

**MÁRIO OSVALDO BERTOCHI**  
**FISIOTERAPEUTA**

*Este exemplar foi devidamente corrigido  
conforme resolução CCPG/1036/83*

*27/2/97*



*Prof. Dra. Heloisa A. de Lima Castro*  
Departamento de Morfologia  
Matr. 21.317  
FOP/UNICAMP

**“EXTENSÃO RESISTIDA DO JOELHO: INFLUÊNCIA DA  
POSIÇÃO DO QUADRIL E DOS PLANOS SAGITAL E  
DIAGONAL, NA ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA”**

**Tese apresentada à Faculdade de  
Odontologia de Piracicaba da  
Universidade Estadual de Campinas,  
para a obtenção do grau de Mestre  
em Ciências, área de concentração  
Biologia e Patologia Buco-Dental.**

**Piracicaba - SP  
FOP/UNICAMP  
~ 1997 ~**

B462e

30235/BC

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL

**MÁRIO OSVALDO BERTOCHI**

**“EXTENSÃO RESISTIDA DO JOELHO: INFLUÊNCIA DA  
POSIÇÃO DO QUADRIL E DOS PLANOS SAGITAL E  
DIAGONAL, NA ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA”**

**Tese apresentada à Faculdade de  
Odontologia de Piracicaba da  
Universidade Estadual de Campinas,  
para a obtenção do grau de Mestre  
em Ciências, área de concentração  
Biologia e Patologia Buco-Dental.**

**Orientadora: Profª Drª Heloísa A. de Lima  
Castro - FOP UNICAMP**

**Piracicaba - SP  
FOP - UNICAMP  
~ 1997 ~**

UNIDADE BC  
 N.º CHAMADA: TIUNICAMP  
 V. 10462  
 T. N.º BC/ 30235  
 PROD. 281/97  
 C ☐ D ☒  
 PREÇO R\$ 11,00  
 DATA 17/08/97  
 N.º CPD

CM-00097739-8

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Biblioteca da FOP/UNICAMP**

B462e

Bertochi, Mário Osvaldo.

Extensão resistida do joelho: influência da posição do quadril e dos planos sagital e diagonal, na atividade eletromiográfica / Mário Osvaldo Bertochi. - Piracicaba : [s.n.], 1997.

98f. : il.

Orientador : Heloisa Amélia de Lima Castro.

Tese (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Eletromiografia. 2. Cinesiologia. 3. Coxa - Músculos.

I. Castro, Heloisa Amélia de Lima. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

19.CDD - 612.014 27

- 612.74

- 611.738

**Índices para o Catálogo Sistemático**

|                    |            |
|--------------------|------------|
| 1. Eletromiografia | 612.014 27 |
| 2. Cinesiologia    | 612.74     |
| 3. Coxa - Músculos | 611.738    |



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de **Mestrado**, em sessão pública realizada em 20/02/97, considerou o candidato aprovado.

1. Heloísa Amélia de Lima Castro

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Heloísa', written over a horizontal line.

2. Fausto Bérzin

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Fausto Bérzin', written over a horizontal line.

3. Mauro Gonçalves

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Mauro Gonçalves', written over a horizontal line.

À **DEUS**, presença constante iluminando meu caminho.

A minha esposa **MARGARETE**,  
que teve participação efetiva neste  
trabalho, pela demonstração de  
amor e grandeza, me confortando  
nos momentos mais difíceis e me  
fazendo acreditar que é possível.

Ao nosso filho **MATHEUS**,  
que nos enche de alegria e  
motivação para vencer os  
desafios.

À minha mãe **DURVALINA**,  
pela prova de amor, dedicação  
e exemplo de vida.

Às minhas irmãs **SUELI** e  
**HELENA** e meus cunhados  
**GERSON** e **EDSON**, pelo apoio  
e incentivo constante.

E a toda minha família.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> **HELOÍSA AMÉLIA DE LIMA CASTRO**,  
professora Assistente da Disciplina de Anatomia do  
Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de  
Piracicaba - UNICAMP, pela oportunidade de iniciar a pós-  
graduação e pela orientação segura e precisa durante a realização  
deste trabalho.

Ao Prof. Dr. **FAUSTO BÉRZIN**, professor Titular da Disciplina  
de Anatomia do Departamento de Morfologia da Faculdade de  
Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pelo incentivo à minha  
formação científica.

## **AGRADECIMENTO ESPECIAL**

Ao Prof. Dr. **MAURO GONÇALVES**, Professor Assistente Doutor das Disciplinas de Cinésioologia e Análise Biomecânica do Movimento Humano e chefe do Departamento de Educação Física da Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus Rio Claro, pela colaboração decisiva e incansável disposição em todos os momentos da realização deste trabalho, pelos ensinamentos e pela amizade demonstrada.

Meu reconhecimento, gratidão e respeito.

## **AGRADECIMENTOS**

À **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP** - Campus Rio Claro e ao Departamento de Educação Física, pela permissão de utilizar o Laboratório de Biomecânica e desenvolver toda a parte prática deste trabalho.

Ao Prof. Dr. **BENEDITO SÉRGIO DENADAI**, professor adjunto do Departamento de Educação Física da Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus Rio Claro, pela orientação estatística.

À **Dr<sup>a</sup> VANESSA MONTEIRO PEDRO**, professora do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, pela valiosa correção deste trabalho.

Aos professores do Curso de Pós Graduação em Biologia e Patologia Buco-Dental, pelos ensinamento recebidos.

Ao colega do Curso de Biologia e Patologia Buco Dental: **EDVALDO**, pela colaboração na documentação fotográfica.

Aos colegas do Curso de Biologia e Patologia Buco Dental: **PAULO, RICARDO e SIMONE**, pelo companheirismo e amizade.

Aos **FUNCIONÁRIOS** do Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.

Aos amigos, **GILMAR, ANDRÉIA, DÉBORA, RUBINHO e ROSELAINE**, pela solidariedade.

Aos **VOLUNTÁRIOS** participantes deste estudo, pela desinteressada colaboração e exemplo de responsabilidade.

Ao professor Dr. **SÉRGIO ROBERTO PERES LINE**, ex-coordenador do curso de Pós-Graduação em Biologia e Patologia Buco-Dental da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP e ao professor Dr. **CARLOS R. H. FORTINGUERRA**, coordenador do Curso de Biologia e Patologia Buco-Dental da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.

À **CAPES/PICD** pela concessão da bolsa de estudos.

À todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos.

**“ O temor a Deus é o princípio de toda sabedoria “**

**Provérbios 1:7**

## SUMÁRIO

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....       | 01 |
| RESUMO.....                     | 10 |
| INTRODUÇÃO.....                 | 12 |
| REVISÃO DE LITERATURA.....      | 16 |
| PROPOSIÇÃO.....                 | 32 |
| MATERIAL E MÉTODO.....          | 34 |
| RESULTADOS.....                 | 47 |
| DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....   | 61 |
| CONCLUSÕES.....                 | 73 |
| APÊNDICE.....                   | 75 |
| SUMMARY.....                    | 92 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 94 |

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### Figuras:

|           |                                                                                                                                                                                                                        | Página |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Figura 1  | Eletrodos de superfície DANTEC para obtenção de sinais eletromiográficos.                                                                                                                                              | 38     |
| Figura 2  | Localização dos eletrodos sobre a pele, na região dos músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral.                                                                                                             | 38     |
| Figura 3  | Eletromiógrafo “Lynx” de quatro canais, módulo de aquisição de sinais biológicos.                                                                                                                                      | 38     |
| Figura 4  | Software específico “AQDADOS” para aquisição dos sinais biológicos.                                                                                                                                                    | 38     |
| Figura 5  | Filmadora video maker “Gradiente” GC 160C.                                                                                                                                                                             | 39     |
| Figura 6  | Sinalização do eixo articular e dos segmentos.                                                                                                                                                                         | 39     |
| Figura 7  | Marcador de quadros (MQ) digital que indica o início de cada fase do movimento e sistema fotorresistor (SF), para sincronizar a aquisição do registro eletromiográfico com o cinematográfico acionado por uma lâmpada. | 39     |
| Figura 8  | Sistema de Polia Simples, para resistência mecânica.                                                                                                                                                                   | 39     |
| Figura 9  | Movimentos de extensão do joelho no Plano Sagital, na posição sentado (posição inicial).                                                                                                                               | 42     |
| Figura 10 | Movimentos de extensão do joelho no Plano Sagital, na posição sentado (posição final).                                                                                                                                 | 42     |
| Figura 11 | Movimentos de extensão do joelho no Plano Sagital, na posição decúbito dorsal (posição inicial).                                                                                                                       | 42     |
| Figura 12 | Movimentos de extensão do joelho no Plano Sagital, na posição decúbito dorsal (posição final).                                                                                                                         | 42     |

- Figura 13 Movimentos de extensão do joelho no Plano Diagonal I na posição sentado (quadril flexionado em 90°, aduzido e com rotação lateral, joelho flexionado, flexão plantar com inversão do tornozelo, flexão e adução dos dedos - posição inicial). 43
- Figura 14 Movimentos de extensão do joelho no Plano Diagonal I na posição sentado (quadril flexionado em 90°, abduzido e com rotação medial, extensão do joelho até 180°, flexão dorsal e eversão do tornozelo, extensão e abdução dos dedos - posição final). 43
- Figura 15 Movimentos de extensão do joelho no Plano Diagonal I na posição decúbito dorsal (quadril estendido em 180°, aduzido e com rotação lateral, joelho flexionado, flexão plantar com inversão do tornozelo, flexão e adução dos dedos - posição inicial). 43
- Figura 16 Movimentos de extensão do joelho no Plano Diagonal I na posição decúbito dorsal (quadril estendido em 180°, abduzido e com rotação medial, extensão do joelho até 180°, flexão dorsal e eversão do tornozelo, extensão e abdução dos dedos - posição final). 43
- Figura 17 Movimentos de extensão do joelho no Plano Diagonal II na posição sentado (quadril flexionado em 90°, abduzido e com rotação medial, joelho flexionado, flexão plantar e eversão do tornozelo, flexão e adução dos dedos - posição inicial). 44
- Figura 18 Movimentos de extensão do joelho no Plano Diagonal II na posição sentado (quadril flexionado em 90°, aduzido e com rotação lateral, extensão do joelho até 180°, flexão dorsal e inversão do tornozelo e extensão e abdução dos dedos - posição final). 44
- Figura 19 Movimentos de extensão do joelho no Plano Diagonal II na posição decúbito dorsal (decúbito dorsal, quadril estendido em 180°, abduzido e com rotação medial, joelho flexionado, flexão plantar e eversão do tornozelo, flexão e adução dos dedos - posição inicial). 44
- Figura 20 Movimentos de extensão do joelho no Plano Diagonal II na posição decúbito dorsal (quadril estendido em 180°, aduzido e com rotação lateral, extensão do joelho até 180°, flexão dorsal e inversão do tornozelo e extensão e abdução dos dedos - posição final). 44

- Figura 21    Valores eficazes médios dos músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral durante o movimento de extensão do joelho no Plano Sagital, na posição sentado e decúbito dorsal, na fase inicial (50%+) e na fase final (50%-) da amplitude de movimento, com 100% da carga máxima. 50
- Figura 22    Valores eficazes médios dos músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral durante o movimento de extensão do joelho no Plano Diagonal I, na posição sentado e decúbito dorsal, na fase inicial (50%+) e na fase final (50% -) da amplitude de movimento, com 100% de carga máxima. 54
- Figura 23    Valores eficazes médios dos músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral durante o movimento de extensão do joelho no Plano Diagonal II, na posição sentado e decúbito dorsal, na fase inicial (50%+) e na fase final (50% -) da amplitude de movimento, com 100% de carga máxima. 59

