisando-se os músculos separadamente durante o movimento de flexão, observou-se que:

1.2. O músculo VMO apresentou diferença dos potenciais médios de ação ao nível de 5% de significância para as medidas de ângulo 90°, 30° e 0° e também diferença significativa entre as medidas 60° e 0° (Figura 9).

Houve diferença significativa ao nível de 5% para a atividade do músculo VL na medida de ângulo 90° em relação às medidas 60°, 30° e 0° e também diferença entre as medidas 60° e 0° (Figura 10).

Para o músculo ST não se observou diferença estatística em 5% de significância entre os potenciais médios de ação nas diferentes medidas de ângulo (Figura 11).

O músculo BC comportou-se da mesma forma para este movimento (Figura 12).

2. MOVIMENTO DE EXTENSÃO DA PERNA NA ARTICULAÇÃO DO JOELHO, PARTINDO DE 90° ATÉ 0° NO APARELHO “STEPPING MACHINE”.

2.1. Para o movimento de extensão da perna na articulação do joelho, na medida de ângulo 90°, os músculos VMO e VL não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre si, bem como os músculos ST e BC; no entanto, os dois primeiros diferem estatisticamente dos dois últimos ao nível 5% de significância.

As médias de potenciais de VMO e VL também não diferem estatisticamente entre si para o movimento de extensão na medida de ângulo 60°, assim como ST e BC, porém há diferenças significativas ao nível de 5% entre as médias dos dois primeiros e dos dois últimos.

Para a medida de ângulo 30° do movimento de extensão, o músculo VMO apresentou diferença ao nível de 5% de significância do músculo BC e não houve diferença significativa entre ST e VL.

Não se observou diferença significativa estatisticamente entre as médias de potencial dos quatro músculos para a medida de ângulo 0° , ou seja, final do movimento de extensão.

2.2. Analisando-se cada músculo separadamente para o movimento de extensão, observou-se:

O músculo VMO nas medidas de ângulo 90° e 60° , apresentou diferença estatisticamente significativa das medidas 30° e 0° (Figura 9).

O músculo VL comportou-se da mesma forma para as mesmas medidas de ângulo (Figura 10).

O músculo ST não apresentou diferença entre os potenciais médios de ação nas diferentes medidas de ângulo ao nível de 5% de significância (Figura 11).

O músculo BC comportou-se da mesma forma durante este movimento (Figura 12).