## Tabelas:

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Página</b> |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Tabela 1 | Valores eficazes médios ( $\mu V$ ) dos músculos reto da coxa(RC), vasto medial(VM) e vasto lateral(VL) durante o movimento de extensão do joelho, no plano Sagital, nas posições sentado e decúbito dorsal, nos 50% iniciais (50+) e finais (50-) da amplitude total de movimento com 100% da carga máxima. | 49            |
| Tabela 2 | Valores eficazes médios ( $\mu V$ ) dos músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral durante o movimento de extensão do joelho, no plano Diagonal I, nas posições sentado e decúbito dorsal, nos 50% iniciais (50+) e finais (50-) da amplitude total de movimento com 100% da carga máxima.          | 53            |
| Tabela 3 | Valores eficazes médios ( $\mu V$ ) dos músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral durante o movimento de extensão do joelho, no plano Diagonal II, nas posições sentado e decúbito dorsal, nos 50% iniciais (50+) e finais (50-) da amplitude total de movimento com 100% da carga máxima.         | 58            |
| Tabela 4 | Teste de Friedman para verificar os efeitos do músculo na posição Sagital Sentado, na fase inicial (50%+) do movimento de extensão do joelho.                                                                                                                                                                | 75            |
| Tabela 5 | Teste de Friedman para verificar os efeitos do músculo na posição Sagital Sentado, na fase final (50%-) do movimento de extensão do joelho.                                                                                                                                                                  | 75            |
| Tabela 6 | Teste de Friedman para verificar os efeitos do músculo na posição Sagital Decúbito Dorsal, na fase inicial (50%+) do movimento de extensão do joelho.                                                                                                                                                        | 76            |
| Tabela 7 | Teste de Friedman para verificar os efeitos do músculo na posição Sagital Decúbito Dorsal, na fase final (50%-) do movimento de extensão do joelho.                                                                                                                                                          | 76            |

|           |                                                                                                                                                                      |    |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 8  | Teste de Friedman para verificar os efeitos do músculo na posição Diagonal I Sentado, na fase inicial (50%+) do movimento de extensão do joelho.                     | 76 |
| Tabela 9  | Teste de Friedman para verificar os efeitos do músculo na posição Diagonal I Sentado, na fase final (50%-) do movimento de extensão do joelho.                       | 77 |
| Tabela 10 | Teste de Friedman para verificar os efeitos do músculo na posição Diagonal Decúbito Dorsal, na fase inicial (50%+) do movimento de extensão do joelho.               | 77 |
| Tabela 11 | Teste de Friedman para verificar os efeitos do músculo na posição Diagonal I Decúbito Dorsal, na fase final (50%-) do movimento de extensão do joelho.               | 77 |
| Tabela 12 | Teste de Friedman para verificar os efeitos do músculo na posição Diagonal II Sentado, na fase inicial (50%+) do movimento de extensão do joelho.                    | 78 |
| Tabela 13 | Teste de Friedman para verificar os efeitos do músculo na posição Diagonal II Sentado, na fase final (50%-) do movimento de extensão do joelho.                      | 78 |
| Tabela 14 | Teste de Friedman para verificar os efeitos do músculo na posição Diagonal II Decúbito Dorsal, na fase inicial (50%+) do movimento de extensão do joelho.            | 78 |
| Tabela 15 | Teste de Friedman para verificar os efeitos do músculo na posição Diagonal II Decúbito dorsal, na fase final (50%-) do movimento de extensão do joelho.              | 79 |
| Tabela 16 | Teste de Friedman para verificar os efeitos da posição sentado no músculo reto da coxa, na fase inicial (50%+) do movimento de extensão do joelho (posição sentado). | 80 |

|           |                                                                                                                                                                      |    |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 17 | Teste de Friedman para verificar os efeitos da posição sentado no músculo vasto medial, na fase inicial (50%+) do movimento de extensão do joelho.                   | 80 |
| Tabela 18 | Teste de Friedman para verificar os efeitos da posição sentado no músculo vasto lateral, na fase inicial (50%+) iniciais do movimento de extensão do joelho.         | 81 |
| Tabela 19 | Teste de Friedman para verificar os efeitos da posição sentado no músculo reto da coxa, na fase final (50%-) do movimento de extensão do joelho.                     | 81 |
| Tabela 20 | Teste de Friedman para verificar os efeitos da posição sentado no músculo vasto medial, na fase final (50%-) do movimento de extensão do joelho.                     | 81 |
| Tabela 21 | Teste de Friedman para verificar os efeitos da posição sentado no músculo vasto lateral, na fase final (50%-) do movimento de extensão do joelho.                    | 82 |
| Tabela 22 | Teste de Friedman para verificar os efeitos da posição decúbito dorsal no músculo reto da coxa, na fase inicial (50%+) do movimento de extensão do joelho.           | 82 |
| Tabela 23 | Teste de Friedman para verificar os efeitos da posição decúbito dorsal no músculo vasto medial, na fase inicial (50%+) do movimento de extensão do joelho.           | 82 |
| Tabela 24 | Teste de Friedman para verificar os efeitos da posição decúbito dorsal no músculo vasto lateral, na fase inicial (50%+) iniciais do movimento de extensão do joelho. | 83 |
| Tabela 25 | Teste de Friedman para verificar os efeitos da posição decúbito dorsal no músculo reto da coxa, na fase final (50%-) do movimento de extensão do joelho.             | 83 |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 26 | Teste de Friedman para verificar os efeitos da posição decúbito dorsal no músculo vasto medial, na fase final (50%-) do movimento de extensão do joelho.                                                                                                                                                     | 83 |
| Tabela 27 | Teste de Friedman para verificar os efeitos da posição decúbito dorsal no músculo vasto lateral, na fase final (50%-) do movimento de extensão do joelho.                                                                                                                                                    | 84 |
| Tabela 28 | Diferença Mínima Significativa para verificar o efeito dos músculos reto da coxa (RC), vasto medial (VM) e vasto lateral (VL) durante o movimento de extensão do joelho, no plano Sagital (S), na posição sentado, nos 50% (50+) iniciais da amplitude total de movimento e com 100% da carga máxima.        | 85 |
| Tabela 29 | Diferença Mínima Significativa para verificar o efeito dos músculos reto da coxa (RC), vasto medial (VM) e vasto lateral (VL) durante o movimento de extensão do joelho, no plano Sagital (S), em decúbito dorsal, nos 50% (50+) iniciais da amplitude total de movimento e com 100% da carga máxima.        | 86 |
| Tabela 30 | Diferença Mínima Significativa para verificar o efeito dos músculos reto da coxa (RC), vasto medial (VM) e vasto lateral (VL) durante o movimento de extensão do joelho, no plano Sagital (S), em decúbito dorsal (D), nos 50% finais (50-) da amplitude total de movimento e com 100% da carga máxima.      | 87 |
| Tabela 31 | Diferença Mínima Significativa para verificar o efeito dos músculos reto da coxa (RC), vasto medial (VM) e vasto lateral (VL) durante o movimento de extensão do joelho, no plano Diagonal 1 (D), na posição sentado (S), nos 50% iniciais (50+) da amplitude total de movimento e com 100% da carga máxima. | 88 |
| Tabela 32 | Diferença Mínima Significativa para verificar o efeito dos músculos reto da coxa (RC), vasto medial (VM)                                                                                                                                                                                                     |    |

e vasto lateral (VL) durante o movimento de extensão do joelho, no plano Diagonal 1 (D), em decúbito dorsal (D), nos 50% iniciais (50+) da amplitude total de movimento e com 100% da carga máxima. 89

Tabela 33 Diferença Mínima Significativa para verificar o efeito dos músculos reto da coxa (RC), vasto medial (VM) e vasto lateral (VL) durante o movimento de extensão do joelho, no plano Diagonal 2 (D2), na posição sentado (S), nos 50% finais (50-) da amplitude total de movimento e com 100% da carga máxima. 90

## **RESUMO**

---

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar eletromiograficamente os músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral direito no movimento de extensão do joelho, nos planos Sagital, Diagonal I (abdução com rotação medial do quadril, com extensão do joelho até 180°, flexão dorsal e eversão do tornozelo e extensão e abdução dos dedos) e Diagonal II (adução com rotação lateral do quadril, extensão do joelho até 180°, flexão dorsal e inversão do tornozelo, extensão e abdução dos dedos), nas posições sentado e decúbito dorsal, nos 50% iniciais (50+) e nos 50% finais (50-) da amplitude de movimento, contra resistência mecânica de 100% da carga máxima. Foram estudados dez voluntários jovens do sexo masculino, com idade entre 17 a 21 anos, sem história de alterações neuromusculares ou articulares, não sedentários e de antropometria semelhante. Os registros foram obtidos, utilizando-se um módulo de aquisição de sinais biológicos marca Lynx de quatro canais e um software específico (AQDADOS-Lynx). Os sinais eletromiográficos foram captados por eletrodos de superfície - DANTEC. A análise dos sinais foi efetuada através do programa denominado AQDADOS que forneceu o valor eficaz. Os registros eletromiográficos foram normalizados pela contração isométrica voluntária máxima (C.I.V.M.). Os dados relativos a angulação do movimento do joelho, foram obtidos através da cinematografia. A resistência mecânica foi obtida através do equipamento denominado Sistema de Polias Simples. Os dados foram submetidos a análise estatística não paramétrica, empregando-se os testes de Wilcoxon e da Friedman. Os resultados demonstraram que na comparação entre os **três músculos** em estudo, o reto da coxa apresentou maior atividade eletromiográfica em todas as situações analisadas; em relação à **amplitude de movimento**, os músculos foram mais ativos no final do movimento de extensão do joelho, independentemente do plano e das posições do quadril; em relação à **posição** sentado e decúbito dorsal, no plano Diagonal I, o músculo vasto medial apresentou maior atividade na posição sentado; em relação aos **planos** Sagital, Diagonal I e Diagonal II, os músculos em estudo apresentaram atividade eletromiográfica semelhante.

**PALAVRAS CHAVES:** Eletromiografia - Cinesiologia - Reabilitação - F.N.P -  
Músculos Reto da Coxa, Vasto Medial e Vasto Lateral

## INTRODUÇÃO

---

## INTRODUÇÃO

A busca de novos conhecimentos que permitam ao homem promover e restaurar a sua integridade física, bem como proporcionar um desenvolvimento físico que lhes possibilitem a superação de seus próprios limites, demonstram a necessidade de compreender melhor como se comportam os grupos musculares e suas porções, se atuam juntos ou isoladamente, se são influenciados pela postura das articulações envolvidas nas variações de movimento ou nas atividades específicas e se estas podem influenciar os programas de treinamento e terapia física.

Tanto em programas de reabilitação nas alterações neuromusculares como para aprimorar o condicionamento físico, o treinamento deve ter a finalidade específica de atingir o objetivo proposto (BARBANTI, 1979). Assim sendo, a escolha pelo procedimento melhor elaborado e mais eficiente, proporcionará melhores resultados.

Os movimentos sugeridos para a reabilitação e treinamento físico, normalmente exploram o plano Sagital com apenas um eixo articular, mesmo sabendo que em algumas articulações ocorrem uma combinação de eixos, os quais poderia-se criar movimentos mais próximos das atividades físicas exercidas na vida diária ou nos esportes. Neste contexto, o Método Kabat, proposto em VOSS et al (1987), utiliza o padrão de facilitação neuromuscular proprioceptiva (F.N.P.) de “movimentos em massa, espiral e Diagonal, que numa visão tridimensional se assemelham às atividades motora normais do ser humano no esporte e na atividade diária. O caráter

espiral e Diagonal está em harmonia com as características espirais e rotatórias dos ossos e articulações do sistema esquelético e das estruturas ligamentares e esse tipo de movimento está também em harmonia com o alinhamento topográfico dos músculos e com as características estruturais dos músculos isolados”.

Segundo VOSS et al (1987), as técnicas de F.N.P. enfatizam a aplicação da resistência máxima na região dos movimentos e, sendo assim, a utilização do sistema de polias simples de parede como mecanismo de resistência ao movimento, tem demonstrado valiosa contribuição para compor avançados programas de terapia física em reabilitação neuromuscular. Para o autor, as polias de parede e com peso, estão entre os equipamentos mais versáteis para os exercícios, pois os movimentos podem ser executados em direções diagonais, assim como verticais e horizontais.

Considerando que estão sendo utilizados nos programas de reabilitação e treinamento físico os métodos convencionais no plano Sagital e mais recentemente nos planos diagonais, através dos padrões de facilitação neuromuscular proprioceptiva, surgem alguns questionamentos a respeito do comportamento dos músculos nos movimentos executados em diferentes planos (sagital, Diagonal I e Diagonal II), se existe maior ou menor atividade dos músculos entre si ou em relação ao outro, quando comparado os padrões de movimentos em relação a postura articular e como os músculos se comportam em movimentos com resistência mecânica com aqueles constituídos por polias.

Assim sendo, o presente estudo tem por objetivo, analisar eletromiograficamente a atividade dos músculos reto da coxa, vasto lateral e

vasto medial, no movimento de extensão do joelho, nos planos Sagital e Diagonal, segundo o Método Kabat, na posição sentado e em decúbito dorsal, na fase inicial (50%+) e na fase final (50%-) de amplitude de movimento, com 100% da carga máxima oferecida através do Sistema de Polia Simples.

## **REVISÃO DE LITERATURA**

---

## **REVISÃO DE LITERATURA**

### **Aspectos Anatômicos e Cinesiológicos**

**DUCHENNE (1949)**, relatou que as três porções superficiais do músculo quadríceps da coxa, reto da coxa (RC), vasto medial (VM) e vasto lateral (VL), são os principais responsáveis pela extensão do joelho. Realizou experimentos com voluntários em posição sentado, joelho fletido a 90° e estimulou através de corrente farádica os músculos RC, VM e VL e observou que cada um deles produz a extensão da perna sobre a coxa por tracionamento da patela. O reto da coxa traciona a patela na direção proximal, o vasto medial traciona na direção medial e proximal e o vasto lateral na direção proximal oblíqua lateral. Enfatizou que o vasto lateral e vasto medial formam uma unidade funcional, na qual a separação entre as duas porções tem o inconveniente de considerar as duas partes como músculos separados e independentes em determinados momentos da atuação. Afirma que essas duas porções são inseparáveis em suas ações fisiológicas e constitui um único músculo, no qual poderia ser chamado de bíceps extensor femural e considerou que a ação de extensão do joelho pelo reto da coxa é essencialmente diferente da ação dos vasto, por ser também um flexor do quadril.

**MacCONAILL & BASMAJIAN (1969)**, verificaram que o músculo reto da coxa realiza a flexão do quadril e a extensão do joelho. Analisaram que a flexão do quadril está associada a extensão da articulação do joelho. Relataram também, não ser novidade um único músculo executar

esses dois movimentos. Em seus estudos sobre o músculos bi-articulares demonstraram que normalmente ocorre contração integral do músculo até mesmo em movimentos isolados de somente uma das duas articulações. O reto da coxa de acordo com os autores, também ajuda na abdução da coxa, porém ele está relaxado em situação normal. Os autores comentam que os vastos medial e lateral são potentes extensores da articulação do joelho e que neste movimento em posição sentado, o início da atividade dos músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral não são sincronizados, sendo que o músculo reto da coxa atua com maior intensidade no início da extensão, o vasto medial é mais ativo quando o joelho está em extensão com o quadril flexionado ou a articulação do joelho com rotação lateral da tibia, já o músculo vasto lateral é mais ativo na extensão do joelho quando o quadril está flexionado ou a articulação do joelho com rotação medial da tibia. Descreveram que durante exercícios resistidos na extensão do joelho, as várias partes do quadríceps entram em ação em diferentes fases do movimento.

**GARDNER et al (1971)**, observaram que o quadríceps da coxa é um dos maiores e mais poderosos músculos do corpo e inclui o reto da coxa, vasto lateral, vasto medial, vasto intermédio. O reto da coxa nasce do osso do quadril e o vasto medial e vasto lateral nascem do fêmur; todos se inserem na patela, nos côndilos e na tuberosidade da tibia. O reto da coxa, segundo os autores, têm origem na espinha ilíaca ântero-inferior (porção anterior ou reta) e da face pósterio-superior da borda do acetábulo (porção posterior ou refletida), sob a cobertura do glúteo mínimo, inserindo-se na base da patela e na tuberosidade da tibia. Segundo os autores, a parte

do tendão de inserção entre a patela e a tuberosidade, é conhecida como ligamento da patela.

O vasto lateral é um músculo espesso que se origina na porção proximal da linha intertrocanteriana, borda anterior e inferior do grande trocânter, lábio externo da tuberosidade glútea, metade proximal do lábio externo da linha áspera e septo intermuscular externo.

O vasto medial é um músculo espesso e potente, que geralmente forma uma saliência característica na região média inferior da coxa. Ele recobre a face média do fêmur, mas não está aderido a ela e origina-se na metade distal da linha intertrocanteriana, lábio interno da linha áspera do fêmur, porção proximal da linha supracondílica interna e do septo intermuscular medial. Sua porção inferior está ligada com o adutor magno e com o adutor longo. Suas fibras musculares continuam numa aponeurose, que se une à face medial do tendão do reto da coxa.

A inserção dos músculos vasto medial e vasto lateral, ocorre na face profunda do reto da coxa, na borda superior e lados da rótula. De cada lado da rótula os músculos vasto medial e vasto lateral estão inseridos por intermédio do retináculo da rótula, sobre a tuberosidade anterior da tíbia **RASCH & BURKE (1977), KAPANDJI (1980) e HAMILTON (1982).**

Quanto aos aspectos cinesiológicos, **RASCH & BURKE (1977)**, consideram o músculo reto da coxa como motor primário da flexão da articulação do quadril e contribui na abdução da mesma. Possui um braço

de potência muito curto e traciona, quase na mesma linha que o fêmur, favorecendo a velocidade. Os autores consideram que qualquer força que mantenha o joelho flexionado, aumentará consideravelmente a tensão do reto da coxa e a ação isolada deste músculo produz a flexão do quadril e a extensão do joelho.

Sobre o vasto lateral, os autores o consideram como sendo um músculo grande, localizado na metade inferior da face externa da coxa, formando a eminência arredondada e possui fibras posicionadas na forma bipenada. É considerado pelos autores como motor primário da extensão do joelho e necessita de um homólogo para exercer uma tração reta sobre a patela. Com relação ao músculo vasto medial, **RASCH & BURKE (1977)**, o definem como bipenado em função do posicionamento das suas fibras. Está localizado na face medial da coxa, um pouco mais abaixo do que o vasto lateral, sendo que é recoberto pelo reto da coxa e pelo sartório. A ação do músculo é definida pelos autores como sendo motor primário na extensão do joelho e sua tração em Diagonal interna, contrabalança a tração em Diagonal externa realizada pelo vasto lateral. A contração simultânea dos músculos exercem uma tração em linha reta sobre a patela. Os autores relatam que a teoria de que o vasto medial contrai fortemente apenas durante os últimos quinze graus de extensão do joelho, não tem sido confirmada na prática e discordam que o vasto medial tenha a função de completar o movimento de extensão do joelho.

**KAPANDJI (1980)**, considerou que o joelho é uma articulação intermediária do membro inferior e realiza principalmente, movimentos de

flexão e extensão, que é condicionada pelo eixo transversal que atravessa horizontalmente os côndilos femurais sendo os movimentos realizados em um plano Sagital. O segundo tipo de movimento, consiste na rotação em volta do eixo longitudinal, permitindo a realização dos movimentos de lateralidade somente quando o joelho está fletido. Esta rotação pode ser interna quando a ponta do pé movimenta-se para dentro e externa quando a ponta do pé movimenta-se para fora. A eficiência da extensão do joelho depende da posição do quadril em função do músculo reto da coxa ser mais eficaz na extensão do joelho quando o quadril está em extensão. Isso significa, segundo **KAPANDJI (1980)**, que a extensão prévia do quadril prepara a extensão do joelho. Segundo o mesmo autor, o músculo quadríceps é três vezes mais poderoso que os flexores da coxa, devido ao fato de ter que resistir ao peso tão logo inicie a flexão na marcha, impedindo a queda por flexão do joelho. O autor descreve que o reto da coxa representa um quinto da força total do quadríceps, insuficiente para obter a extensão completa do joelho, mas o fato de ser um músculo bi-articular, confere-lhe um lugar a parte, o reto da coxa é simultaneamente flexor do quadril e extensor do joelho. Para obter a extensão do joelho, os vastos são muito mais eficazes que o reto da coxa que já está distendido pela flexão do quadril. Se ao contrair, o quadril está estendido, a distância entre as duas inserções do reto da coxa aumenta melhorando a sua eficácia.

## **Aspectos Eletromiográficos**

Na busca de compreender melhor o comportamento das porções musculares do quadríceps femural, dada a sua importância na manutenção da postura, no desenvolvimento de práticas esportivas, nas atividades de vida diária e em virtude da complexidade que envolve o processo de reabilitação deste músculo, muitos pesquisadores entre eles **WHEATLEY & JAHNKE (1951), BREWERTON (1954), PORTNOY & MORIN (1956), RAVAGLIA (1957), BASMAJIAN (1962), POCOCK (1963), BIERMAN & RASTON (1964); HALLEN & LINDAHL (1967), OKAMOTO (1968), MURPHAY et al (1970), LIEB & PERRY (1971), BASMAJIAN et al. (1972), FUJIWARA & BASMAJIAN (1975), DEUTSCH & LIN (1978), KNIGHT et al (1979), ELORANTA & KOMI (1980/1981), DUARTE CINTRA & FURLANI (1981), BÉRZIN & SAMPAIO (1987), SALZMAN et al (1993), HODGES & RICHARDSON (1993), KARST & JEWETT (1993), HASLER et al. (1994) e ARAUJO & AMADIO (1996)**, estudaram a atividade eletromiográfica dos músculo vasto medial e vasto lateral e reto da coxa em diferentes angulações do joelho, diferentes posturas do quadril, diferentes cargas com contrações isométricas e isotônicas e na maioria das vezes, no plano Sagital.

**Quanto à postura articular, SNYDER & FORWARD (1972)**, estudaram a flexão e extensão do joelho nos planos Diagonal, utilizando o método F.N.P. em relação ao plano sagital, analisaram

eletromiograficamente o comportamento dos músculos vasto medial, reto da coxa, biceps da coxa, glúteo máximo, semitendinoso e semimembranoso e adutores do quadril e constataram que a atividade das porções do músculo quadríceps aumentaram na medida que a extensão do joelho era finalizada e a rotação medial e lateral da articulação do quadril, realizadas simultaneamente com a contração do quadríceps, não aumentaram a atividade eletromiográfica dos extensores do joelho.

**DEUTSCH & LIN (1978)**, analisaram as três porções reto da coxa, vasto medial e vasto lateral durante a extensão do joelho, com variação da carga contra a gravidade, 50% e 70% da carga máxima obtida através de célula de carga com ângulos de  $90^{\circ}$ ,  $135^{\circ}$  e  $180^{\circ}$  do quadril. Observaram diferença estatística significativa para as três porções musculares reto da coxa, vasto medial e vasto lateral, quando a articulação do quadril estava num ângulo de  $90^{\circ}$  em relação a  $135^{\circ}$  e  $180^{\circ}$  do quadril.

**SALZMAN et al (1993)**, analisaram o comportamento das porções do músculo quadríceps combinando cinco posições diferentes, sendo  $180^{\circ}$ ,  $140^{\circ}$  e  $80^{\circ}$  de flexão do quadril com  $120^{\circ}$  e  $165^{\circ}$  de extensão do joelho. Relataram que a maior atividade eletromiográfica para todas as porções musculares foram registradas com o membro em  $140^{\circ}$  de flexão do quadril e  $165^{\circ}$  de extensão do joelho. A menor atividade eletromiográfica foi registrada com o quadril em  $180^{\circ}$  e o joelho em  $120^{\circ}$  de extensão. Segundo os autores, durante a extensão máxima do joelho, os músculos vastos não trabalharam isolados do reto da coxa, apesar da soma da flexão do quadril. Embora exista influência na atividade eletromiográfica em diferentes

posturas articulares, as porções musculares do quadríceps podem ser fortalecidas efetivamente em diferentes posições.

**KARST & JEWETT (1993)**, analisaram se os exercícios ativos de adução do quadril combinados com extensão do joelho aumentavam a atividade da porção vasto medial do músculo quadríceps femural em relação à exercícios somente de extensão do joelho e revelaram que o músculo vasto medial e vasto lateral demonstraram atividade significativamente maior durante movimentos de extensão do joelho em posição sentado com o quadril em 90°.

**HASLER et al. (1994)**, observou que o comportamento dos músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral é influenciado pelo ângulo da articulação do quadril e joelho na extensão isométrica do joelho e verificou que na movimentação de uma articulação os músculos extensores de joelho vasto medial e vasto lateral dependem sistematicamente do ângulo da articulação do quadril. Os sinais de atividade são altos quando a articulação do quadril está em ângulo de 90° (sentado) e 180° (deitado), comparado ao ângulo intermediário da articulação do quadril em 112°, 135° e 157°. Além disso, a atividade dos músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral é maior perto da extensão completa do joelho em 170°. Comparado com um ângulo intermediário da articulação do joelho em 130°.

**Quanto a atividade do músculo reto da coxa, WHEATLEY & JAHNKE (1951)**, relataram que o reto da coxa atua na flexão do quadril e contribui na abdução do quadril.