V. Medial Obliquo

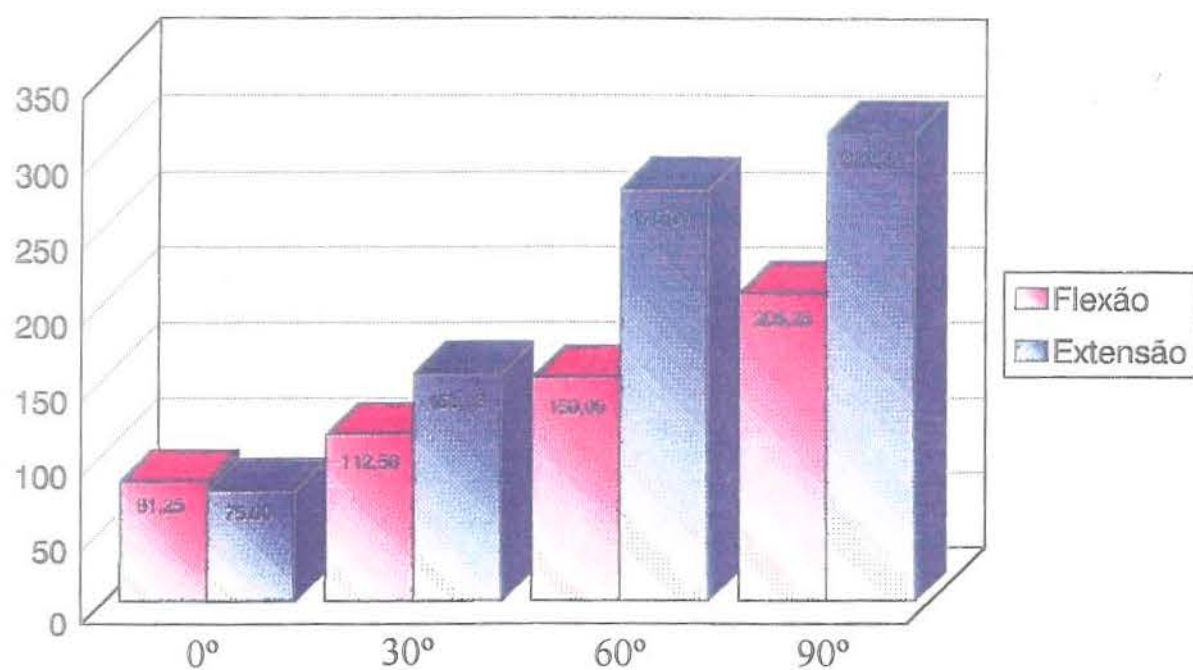


FIGURA 9 - O Gráfico mostra as médias dos potenciais de ação (μV) do músculo Vasto Medial Obliquo, nos movimentos de flexão e extensão da perna direita, na articulação do joelho, no aparelho "STEPPING MACHINE".

V. Lateral

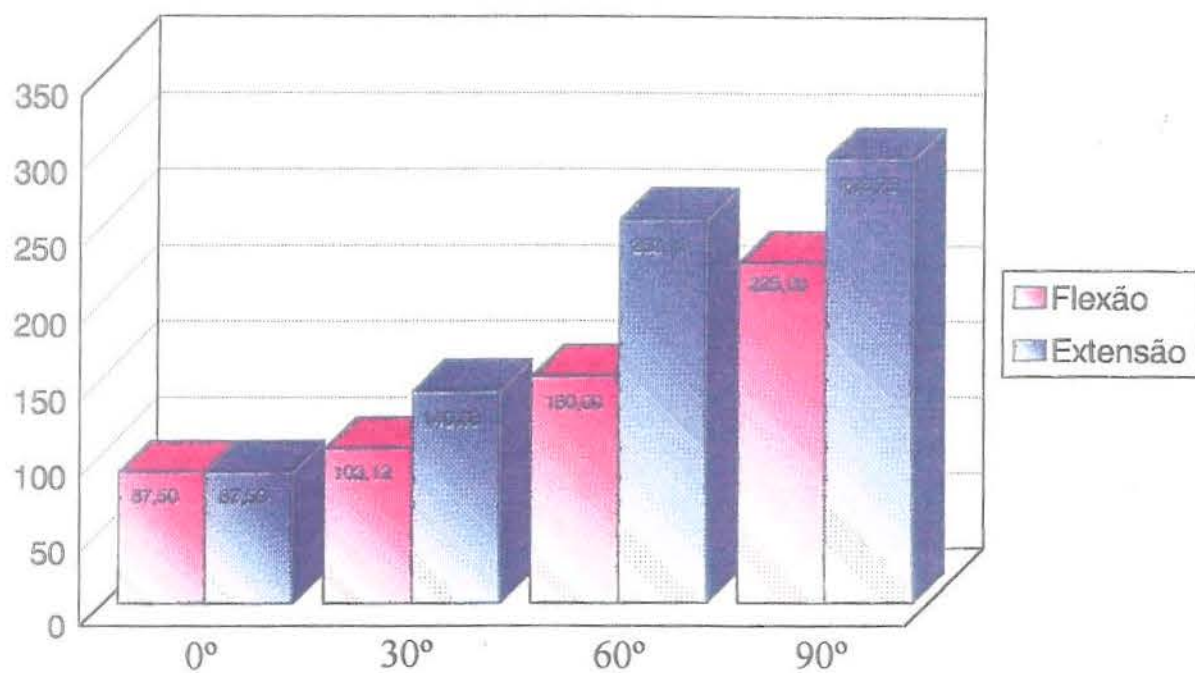


FIGURA 10 - O Gráfico mostra os potenciais médios de ação (μV) do músculo Vasto Lateral, para os movimentos de flexão e extensão da perna direita nos diferentes ângulos da articulação do joelho, no aparelho "STEPPING MACHINE".