Para **MARKEE et al. (1955)**, a ação dos músculos bi-articulares, no caso o reto da coxa, atua somente em uma das articulações sem influenciar a outra. **BASMAJIAN (1962)** afirmou que o reto da coxa é um flexor do quadril e extensor do joelho, agindo como um todo, tracionando uma extremidade articular sobre a outra. Em movimentos de rotação lateral e medial do quadril procedidos de contração do quadríceps, não obteve efeito significativo na atividade eletromiográfica. **MacCONAILL & BASMAJIAN (1969)**, verificaram que o músculo reto da coxa realiza a flexão do quadril e a extensão do joelho e analisaram que a flexão do quadril está associada a extensão da articulação do joelho. Em seus estudos sobre os músculos bi-articulares, demonstraram que normalmente ocorre contração integral do músculo até mesmo em movimentos isolados de somente uma das duas articulações. O reto da coxa de acordo com os autores, também ajuda na abdução da coxa. Para **FUJIWARA & BASMAJIAN (1975)**, o efeito da contração dos músculos bi-articulares nunca está limitado a uma única articulação

**DEUTSCH & LIN (1978)**, analisaram que entre as três porções musculares, reto da coxa, vasto lateral e vasto medial, a atividade eletromiográfica do reto da coxa foi maior que as outras duas porções em movimentos realizados na posição sentado, em 90° do quadril com 70% da carga máxima. Já **ELORANTA & KOMI (1981)**, verificaram que o músculo reto da coxa obteve menor atividade na posição sentado em ângulos do joelho entre 80° e 100° em relação a posição deitado, sendo observado que o reto da coxa necessita de maiores ângulos do joelho para alcançar o máximo de atividade, isto é, provavelmente devido ao fato do

reto da coxa estar com o comprimento mais encurtado na posição sentado, tanto a posição do quadril como a do joelho influencia no comprimento do músculo reto da coxa.

Para **SOUSA (1958/9)**, **WHEATLEY & JAHNKE (1951)** e **RAVAGLIA (1957)**, o músculo reto da coxa atua como iniciador do movimento de extensão do joelho, entrando em ação primeiramente em relação aos músculos vasto medial e vasto lateral. Para **DUARTE CINTRA & FURLANI (1981)**, o músculo reto da coxa tem uma ação tardia em movimentos de extensão da perna.

**Quanto à atividade do músculo vasto medial**, **WHEATLEY & JAHNKE (1951)**, observaram maior atividade quando o joelho está mantido em extensão com a articulação do quadril flexionada e a articulação fêmuro-tibial rodada lateralmente.

**BREWERTON (1954)**, não encontrou evidência para dar suporte a teoria que o músculo vasto medial contrai fortemente somente durante os últimos 15° de extensão e relatou que o mesmo contrai em posição fletida do joelho, tanto contra a resistência, como durante a atividade do cotidiano.

**POCOCK (1963)**, investigou a fase de ação das porções musculares, reto da coxa, vasto medial e vasto lateral durante vários exercícios frequentemente utilizados clinicamente e relatou que o potencial de ação dos componentes do quadriceps, foi similar entre a variação

completa da extensão do joelho e, segundo o autor, não houve evidência para dar suporte a afirmação que o músculo vasto medial contrai fortemente somente nos últimos 10° ou 15° de extensão do joelho. **HALLEN & LINDAHL (1967)**, observaram a mesma atividade do músculo vasto medial, tanto em 90° como em 135°, nas posições sentado e deitada, realizando a extensão do joelho. Quando os autores eliminaram a atividade do vasto medial por infiltração de Citaneste (anestésico), não evitaram a extensão completa da articulação do joelho e concluíram que o vasto medial não assume qualquer função específica na extensão final do joelho. **FUJIWARA & BASMAJIAN (1975)**, sugeriram que o músculo vasto medial tem função estabilizadora no final da extensão do joelho. **KNIGHT et al (1979)**, relataram que a atividade do músculo vasto medial foi maior significativamente durante a extensão do joelho comparada ao movimento de elevação da perna estendida e sua atuação não foi limitada para os últimos 15° de extensão. **DUARTE CINTRA & FURLANI (1981)**, verificaram que houve uma ação simultânea do vasto medial, desde a fase inicial até a fase final do movimento de extensão do joelho. Analisando o trabalho de **BASMAJIAN & De LUCA (1985)**, tem-se que o músculo vasto medial atua por todo o limite da extensão do joelho e não somente na sua fase final. No entanto, é na fase final da extensão do joelho, que o músculo vasto medial é supostamente o mais ativo, porque ele completa a extensão. Entretanto, outra função real do músculo vasto medial no final da extensão é de prevenir o deslocamento lateral da patela. Já **BÉRZIN & SAMPAIO (1987)**, analisaram o comportamento do músculo vasto medial em movimentos de extensão e flexão do joelho com o pé em posição normal, em eversão e inversão utilizando um equipamento denominado mesa

romana anterior e constataram que o músculo vasto medial é mais ativo na trajetória de 150° a 180° de extensão do joelho, seja em contrações isotônicas concêntricas ou excêntricas, independente das resistências impostas ou do posicionamento do pé requerido.

**Quanto à atividade do músculo vasto lateral, WHEATLEY & JAHNKE (1951),** observaram maior atividade na extensão do joelho quando o quadril está fletido ou a articulação femuro-tibial medialmente rotada. **MacCONAILL & BASMAJIAN (1969),** verificaram que o músculo vasto lateral é um potente extensor da articulação do joelho e sua atividade é maior quando o quadril está flexionado ou a articulação do joelho com rotação medial da tibia. **KNIGHT et al (1979),** demonstraram que o músculo vasto lateral é mais ativo significativamente em movimentos de extensão do joelho, comparado a movimentos de elevação da perna com 20%, 50% e 80% da carga máxima. **BÉRZIN & SAMPAIO (1987),** relataram que o vasto lateral foi mais ativo na fase final do movimento de extensão do joelho entre 150° e 180° em contrações isotônicas concêntricas e excêntricas, independente das resistências impostas e do posicionamento do pé requerido, tanto em inversão, eversão como na posição normal da articulação do tornozelo. **KARST & JEWETT (1993),** revelaram que o músculo vasto lateral demonstra maior atividade eletromiográfica durante movimentos de extensão do joelho em posição sentado, com o quadril em 90° comparado a movimentos de elevação da perna com rotação lateral e também a movimentos de adução isométrica do quadril. **HASLER et al (1994),** relataram que o comportamento do músculo vasto lateral é influenciado pelo ângulo da articulação do quadril e joelho e também

verificaram que o músculo vasto lateral foi mais ativo com  $170^\circ$  de extensão do joelho e quando a articulação do quadril está num ângulo de  $90^\circ$  (sentado) ou  $180^\circ$  (deitado).

**Quando comparada as três porções musculares, reto da coxa, vasto medial e vasto lateral, WHEATLEY & JAHNKE (1951),** observaram que o músculo reto da coxa contribui na abdução do quadril e o músculo vasto medial tem maior atividade com o joelho em extensão e a articulação femuro-tibial rotada lateralmente e o músculo vasto medial foi mais ativo na extensão do joelho com a articulação femuro-tibial rotada medialmente e concluíram ainda, que durante a extensão resistida do joelho, as várias porções do quadríceps entra em ação em diferentes fases do movimento. **RAVAGLIA (1957),** constatou que durante o movimento de elevação da posição sentado para posição ortostática e vice-versa, as atividades dos músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral não foram sincronizadas e iguais, sendo que as três porções atuaram em diferentes sentidos e em diferentes fases do movimento. **RAVAGLIA (1957), e BÉRZIN & SAMPAIO (1987),** afirmaram que o vasto medial foi mais ativo que a outras porções do quadríceps, principalmente no final da extensão do joelho. **POCOCK (1963),** relatou que existe uma pequena variação no momento da atividade entre os músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral, no entanto, as três porções analisadas foram similares entre a variação completa da extensão do joelho. **HALLEN & LINDAHL (1967),** não encontraram diferença na atividade eletromiográfica entre as porções musculares reto da coxa, vasto medial e vasto lateral durante as várias fases da extensão do joelho. Para **MURPHEY et al (1970),** o

músculo vasto lateral foi mais ativo que o músculo vasto medial durante movimentos estáticos. Nos movimentos dinâmicos, observou maior atividade para o músculo vasto medial em relação ao músculo vasto lateral. **KNIGHT et al (1974)**, realizaram estudos entre os músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral em movimentos de extensão do joelho e de elevação da perna estendida com 20%, 50% e 80% de carga máxima e verificaram que o músculo vasto lateral foi mais ativo que os músculos reto da coxa e vasto medial em movimentos de extensão do joelho e movimentos de elevação da perna estendida, ambos com diferentes cargas. **DUARTE CINTRA & FURLANI (1981)**, estudaram os músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral em diferentes movimentos da articulação do quadril e joelho incluindo movimentos resistidos e relataram que os músculos vasto medial e vasto lateral atuam simultaneamente desde a fase inicial do movimento.

**Quanto aos estudos realizados no plano Diagonal através do padrão de F.N.P.,** são poucos os trabalhos existentes na literatura que tenham observado o comportamento dos músculos em movimentos no plano Diagonal e tridimensional, segundo aqueles estabelecidos por **VOSS et al (1987)**, em comparação aos movimentos que utilizam apenas o eixo transversal no plano Sagital bi-dimensional, bem definidos por **KAPANDJI (1980)**. Entre os autores, podemos citar: **SNYDER & FORWARD (1972)**, **OSTERNIG et al (1987)**, **ROY et al (1990)** e **GONÇALVES (1991)**.

Envolvendo a extensão da articulação do joelho, existe o trabalho de **SNYDER & FORWARD (1972)**, que analisaram a atividade

dos músculos reto da coxa e vasto medial em movimentos de extensão do joelho, comparando os planos Sagital e Diagonal, observaram que o início da atividade do músculo vasto medial depende de maior amplitude de movimento do joelho do que dos padrões de movimento e que a atividade das porções do músculo quadríceps aumentaram a medida que a extensão era finalizada e a rotação medial e lateral da articulação do quadril realizadas simultaneamente com a contração do quadríceps não aumentaram a atividade eletromiográfica dos músculos extensores do joelho e concluíram ainda, que os músculos geralmente estiveram menos ativos no plano Diagonal em relação ao plano Sagital.

**ROY et al (1990)**, estudaram os efeitos da facilitação neuromuscular proprioceptiva em movimentos unilateral e bilateral, ambos na extensão do joelho e observaram que houve um aumento de 10,4% na força extensiva do joelho e quanto à extensão unilateral, procedeu uma flexão do joelho no exercício isométrico e um aumento próximo a 16.7% da força em condições simultâneas só de extensão do joelho. Concluíram também, que o aumento da força, observado em condições experimentais unilateral e bilateral, onde a extensão do joelho é procedida por uma flexão, indica ser o resultado de uma combinação de influências neuromuscular e de energia elástica acumulada.

**PROPOSIÇÃO**

---

## PROPOSIÇÃO

A proposta deste trabalho foi de estudar eletromiograficamente o comportamento dos músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral no plano Sagital, Diagonal I (na posição sentado: quadril flexionado em 90°, abduzido e com rotação medial, extensão do joelho até 180°, flexão dorsal e eversão do tornozelo e extensão e abdução dos dedos); em decúbito dorsal: (quadril estendido em 180°, abduzido e com rotação medial, com extensão do joelho até 180°, flexão dorsal e eversão do tornozelo e extensão e abdução dos dedos) e Diagonal II (na posição sentado: (quadril flexionado em 90°, aduzido e com rotação lateral, extensão do joelho até 180°, flexão dorsal e inversão do tornozelo e extensão e abdução dos dedos); em decúbito dorsal: (quadril estendido em 180°, aduzido e com rotação lateral, extensão do joelho até 180°, flexão dorsal e inversão do tornozelo e extensão e abdução dos dedos), em diferentes amplitude de movimentos, (50%+) iniciais e (50%-) finais, do movimento de extensão do joelho com resistência mecânica de 100% de carga máxima.

## MATERIAL E MÉTODO

---

## **MATERIAL E MÉTODO**

### **1 - VOLUNTÁRIOS**

No presente estudo eletromiográfico foram analisadas as porções musculares, reto da coxa, vasto medial e vasto lateral da coxa direita, em dez (10) voluntários do sexo masculino, com idade variando de 17 a 21 anos, sem história de alterações neuromusculares ou articulares, não sedentários e de antropometria semelhante, apresentando uma medida média de membro inferior de 42cm ( $\pm 3$ cm) de coxa, 43,5cm ( $\pm 1,9$ cm) de perna, 1,71m ( $\pm 3$ cm) de altura e 67,3kg ( $\pm 7,9$ kg) de peso corporal. Os voluntários foram antecipadamente orientados sobre as atividades que seriam realizadas no momento do experimento, e assinaram um termo de concordância em submeter-se às mesmas.

### **2 - EQUIPAMENTOS**

#### **2.1 - ELETRODOS**

Os sinais foram obtidos através de eletrodos de superfície “DANTEC” (Figura 1) e foram posicionados, segundo DELAGI et al (1981), sobre os músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral. Os eletrodos para registro do músculo reto da coxa foram localizados sobre a face anterior da coxa no centro da medida entre a borda superior da patela e a espinha ilíaca ântero superior, para o músculo vasto medial a referência foi de 9cm acima do ângulo superomedial da patela com o joelho estendido e para o músculo vasto lateral foram localizados sobre a face lateral da coxa e teve como referência a largura de 11cm, acima do ângulo superolateral da patela com o joelho estendido (Figura 2). Para

confirmar a precisão da localização dos eletrodos, utilizou-se de provas de função muscular, segundo **KENDALL et al. (1980)**, onde evidenciou-se a contração muscular através do monitor do computador. Para diminuir possíveis interferências e melhorar o contato entre a pele e o eletrodo, foi realizada uma tricotomia e aplicado um gel eletrocondutor, previamente ao registro, para captação de sinais dos músculos estudados. O aterramento dos voluntários foi realizado fixando uma pulseira de bronze revestida de velcro e tecido umedecido com soro fisiológico ao nível do processo estilóide do rádio, do lado direito.

## 2.2 - ELETROMIÓGRAFO

Para a coleta dos sinais eletromiográficos, foi utilizado um módulo de aquisição de sinais biológicos marca Lynx<sup>1</sup> de quatro canais (Figura 3), sendo estabelecido uma frequência de amostragem de 1024Hz e calibrado o ganho a 10.000Hz. Utilizou-se de um filtro de passa alta de 200Hz e o filtro de passa baixa de 2.000Hz. A conversão dos sinais analógicos para digitais, foi realizada por uma placa A/D com faixa de entrada de -5 a + 5 volts (CAD 1026 - Lynx<sup>1</sup>). Para a aquisição dos sinais utilizou-se um “software” específico (AQDADOS-Lynx<sup>1</sup>) (Figura 4). Os limites superiores e inferiores para aquisição, foram fixados em + 500 e - 500  $\mu$ V. Utilizou-se um filtro de 60Hz no “hardware” para impedir a entrada de frequência da rede elétrica local e tornar o ambiente de coleta mais livre possível de ruídos. O tempo fixado para coleta foi de 2 segundos e os dados foram armazenados em memória com uma área disponível de 2.000 amostras por canal. Utilizou-se em cada registro uma análise numérica para

---

<sup>1</sup> Lynx Tecnologia Eletrônica Ltda. - Doado pela FUNDUNESP proc. 076/90-DFP e 384/90-DPE ao Laboratório de Biomecânica do Dept. de Educação Física da UNESP Campus de Rio Claro.

posterior análise estatística das amostras para cada canal e no tempo determinado, obtendo-se valores, desvios padrões, máximo e mínimo de cada sinal para cada músculo. Através da integração dos sinais obteve-se o valor eficaz.

$$\text{Valor eficaz} = \frac{1}{\text{Tempo Inicial e Final}} \times \sqrt{\int_{\text{início}}^{\text{final}} A^2 dt}$$

$$\cong \frac{1}{\text{Final} - \text{Início}} \times \sqrt{\sum A^2 i - (A^2 \text{ inicial} - A^2 \text{ final})}$$

## 2.3 - CINEMATOGRAFIA

Os dados associados a atividade eletromiográfica com a angulação do movimento do joelho, foram obtidos através da cinematografia. Foi utilizada uma filmadora video maker Gradiente GC 160C (Figura 5) com velocidade de 30 quadros por segundo, sendo que no registro cinemático sinalizamos o eixo articular transversal do joelho sobre o côndilo lateral do fêmur com um círculo de papel colorido com tinta branca, contornado com tinta preta, e fixou-se uma fita adesiva branca paralela a linha medial lateral do fêmur entre o côndilo lateral e o trocanter maior e outra paralela a linha média lateral da fibula até o maléolo lateral (Figura 6). No procedimento seguinte, observamos a numeração indicada por um marcador de quadros(MQ) digital que colocado no campo da filmadora, indicava numericamente o início de cada fase do movimento (Figura 7). Posteriormente, contamos o número de quadros utilizando um vídeo cassete Panasonic 4 cabeças e multiplicamos por 0.03 segundos, assim, obtivemos o tempo inicial para realização dos 50% iniciais da ADM e 50% finais da

ADM durante a extensão do joelho. Para que houvesse sincronismo entre a aquisição do registro eletromiográfico com o registro cinemático, utilizou-se um sistema fotorresistor(SF) sugerido por **TORTOZA & GONÇALVES (1993)** (Figura 7), que era acionado por uma lâmpada incandescente, com filamento de tungstênio e potencial de 40 watts, que ao ser ligada sensibilizava um fotoeletrônico variável (LDR). Este circuito foi acoplado a um dos canais do amplificador que, através do computador, iniciava automaticamente a aquisição dos sinais eletromiográficos, estando esta lâmpada no campo focal da filmadora, a mesma funcionava indicando o início da aquisição do sinal eletromiográfico. Assim foi possível analisar o número de quadros pelo vídeo e televisão e o sinal eletromiográfico através do “software” AQDADOS específico.

### **3 - PADRONIZAÇÃO DA CARGA MÁXIMA**

Anteriormente a coleta, os voluntários realizaram um teste de peso máximo proposto por **BITTENCOURT (1986)**, que consiste em executar o movimento inicialmente com carga mínima, sendo acrescida a carga e repetido o movimento até que apresente sinais de dificuldades em executar o movimento por duas vezes com a mesma carga, sendo a carga máxima o valor imediatamente anterior. O equipamento utilizado, tanto para definir a carga máxima quanto para a realização do experimento, é denominada de Sistema de Polias Simples<sup>2</sup> (Figura 8), sendo utilizado 100% da carga máxima obtida.

---

<sup>2</sup> RIGUETTO - Equipamentos para Condicionamento Físico Ltda., Campinas - SP., parte integrante da sala de musculação do Dept. de Educação Física do IB-UNESP - Rio Claro.

**Figura 1 - Eletrodos de superfície “DANTEC”, para obtenção de sinais eletromiográficos.**

**Figura 2 - Localização dos eletrodos sobre a pele, na região dos músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral.**

**Figura 3 - Eletromiógrafo “Lynx” de quatro canais, módulo de aquisição de sinais biológicos.**

**Figura 4 - Software específico “AQDADOS” para aquisição dos sinais biológicos**

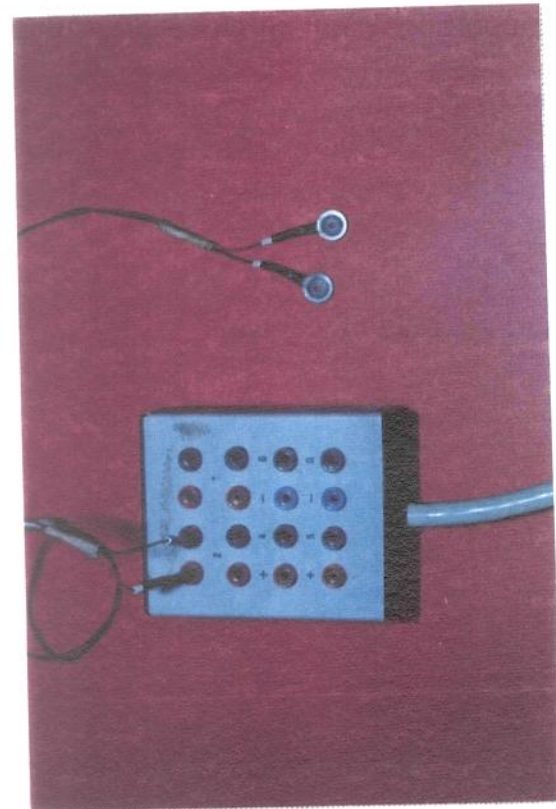


Figure 1

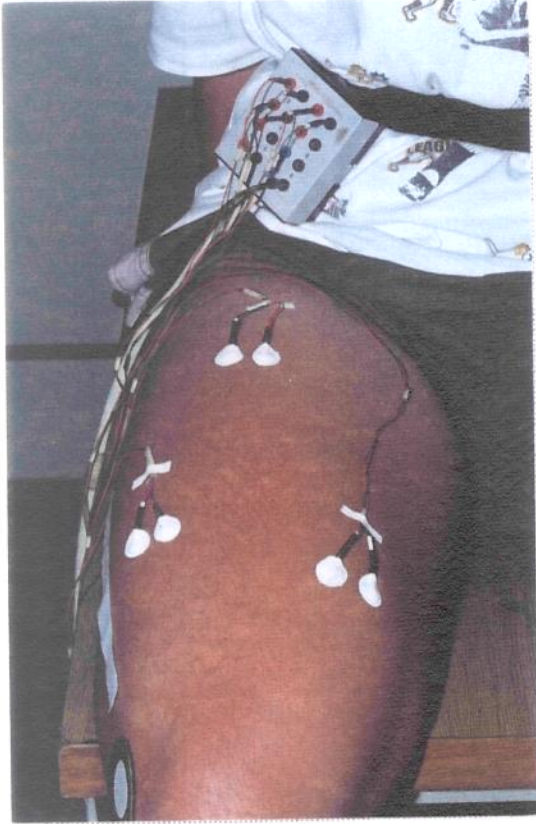


Figure 2

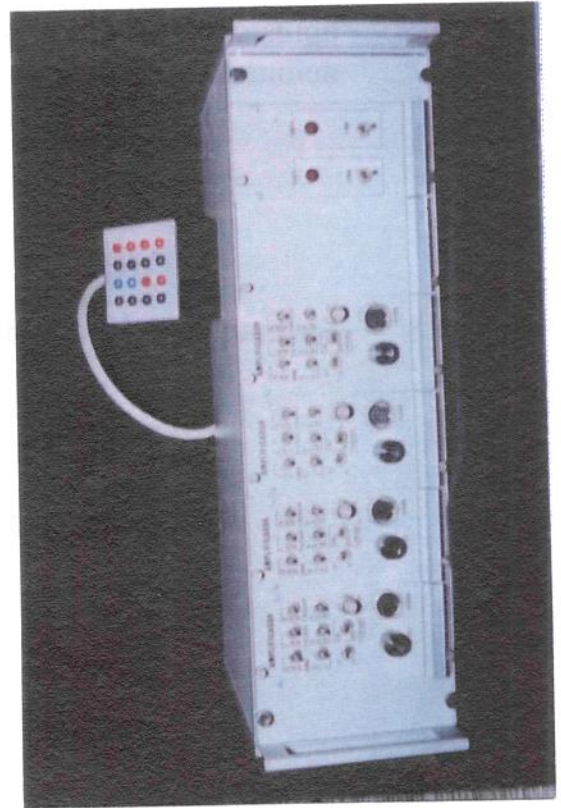


Figure 3

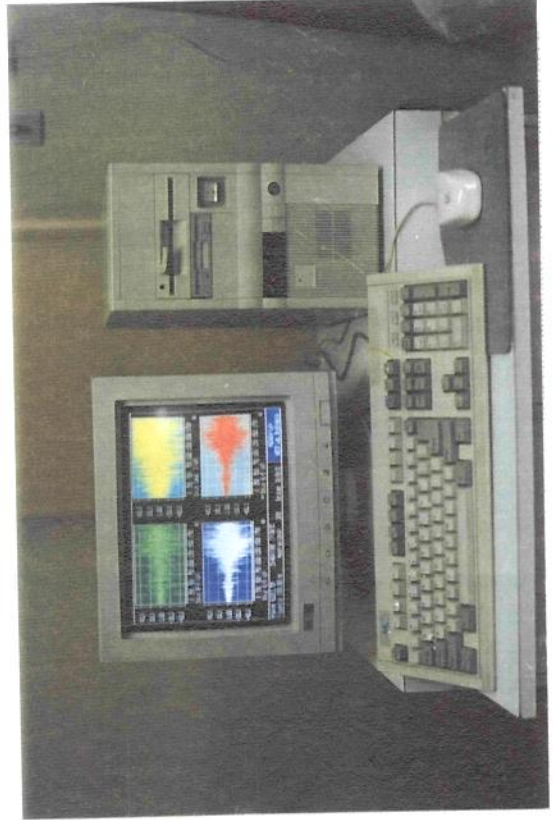


Figure 4

Figura 5 - Filmadora vídeo maker “Gradiente” GC 160C.