Semitendíneo

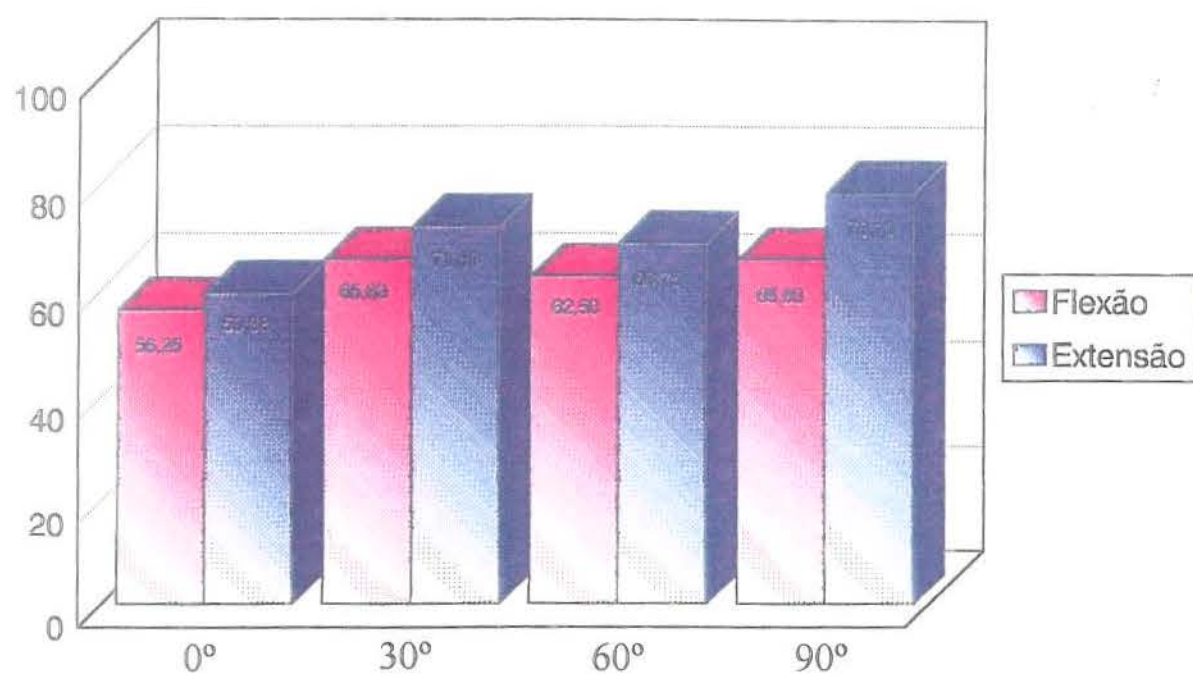


FIGURA 11 - Gráfico dos potenciais médios de ação (μV) do músculo Semitendíneo, para os movimentos de flexão e extensão da perna direita nos diferentes ângulos da articulação do joelho, no aparelho "STEPPING MACHINE".

Biceps da coxa

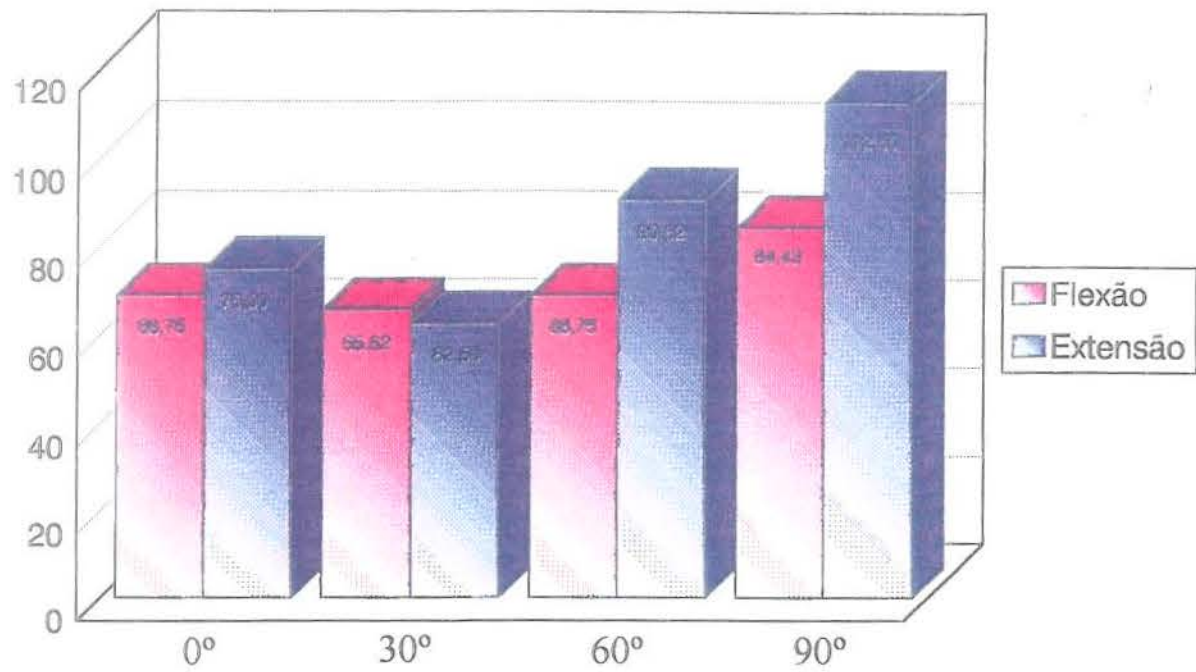


FIGURA 12 - O Gráfico mostra os potenciais médios de ação (μV) do músculo Bíceps da Coxa durante os movimentos de flexão e extensão da perna direita, nos diferentes ângulos da articulação do joelho, no aparelho "STEPPING MACHINE".

TABELA 1: Estimativas dos potenciais médios de ação (μV) do músculo VMO nos movimentos de flexão e extensão nos diferentes ângulos da articulação do joelho, no aparelho “STEPPING MACHINE”, com base em uma amostra de 10 indivíduos.

Ângulos	Movimentos	
	Flexão	Extensão
0°	81,25 $\pm$ 30,17	75,00 $\pm$ 28,32
30°	112,50 $\pm$ 44,95	153,13 $\pm$ 35,66
60°	150,00 $\pm$ 52,48	275,00 $\pm$ 89,91
90°	206,25 $\pm$ 63,40	312,50 $\pm$ 94,84

TABELA 2: Estimativas dos potenciais médios de ação (μV) do músculo VL nos movimentos de flexão e extensão nos diferentes ângulos da articulação do joelho, no aparelho “STEPPING MACHINE”, com base em uma amostra de 10 indivíduos.

Ângulos	Movimentos	
	Flexão	Extensão
0°	87,50 $\pm$ 25,38	87,50 $\pm$ 31,26
30°	103,12 $\pm$ 63,27	140,68 $\pm$ 32,05
60°	150,00 $\pm$ 51,41	253,13 $\pm$ 117,55
90°	225,00 $\pm$ 102,55	293,75 $\pm$ 96,69

TABELA 3: Estimativas dos potenciais médios de ação (μV) do músculo ST nos movimentos de flexão e extensão nos diferentes ângulos da articulação do joelho, no aparelho “STEPPING MACHINE”, com base em uma amostra de 10 indivíduos.

Ângulos	Movimentos	
	Flexão	Extensão
0°	56,25 $\pm$ 9,42	62,50 $\pm$ 7,07
30°	65,63 $\pm$ 12,69	71,88 $\pm$ 15,09
60°	62,50 $\pm$ 0,00	71,88 $\pm$ 14,14
90°	65,63 $\pm$ 7,07	78,13 $\pm$ 19,00

TABELA 4: Estimativas dos potenciais médios de ação (μV) do músculo bíceps da coxa nos movimentos de flexão e extensão nos diferentes ângulos da articulação do joelho, no aparelho “STEPPING MACHINE”, com base em uma amostra de 10 indivíduos.

Ângulos	Movimentos	
	Flexão	Extensão
0°	68,75 $\pm$ 14,14	75,00 $\pm$ 18,85
30°	65,62 $\pm$ 7,07	62,50 $\pm$ 0,00
60°	68,75 $\pm$ 14,14	90,62 $\pm$ 22,23
90°	84,43 $\pm$ 21,21	112,50 $\pm$ 39,71

Para as dez determinações (10 indivíduos) nos movimentos de flexão e extensão, para os quatro tipos de músculos (VMO, VL, ST, BC), nos diferentes ângulos da articulação do joelho, determinou-se as estimativas dos potenciais médios de ação dos músculos (μV), utilizou-se a estatística t de Student, com 9 graus de liberdade ao nível de 95% de confiança ($1 - \alpha = 0,95$).

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A maioria dos autores pesquisados durante a revisão da literatura para a elaboração deste trabalho, não estudaram os movimentos da perna considerando as angulações do joelho que se utilizou na presente metodologia, por exemplo: ADLER (1983); DUARTE CINTRA & FURLANI (1981); BRASK, LUEKE & SODERBERG (1984) entre outros.