Figura 6 - Sinalização do eixo articular e dos segmentos.

Figura 7 - Marcador de quadros (MQ) digital que indica o início de cada fase do movimento e sistema fotorresistor (SF), para sincronizar a aquisição do registro eletromiográfico com o cinematográfico acionado por uma lâmpada.

Figura 8 - Sistema de Polia Simples para resistência mecânica.

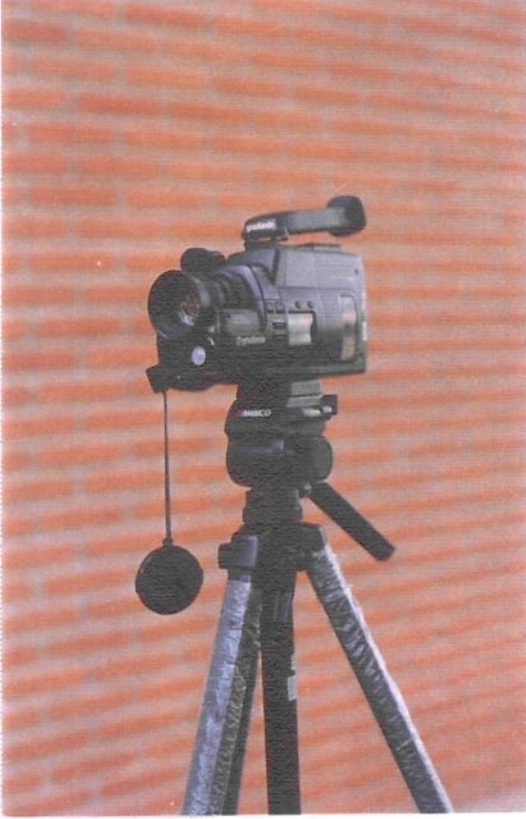


Figura 5

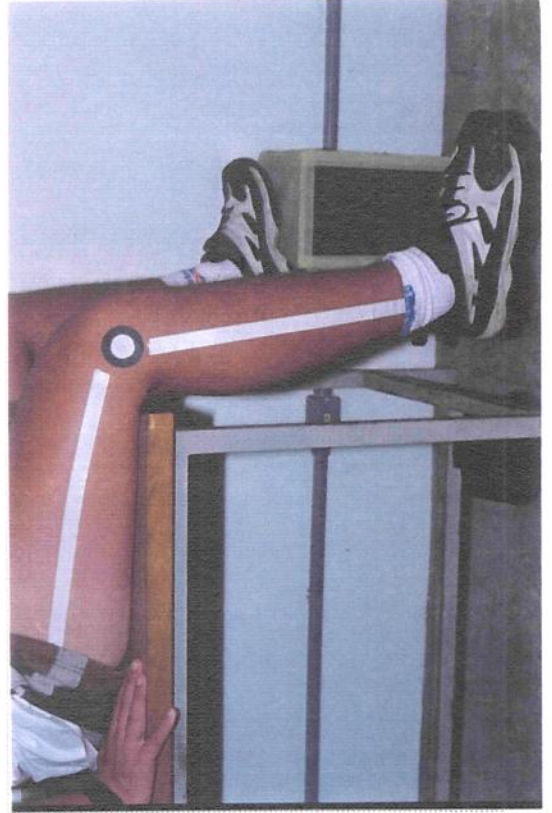


Figura 6

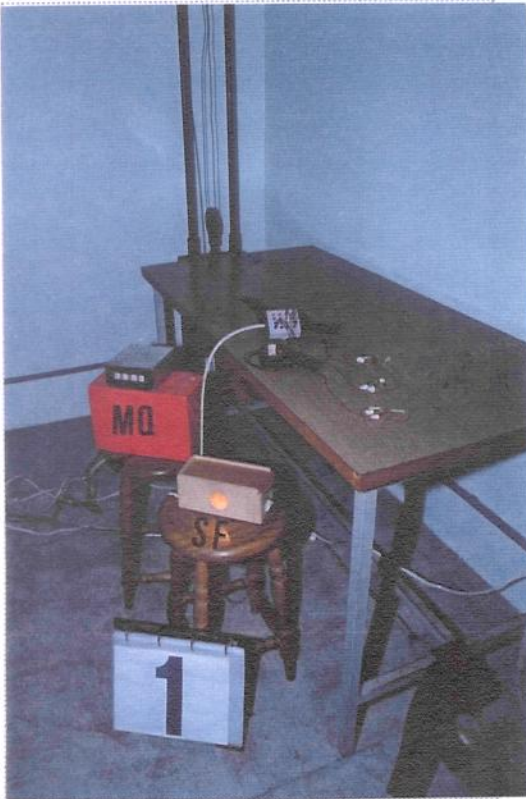


Figura 7

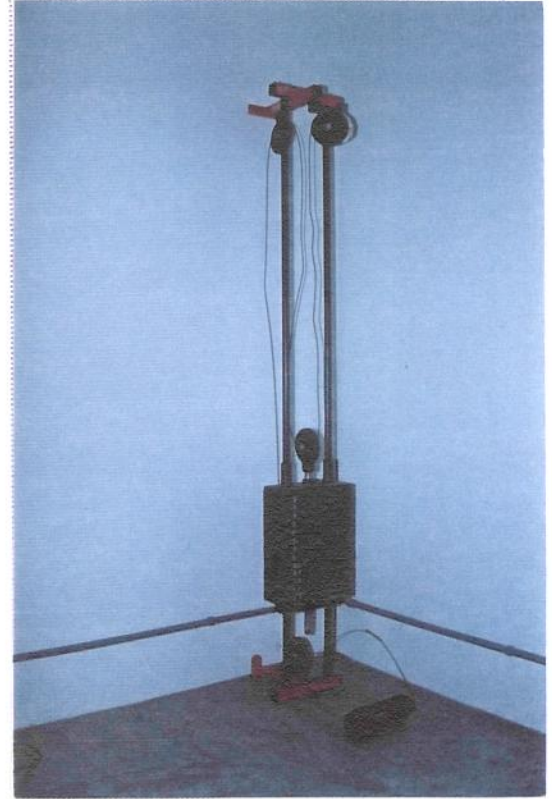


Figura 8

## 4 - NORMALIZAÇÃO DO SINAL

A normalização da atividade eletromiográfica de cada músculo foi obtida por contração isométrica voluntária máxima (CIVM), com os voluntários posicionados como sugere **KENDALL et al (1980)** em provas de função muscular e mantiveram a CIVM em extensão completa do joelho durante dois segundos. Uma vez preparados, os voluntários aguardavam o comando “*atenção.. já*” para a execução do movimento.

## 5 - MOVIMENTOS REALIZADOS

As variáveis estudadas envolveram diferentes posições do quadril sentado ( $90^\circ$ ) e decúbito dorsal ( $180^\circ$ ) nos diferentes planos Sagital, Diagonal I e Diagonal II em diferentes amplitude de movimento ( $50\%+$  e  $50\%-$ ) e diferentes músculos (reto da coxa, vasto medial e vasto lateral).

### 5.1 - MOVIMENTOS NO PLANO SAGITAL

M1 - Posição Inicial: sentado, quadril flexionado em  $90^\circ$ , joelho flexionado, tornozelo e dedos em posição anatômica neutra (Figura 9).

- Posição Final: quadril flexionado em  $90^\circ$ , joelho estendido até  $180^\circ$ , tornozelo e dedos em posição neutra (Figura 10).

M2 - Posição Inicial: decúbito dorsal, quadril estendido em  $180^\circ$ , joelho flexionado, tornozelo e dedos em posição anatômica neutra (Figura 11).

- Posição Final: quadril estendido em  $180^\circ$ , joelho estendido até  $180^\circ$ , tornozelo e dedos em posição anatômica neutra (Figura 12).

## 5.2 - MOVIMENTOS DO PLANO DIAGONAL I

M3 - Posição Inicial: sentado, quadril flexionado em  $90^\circ$ , aduzido e com rotação lateral, joelho flexionado, flexão plantar com inversão do tornozelo, flexão e adução dos dedos (Figura 13).

- Posição Final: quadril flexionado em  $90^\circ$ , abduzido e com rotação medial, extensão do joelho até  $180^\circ$ , flexão dorsal e eversão do tornozelo, extensão e abdução dos dedos (Figura 14).

M4 - Posição Inicial: decúbito dorsal, quadril estendido em  $180^\circ$ , aduzido e com rotação lateral, joelho flexionado, flexão plantar com inversão do tornozelo, flexão e adução dos dedos (Figura 15).

- Posição Final: quadril estendido em  $180^\circ$ , abduzido e com rotação medial, extensão do joelho até  $180^\circ$ , flexão dorsal e eversão do tornozelo, extensão e abdução dos dedos (Figura 16).

## 5.3 - MOVIMENTOS DO PLANO DIAGONAL II

M5 - Posição Inicial: sentado, quadril flexionado em  $90^\circ$ , abduzido e com rotação medial, joelho flexionado, flexão plantar e eversão do tornozelo, flexão e adução dos dedos (Figura 17).

- Posição Final: quadril flexionado em  $90^\circ$ , aduzido e com rotação lateral, extensão do joelho até  $180^\circ$ , flexão dorsal e inversão do tornozelo e extensão e abdução dos dedos (Figura 18).

M6 - Posição Inicial: decúbito dorsal, quadril estendido em  $180^\circ$ , abduzido e com rotação medial, joelho flexionado, flexão plantar e eversão do tornozelo, flexão e adução dos dedos (Figura 19).

- Posição Final: quadril estendido em  $180^\circ$ , aduzido e com rotação lateral, extensão do joelho até  $180^\circ$ , flexão dorsal e inversão do tornozelo e extensão e abdução dos dedos (Figura 20).

Os padrões de movimento do plano Diagonal, foram sugeridos por VOSS et al (1987).

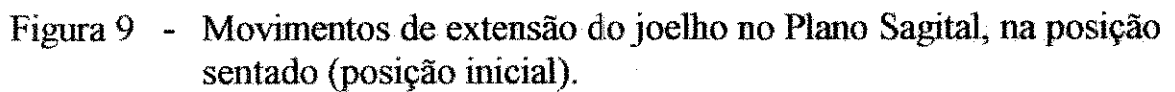


Figura 9 - Movimentos de extensão do joelho no Plano Sagital, na posição sentado (posição inicial).

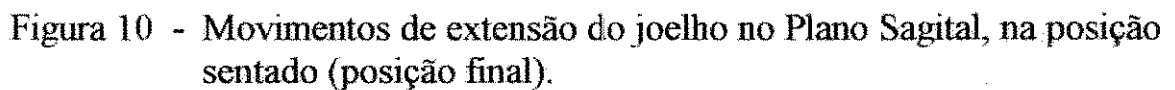


Figura 10 - Movimentos de extensão do joelho no Plano Sagital, na posição sentado (posição final).

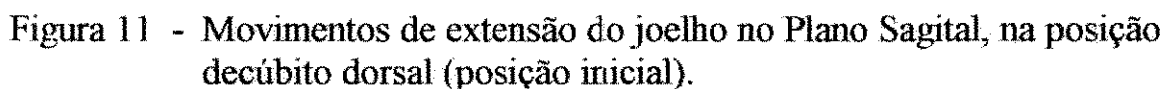


Figura 11 - Movimentos de extensão do joelho no Plano Sagital, na posição decúbito dorsal (posição inicial).

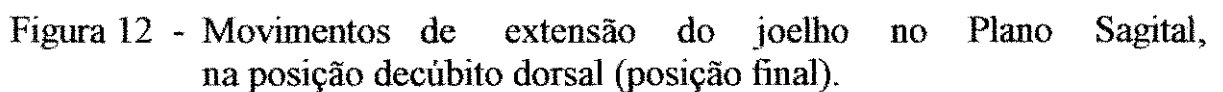


Figura 12 - Movimentos de extensão do joelho no Plano Sagital, na posição decúbito dorsal (posição final).