Passaremos portanto, a discutir os resultados obtidos com base na biomecânica das articulações envolvidas e considerando as condições experimentais observadas.

Os resultados mostraram que não houve diferença na atividade eletromiográfica dos quatro músculos analisados, durante o movimento de flexão da perna quando a articulação do joelho se encontrava entre os ângulos 0° e 30° . O mesmo ocorreu no final do movimento de extensão ou seja, entre 30° e 0° .

Nas duas angulações, os quatro músculos apresentaram atividade igualmente baixa, provavelmente pela ação dos posteriores em tracionar as faces articulares da tibia posteriormente, impedindo a translação da mesma sobre o fêmur (REYNOLDS et alii, 1992) e pela ação dos anteriores em frear a flexão brusca da perna na articulação do joelho (GÉNOT et alii, 1987).

O músculo vasto medial oblíquo no entanto, comportou-se de forma diferente do músculo vasto lateral na posição 30° durante o movimento de extensão da perna. Pode-se relacionar este ligeiro aumento de atividade do primeiro à necessidade do mesmo se opor à ação do segundo para a manutenção da patela no sulco troclear especificamente nesta angulação, em que a tendência da mesma é sair lateralmente, levando a uma luxação, não rara em indivíduos do sexo feminino não treinados. A 90° (final proposta para o movimento de flexão) isto não ocorreu porque nesta posição a patela já se encontrava em posição de

estabilização anatômica que ocorre a partir daí e atinge a estabilização máxima a 150° (TUREK, 1991).

Ainda em relação à angulação inicial do movimento, relacionando-a com a angulação da articulação do quadril, WILLIAMS & STUTZMAN (1959) observaram que as forças de flexão da articulação do joelho foram maiores com a flexão do quadril.

KAPANDJI (1987) observa que a tensão dos isquio-tibiais causada pela flexão do quadril, aumenta a eficácia destes músculos como flexores do joelho.

A relação entre eletromiografia e força tem sido estudada desde 1952 por INMAN et al, seguido por EDWARDS & LIPOLD(1956) e continua a ser objeto de muitas pesquisas, porém é geralmente aceito que há uma relação direta entre a atividade eletromiográfica e o esforço muscular (O'SULLIVAN & SCHMITZ, 1993).

Os músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral, apresentaram atividade semelhante e maior, na posição final proposta para o movimento de flexão (90°). Este comportamento pode ter ocorrido pela altura das plataformas do "STEPPING MACHINE" que não permitiram que a extensão completa do membro contra-lateral encontrasse apoio enquanto o membro analisado se encontrava a 90° de flexão na articulação do joelho (Figura 8). Desta forma, os músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral necessitaram de maior atividade para frear o movimento e manter a angulação proposta.

Os músculos semitendíneo e bíceps da coxa apresentaram atividade não significativa estatisticamente em todas as angulações estudadas nos movimentos de flexão e extensão. COOK et alii (1992) obtiveram resultados semelhantes em estudo comparativo da atividade eletromiográfica dos músculos: reto da coxa, vasto medial, bíceps da coxa, semitendíneo, semimembranáceo e gastrocnêmico,

analisando a subida lateral de degraus e os movimentos no “STEPPING MACHINE”.

Estes autores consideram que o exercício neste aparelho simula a subida de degraus, porém não provoca variação significativa no centro de gravidade do corpo ou seja, o indivíduo não sofre desnível pélvico que requeira uma ativação maior dos músculos em questão, como ocorre na subida de degraus.

Os voluntários que participaram deste estudo, foram também orientados a se manterem o mais ereto possível durante a realização dos movimentos. Tal procedimento contribuiu para confirmar a observação anterior, porém pode ter levado a inclinação excessiva do tronco por alteração na amplitude da articulação do quadril o que resultaria em alteração no comprimento dos músculos biarticulares, levando a um resultado não real da atividade dos mesmos (Figura 7).

Durante a atividade no aparelho, foi impossível dimensionar a força que os voluntários imprimiam nas manoplas e estes podem ter utilizado os membros superiores para auxiliar na sustentação do peso do corpo. Isto pode ter levado a um decréscimo na atividade da musculatura das pernas (Figuras de 5 a 8 apresentaram alteração na posição do cotovelo).

Durante o movimento de extensão, os músculos posteriores se comportaram da mesma forma que no movimento de flexão ou seja, com atividade baixa e sem diferença estatisticamente significativa. Estes resultados são diferentes dos obtidos por BRASK, LUEKE & SODERBERG (1984) que observaram um aumento na atividade desses músculos durante o movimento de descer degraus, porém a metodologia utilizada para este estudo, difere da utilizada pelos referidos autores.

Alguns autores concordam que os exercícios no aparelho “STEPPING MACHINE” poderiam produzir a co-contracção da musculatura, o que facilitaria a

melhora da percepção espacial (propriocepção) da articulação, durante os movimentos no plano sagital; além disso, levariam a um aprendizado pela

repetição, contribuindo para a melhora do torque da musculatura envolvida (REYNOLDS et al, 1992; COOK et al, 1992).

CONCLUSÕES

A análise dos dados obtidos no presente estudo, através da metodologia descrita, permite as seguintes conclusões:

1. Durante o movimento de flexão da perna na articulação do joelho no aparelho "STEPPING MACHINE", o Músculo Vasto Medial Obliquo apresentou diferença dos potenciais médios de ação entre 90°, 60° e 30°.

Houve também diferença entre os ângulos 60° e 0° nos potenciais do mesmo músculo.

Para o Músculo Vasto Lateral houve diferença entre os potenciais médios de ação entre 90° e os demais ângulos.

Os Músculos Semitendíneo e Bíceps da Coxa, não apresentaram diferença de atividade nas diferentes angulações.

2. No movimento de extensão da perna na articulação do joelho durante atividade no "STEPPING MACHINE", houve diferença entre as medidas de ângulo 90° e 60° em relação às medidas 30° e 0° nos Músculos Vasto Medial Obliquo e Vasto Lateral.

Os Músculos Semitendíneo e Bíceps da Coxa, também neste movimento não apresentaram diferenças dos potenciais médios de ação nas diferentes angulações.

APÊNDICE

TABELA 5 - Valores individuais dos potenciais de ação captados nos exames dos voluntários para o VMO no movimento de flexão.

VASTO MEDIAL OBLÍQUO - (FLEXÃO)				
Vol.	0°	30°	60°	90°
	µv	µv	µv	µv
1	62,5	125	156,25	187,5
2	63,5	93,75	125	156,25
3	62,4	62,5	93,75	125
4	62,5	62,5	93,75	156,25
5	125	125	250	250
6	62,5	187,5	250	343,75
7	62,5	62,5	93,75	125
8	187,5	250	250	375
9	62,5	93,75	125	187,5
10	62,5	62,5	62,5	156,25

TABELA 6 - Valores individuais dos potenciais de ação captados nos exames dos voluntários para o VMO no movimento de extensão.

VASTO MEDIAL OBLÍQUO - (EXTENSÃO)				
Vol.	90°	60°	30°	0°
	µv	µv	µv	µv
1	312,5	250	125	62,5
2	250	187,5	125	62,5
3	187,5	125	125	62,5
4	250	312,5	156,25	62,5
5	437,5	500	250	62,5
6	625	437,5	218,75	187,5
7	250	187,5	125	62,5
8	343,75	375	187,5	62,5
9	187,5	187,5	125	62,5
10	281,25	187,5	93,75	62,5

TABELA 7 - Valores individuais dos potenciais de ação captados nos exames dos voluntários para o VL no movimento de flexão.

VASTO LATERAL - (FLEXÃO)				
Vol.	0°	30°	60°	90°
	µv	µv	µv	µv
1	93,75	125	93,75	156,25
2	62,5	62,5	125	125
3	125	62,5	125	187,5
4	62,5	125	187,5	250
5	125	62,5	187,5	187,5
6	62,5	62,5	187,5	250
7	62,5	62,5	93,75	93,75
8	156,25	343,75	312,5	437,5
9	62,5	62,5	125	500
10	62,5	62,5	62,5	62,5

TABELA 8 - Valores individuais dos potenciais de ação captados nos exames dos voluntários para o VL no movimento de extensão.