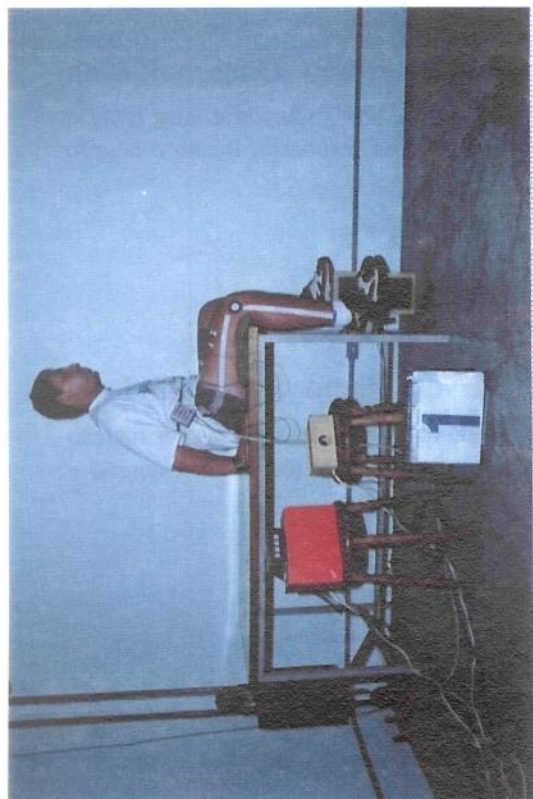


Figura 9

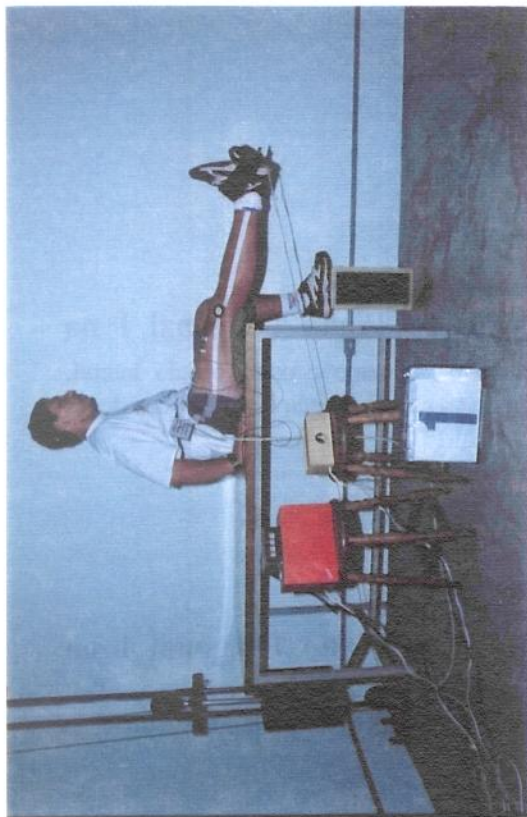


Figura 10

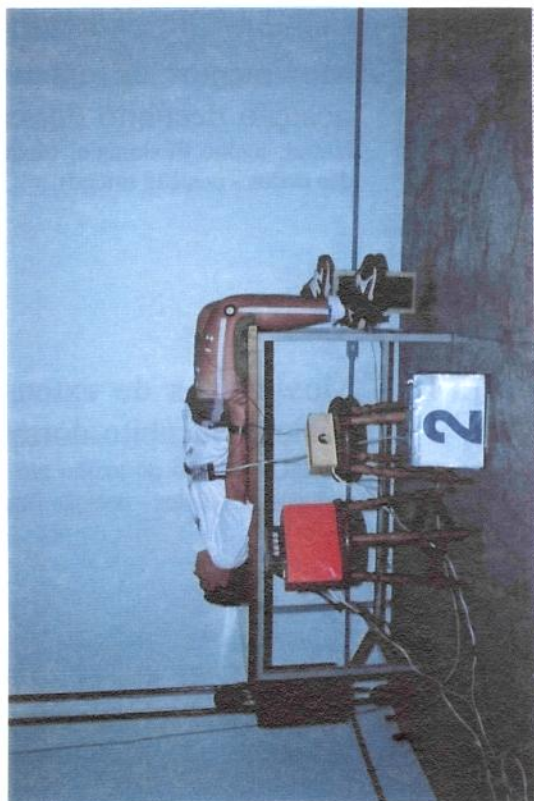


Figura 11



Figura 12

Figura 13 - Movimentos de extensão do joelho no Plano Diagonal I na posição sentado (quadril flexionado em  $90^\circ$ , aduzido e com rotação lateral, joelho flexionado, flexão plantar com inversão do tornozelo, flexão e adução dos dedos - posição inicial).

Figura 14 - Movimentos de extensão do joelho no Plano Diagonal I na posição sentado (quadril flexionado em  $90^\circ$ , abduzido e com rotação medial, extensão do joelho até  $180^\circ$ , flexão dorsal e eversão do tornozelo, extensão e abdução dos dedos - posição final).

Figura 15 - Movimentos de extensão do joelho no Plano Diagonal I na posição decúbito dorsal (quadril estendido em  $180^\circ$ , aduzido e com rotação lateral, joelho flexionado, flexão plantar com inversão do tornozelo, flexão e adução dos dedos - posição inicial).

Figura 16 - Movimentos de extensão do joelho no Plano Diagonal I na posição decúbito dorsal (quadril estendido em  $180^\circ$ , abduzido e com rotação medial, extensão do joelho até  $180^\circ$ , flexão dorsal e eversão do tornozelo, extensão e abdução dos dedos - posição final).

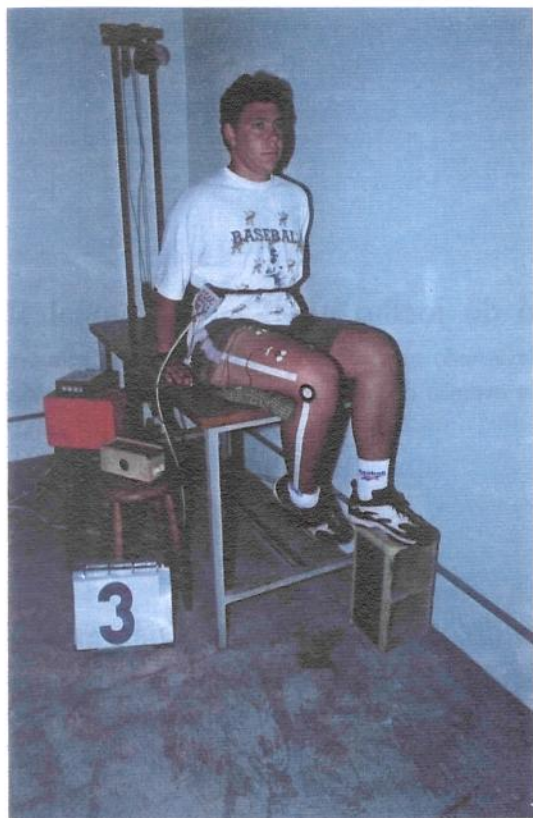


Figura 13

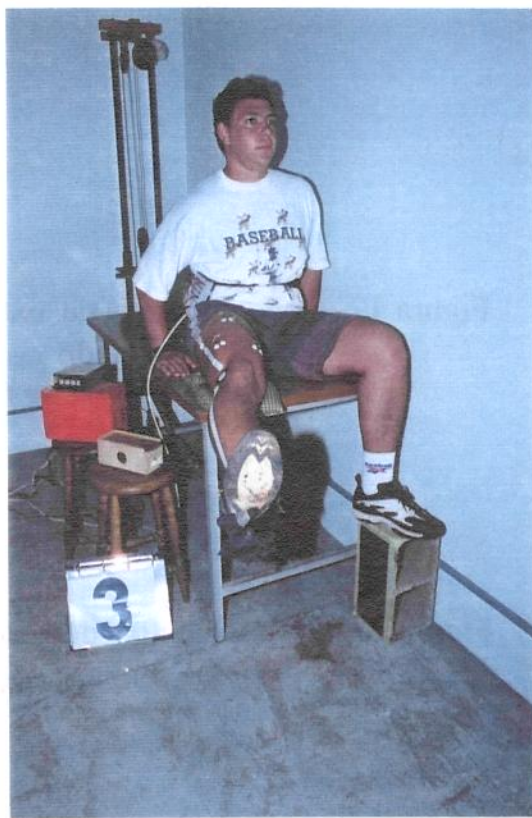


Figura 14



Figura 15



Figura 16

Figura 17 - Movimentos de extensão do joelho no Plano Diagonal II na posição sentado (quadril flexionado em  $90^\circ$ , abduzido e com rotação medial, joelho flexionado, flexão plantar e eversão do tornozelo, flexão e adução dos dedos - posição inicial).

Figura 18 - Movimentos de extensão do joelho no Plano Diagonal II na posição sentado (quadril flexionado em  $90^\circ$ , aduzido e com rotação lateral, extensão do joelho até  $180^\circ$ , flexão dorsal e inversão do tornozelo e extensão e abdução dos dedos - posição final).

Figura 19 - Movimentos de extensão do joelho no Plano Diagonal II na posição decúbito dorsal (decúbito dorsal, quadril estendido em  $180^\circ$ , abduzido e com rotação medial, joelho flexionado, flexão plantar e eversão do tornozelo, flexão e adução dos dedos - posição inicial).

Figura 20 - Movimentos de extensão do joelho no Plano Diagonal II na posição decúbito dorsal (quadril estendido em  $180^\circ$ , aduzido e com rotação lateral, extensão do joelho até  $180^\circ$ , flexão dorsal e inversão do tornozelo e extensão e abdução dos dedos - posição final).