VASTO LATERAL - (EXTENSÃO)				
Vol.	90°	60°	30°	0°
	µv	µv	µv	µv
1	250	187,5	125	62,5
2	312,5	312,5	187,5	125
3	437,5	250	187,5	125
4	437,5	406,25	187,5	62,5
5	187,5	125	125	62,5
6	312,5	250	125	187,5
7	187,5	125	93,75	62,5
8	500	625	187,5	62,5
9	250	187,5	125	62,5
10	62,5	62,5	62,5	62,5

TABELA 9 - Valores individuais dos potenciais de ação captados nos exames dos voluntários para o ST no movimento de flexão.

SEMITENDÍNEO - (FLEXÃO)				
Vol.	0º	30º	60º	90º
	µV	µV	µV	µV
1	62,5	62,5	62,5	62,5
2	62,5	62,5	62,5	62,5
3	31,25	62,5	62,5	62,5
4	31,25	31,25	62,5	62,5
5	62,5	62,5	62,5	62,5
6	62,5	62,5	62,5	62,5
7	62,5	62,5	62,5	93,75
8	62,5	93,75	62,5	62,5
9	62,5	93,75	62,5	62,5
10	62,5	62,5	62,5	62,5

TABELA 10 - Valores individuais dos potenciais de ação captados nos exames dos voluntários para o ST no movimento de extensão

SEMITENDÍNEO - (EXTENSÃO)				
Vol.	90º	60º	30º	0º
	µV	µV	µV	µV
1	62,5	62,5	62,5	62,5
2	62,5	62,5	125	62,5
3	62,5	62,5	62,5	62,5
4	125	62,5	93,75	31,25
5	62,5	125	62,5	62,5
6	62,5	62,5	62,5	62,5
7	125	62,5	62,5	93,75
8	93,75	62,5	62,5	62,5
9	62,5	93,75	62,5	62,5
10	62,5	62,5	62,5	62,5

TABELA 11 - Valores individuais dos potenciais de ação captados nos exames dos voluntários para o BC no movimento de flexão

BÍCEPS DA COXA - (FLEXÃO)				
Vol.	0°	30°	60°	90°
	µV	µV	µV	µV
1	62,5	62,5	62,5	62,5
2	62,5	62,5	125	62,5
3	62,5	62,5	62,5	93,75
4	62,5	62,5	62,5	125
5	62,5	62,5	62,5	62,5
6	62,5	62,5	62,5	62,5
7	62,5	62,5	62,5	62,5
8	62,5	93,75	62,5	125
9	125	62,5	62,5	125
10	62,5	62,5	62,5	62,5

TABELA 12- Valores individuais dos potenciais de ação captados nos exames dos voluntários para o BC no movimento de extensão

BÍCEPS DA COXA - (EXTENSÃO)				
Vol.	90°	60°	30°	0°
	µV	µV	µV	µV
1	62,5	62,5	62,5	62,5
2	62,5	62,5	62,5	62,5
3	156,25	125	62,5	62,5
4	62,5	62,5	62,5	62,5
5	62,5	62,5	62,5	62,5
6	125	62,5	62,5	125
7	62,5	125	62,5	125
8	187,15	125	62,5	62,5
9	187,15	125	62,5	62,5
10	156,25	93,75	62,5	62,5

SUMMARY

The purpose of this paper was to observe the electromyographic behaviors of the Vastus Medialis, Vastus Lateralis, Semitendineous and Biceps Femoris Muscles during activity in the Stepping Machine equipment, taking the angle measurement 0° , 30° , 60° and 90° for the leg flexion and extension in the knee joint. Ten normal adults volunteers were analysed by using a 8 channels electromyographer, mini surface electrode Beckman type and electrogoniometer. The statistics method utilized was the variance analysis (ANOVA) and the Tukey test. The results showed that in the joint movement Vastus Medialis Muscle presented difference of the medius potentials of action in 5% level of significance for the angle 90° measurement, 30° and 0° and significant difference among 60° and 0° . The Vastus Lateralis muscle presented significant difference also in the angle 90° in 5% in relation of 60° , 30° and 0° , beyond the difference among 60° and 0° . The semitendineous and biceps femoris muscles didn't present significant difference in different measures of the angles. During the knee joint extension, the Vastus Medialis and Vastus Lateralis muscles presented difference among the 90° and 60° angles in relation to 30° and 60° measurement. The Semitendineous and Biceps Femoris didn't show difference significant among the potentials action in several angled analysed. The results suggest that the Stepping Machine can be indicate in the post-operation rehabilitation.

Key words: 1.Electromyography, 2.Muscles, 3.Quadriceps, 4. Locomotion exercises.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

01. ADLER, N. et al. Electromyography of the vastus medialis oblique and vasti in normal subject during gait. Electromyogr. clin. Neurophysiol., Louvain, v.23, n.7, p.643-649, Nov./Dec. 1983.
02. ANTICH, T.J., BREWATER, C.E. Modification of quadriceps femoris muscle exercises during knee rehabilitation. Phys. Ther., Baltimore, v.66, n.8, p.1246-1250, Aug. 1986.
03. BASMAJIAN, J.V. Electromyography of two-joint muscles. Anat. Rec., Philadelphia, v.129, p.371-380, 1957.
04. _____, DE LUCA, C.J. Muscles alive: their function revealed by electromyography. 5.ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985.
05. BRASK, B., LUEKE, R.H., SODERBERG, G.L. Electromyographic analysis of selected muscles during the lateral step-up exercise. Phys. Ther., Baltimore, v.64, n.3, p.324-9, Mar. 1984.

*De acordo com a NBR-6023, de agosto de 1989, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - Abreviatura dos periódicos conforme o "World List of Scientific Periodicals".

06. BREWSTER, C.E., MOYNES, D.R., JOBE, F.W. Rehabilitation for anterior cruciate reconstruction. J. orthop. Sports Phys. Ther., Baltimore, v.5, p.121-6, 1983.
07. COOK, T.M. et al. EMG comparison of lateral step-up stepping machine exercise. J. orthop. Sports Phys. Ther., Baltimore, v.16, n.3, p.109-113, Sept. 1992.
08. DUARTE CINTRA, A.I., FURLANI, J. Electromyographic study of quadriceps femoris in man. Electromyogr. clin. Neurophysiol., Louvain, v.21, n.6, p.539-54, Sept./Oct. 1981.
09. EDWARDS, R.G., LIPPOLD, O.C.J. The relation between force and integrated electrical activity in fatigue muscle. J. Physiol., London, v.132, p.677, 1956.
10. ELORANTA, V. Coordination of the thigh muscles in static leg extension. Electromyogr. clin. Neurophysiol., Louvain, v.29, n.4, p.227-33, May/June, 1989.
11. _____, KOMI, P.V. Function of the quadriceps femoris muscle under maximal concentric and eccentric contractions. Electromyogr. clin. Neurophysiol., Louvain, v.20, n.2, p.159-174, Mar./Apr. 1980.
12. GENOT, C. et al. Cinesioterapia: avaliações técnicas passivas e ativas do aparelho locomotor. In: _____. Cinesioterapia: princípios. São Paulo: Panamericana, 1987. v.1, p.114-18.

13. HOUTZ, S.J., LEBOW, M.J., BEYER, F.R. Effect of posture on strength of the knee flexor and extensor muscles. J. appl. Phys. Washington, v.2, n.3, p.475-80, May, 1957.
14. INMAN, N.T. et al. Relation of human electromyogram to muscular tension. E. E. G. clin. Neurophysiol. Montreal, v.4, p.187, 1952.
15. KAPANDJI, I.A. Fisiologia articular: esquemas comentados de anatomia humana. 4.ed. São Paulo: Manole, 1987. v.2, p.126-136.
16. O'SULLIVAN, S.B., SCHMITZ, T.J. Fisioterapia, avaliação e tratamento. 2.ed. São Paulo: Manole, 1991. p.212.
17. REYNOLDS, L., WORREL, T.W., PERRIN, D.H. Effect of a lateral step-up exercise protocol on quadriceps isokinetic peak torque values and thigh girth. J. orthop. Sports Phys. Ther., Baltimore, v.15, n.3, p.151-155, Mar. 1992.
18. _____ et al. EMG activity of the vastus medialis oblique and the vastus lateralis in their role in patellar alignment. Am. J. of phys. Med., Baltimore, v.62, n.2, p.61-70, Apr. 1983.
19. SHELBOURNE, K.D., NITZ, P. Accelerated rehabilitation after cruciate ligament reconstruction. Am. J. Sports Med., Baltimore, v.18, n.3, p.292-99, May/June, 1990.
20. TUREK, S.L. Ortopedia: princípios e sua aplicação. São Paulo: Manole, 1991. v.3, p.1487.