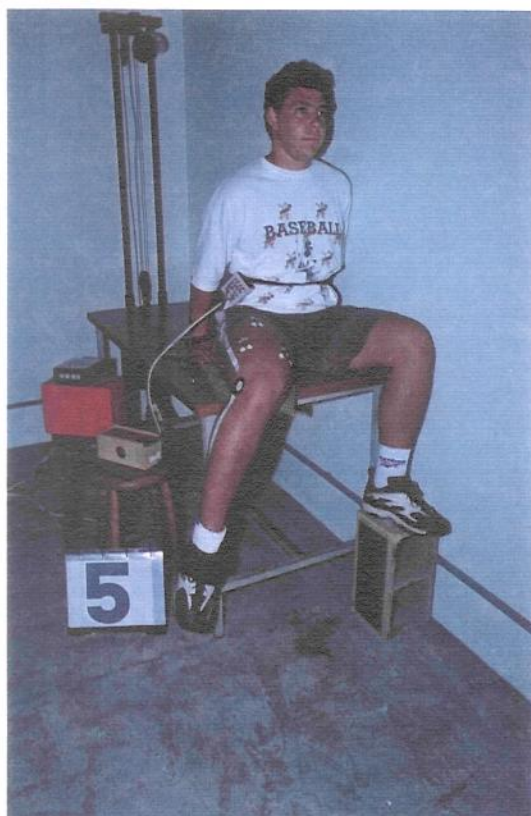


Figura 17

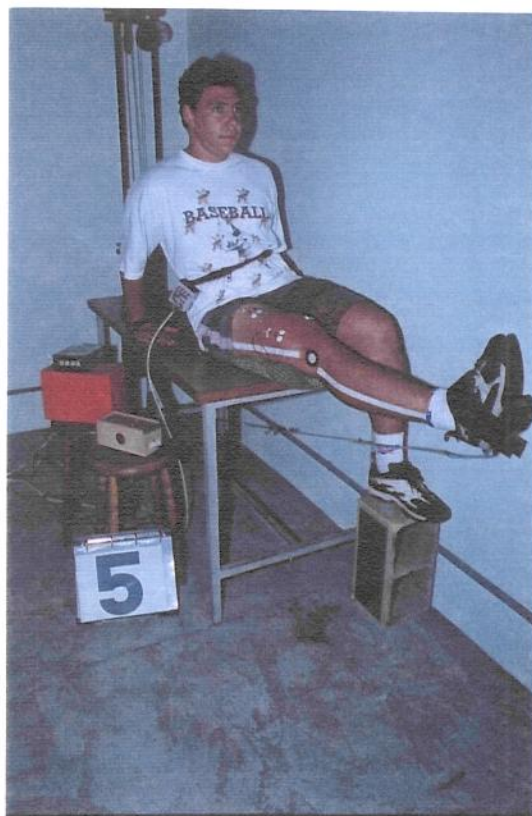


Figura 18

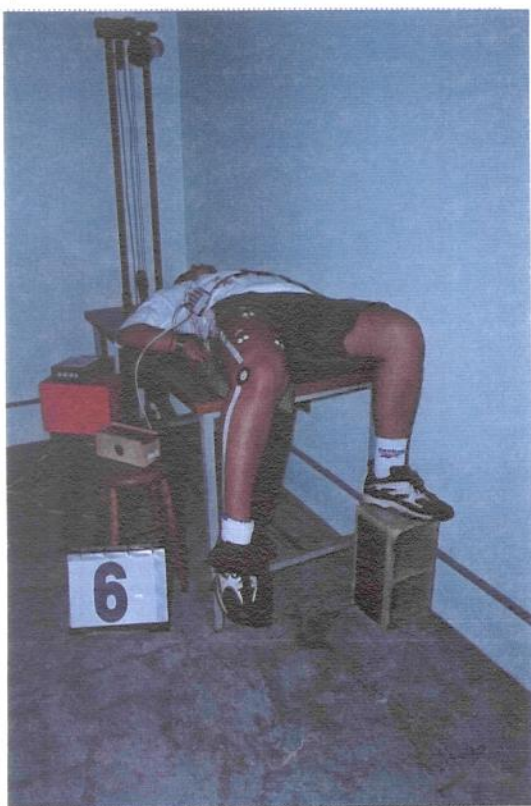


Figura 19

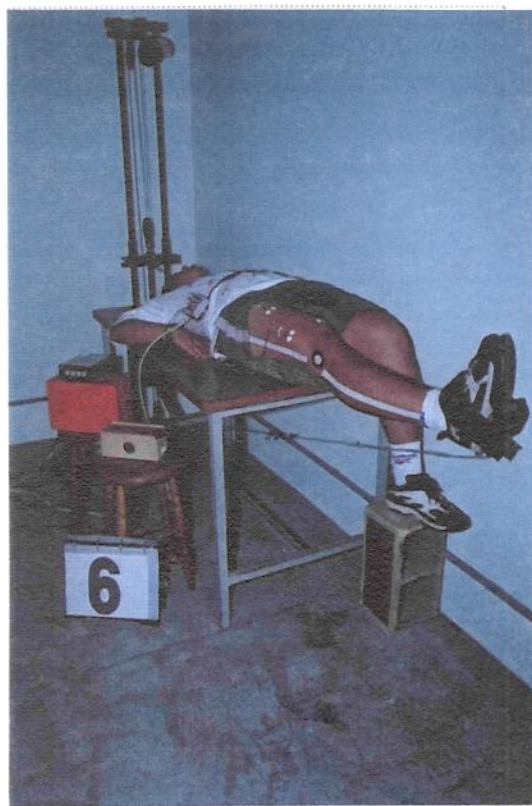


Figura 20

## 6 - MÉTODO ESTATÍSTICO

Para analisar a atividade eletromiográfica dos músculos, recorreu-se aos testes de estatística não-paramétrica. Quando comparada duas variáveis para verificar as interações entre cada posição, realizou-se o teste de Wilcoxon (DE CAMPOS, 1983). Quando comparado mais de duas variáveis para verificar o efeito do músculo nas posições, assim como, o efeito das posições no músculo, realizou-se o teste de Friedman (DE CAMPOS, 1983), sendo que após identificadas as relações diferentes significativamente, realizou-se um teste de contraste que foi a Diferença Mínima Significativa (DMS), onde especificou-se dentro destas correlações onde estava a DMS.

## **RESULTADOS**

---

## RESULTADOS

### **PLANO SAGITAL: Comparação entre músculos**

Ao analisar os resultados obtidos no plano sagital na posição sentado, aos 50% iniciais da amplitude de movimento (50+), observou-se que entre os músculos em estudo, o reto da coxa apresentou atividade eletromiográfica significativamente maior que o vasto lateral (Tabela 1<sup>a</sup>, Figura 21).

Verificando os resultados obtidos no plano Sagital na posição sentado, aos 50% finais da amplitude de movimento (50-), constatou-se que não houve diferença significativa **entre** os músculos em estudo. Entretanto, o músculo reto da coxa apresentou maior atividade seguido pelo vasto medial e o vasto lateral que foi menos ativo (Tabela 1 e Figura 21).

Observando os resultados obtidos no plano Sagital na posição decúbito dorsal, tanto para os 50% iniciais como para os 50% finais da amplitude de movimento, constatou-se que entre os músculos em estudo, o reto da coxa apresentou atividade eletromiográfica significativamente maior que o vasto lateral (Tabela 1<sup>b,c</sup> e Figura 21).

### **PLANO SAGITAL: Comparação entre a fase inicial (50+) e final (50-) da amplitude de movimento**

Nos resultados obtidos no plano sagital na **posição sentado** entre os 50% iniciais com os 50% finais da amplitude de movimento, a

atividade eletromiográfica dos músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral, foi significativamente maior nos 50% finais (Tabela 1<sup>d,e,f</sup> e Figura 21).

Observando os resultados obtidos no plano Sagital na posição **decúbito dorsal** comparando os 50% iniciais com os 50% finais da amplitude de movimento, a atividade eletromiográfica dos músculos em estudo, foi significativamente maior nos 50% finais (Tabela 1<sup>g,h,i</sup> e Figura 21).

#### **PLANO SAGITAL: Comparação entre as posições sentado e decúbito dorsal**

Ao analisar os resultados obtidos no plano Sagital **comparando** as diferentes posições do quadril, sentado com decúbito dorsal, verificou-se que não houve diferença significativa para os músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral, aos 50% iniciais e finais (Tabela 1 e Figura 21).

Tabela 1 - Valores eficazes médios ( $\mu V$ ) dos músculos reto da coxa(RC), vasto medial(VM) e vasto lateral(VL) durante o movimento de extensão do joelho, no plano Sagital, nas posições sentado e decúbito dorsal, nos 50% iniciais (50+) e finais (50-) da amplitude total de movimento com 100% da carga máxima.

| PLANO   | POSIÇÃO | % DA ADM | MÚSCULOS            |                    |                    |
|---------|---------|----------|---------------------|--------------------|--------------------|
|         |         |          | RC                  | VM                 | VL                 |
| SAGITAL | SENTADO | 50+      | 73,72 <sup>ad</sup> | 58,97 <sup>e</sup> | 44,80 <sup>f</sup> |
|         |         |          | ±40,09              | ±32,28             | ±24,67             |
|         |         | 50-      | 108,63              | 103,75             | 89,22              |
|         |         |          | ±72,44              | ±53,26             | ±49,21             |
|         | DORSAL  | 50+      | 73,44 <sup>bg</sup> | 53,96 <sup>h</sup> | 43,24 <sup>i</sup> |
|         |         |          | ±70,37              | ±22,61             | ±22,59             |
|         |         | 50-      | 142,14 <sup>c</sup> | 86,86              | 81,79              |
|         |         |          | ±126,31             | ±38,80             | ±49,27             |

Resultados do Teste de Friedman, significância ao nível de  $p \leq 0,05$  e diferença mínima significativa (DMS).

<sup>a</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a SS\_50+VL

<sup>b</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a SD\_50+VL

<sup>c</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a SD\_50-VL

Resultados do Teste de Wilcoxon para análise de significância entre os pares no plano Sagital nas posições sentado e decúbito dorsal, ao nível  $p \leq 0,05$ : Tcalc. (valor calculado de T)  $\leq$  Tcrit. (valor crítico de T).

<sup>d</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a SS\_50-RC

<sup>e</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a SS\_50-VM

<sup>f</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a SS\_50-VL

<sup>g</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a SD\_50-RC

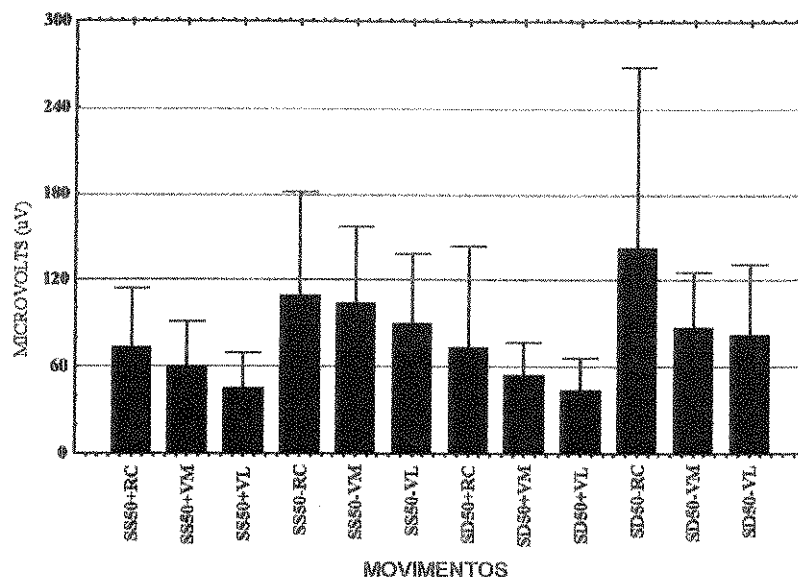
<sup>h</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a SD\_50-VM

<sup>i</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a SD\_50-VL

SS = Sagital Sentado                      50 + = 50% inicial

SD = Sagital Decúbito Dorsal            50 - = 50% final

Figura 21 - Valores eficazes médios dos músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral durante o movimento de extensão do joelho no Plano Sagital, na posição sentado e decúbito dorsal, na fase inicial (50%+) e na fase final (50%-) da amplitude de movimento, com 100% da carga máxima.



SS50+ = Sagital Sentado 50% inicial

SS50- = Sagital Sentado 50% final

SD50+ = Sagital Decúbito Dorsal 50% inicial

SD50- = Sagital Decúbito Dorsal 50% final

## PLANO DIAGONAL I: Comparação entre músculos

Nos resultados obtidos no plano Diagonal I na posição sentado, aos 50% iniciais da amplitude de movimento entre os músculos estudados, o músculo reto da coxa apresentou atividade eletromiográfica significativamente maior que o músculo vasto lateral (Tabela 2<sup>a</sup> e Figura 22).

No plano Diagonal I na posição sentado, aos 50% finais da amplitude de movimento, observou-se que não houve diferença estatística significativa **entre** os músculos em estudo (Tabela 2 e Figura 22).

Observando os resultados obtidos no plano Diagonal I na posição decúbito dorsal aos 50% iniciais da amplitude de movimento, constatou-se que os músculos reto da coxa e vasto medial apresentaram diferença significativamente maior em relação ao vasto lateral (Tabela 2<sup>b,c</sup> e Figura 22).

No plano Diagonal I na posição decúbito dorsal aos 50% **finais** da amplitude de movimento, não houve diferença estatística significativa **entre** os três músculos (Tabela 2 e Figura 22). Porém, o músculo reto da coxa apresentou maior atividade seguido pelo vasto medial e pelo vasto lateral que teve menor atividade (Tabela 2 e Figura 22).

### **PLANO DIAGONAL I: Comparação entre a fase inicial (50+) e final (50-) da amplitude de movimento**

Ao analisar os resultados obtidos no plano Diagonal I na posição sentado **comparando** os 50% iniciais com os 50% finais da amplitude de movimento, observou-se que os músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral apresentaram diferença estatística significativamente maior nos 50% final em relação aos 50% inicial (Tabela 2<sup>d,e,f</sup> e Figura 22).

Observando os resultados obtidos no plano Diagonal I na posição decúbito dorsal **comparando** os 50% iniciais com os 50% finais da amplitude de movimento, constatou-se que os músculos em estudo apresentaram diferença significativamente maior nos 50% final em relação aos 50% iniciais (Tabela 2<sup>g,h,i</sup> e Figura 22).

### **PLANO DIAGONAL I: Comparação entre as posições sentado e decúbito dorsal**

No plano Diagonal I, **comparando** as posições do quadril, sentado a 90° de flexão do quadril com decúbito dorsal a 180° de extensão do quadril, não houve diferença significativa na atividade eletromiográfica dos três músculos nos 50% iniciais da amplitude de movimento (Tabela 2 e Figura 22). Entretanto, os resultados obtidos no plano Diagonal I, **comparando** as diferentes posições do quadril, sentado a 90° com decúbito dorsal a 180°, o músculo vasto medial apresentou diferença estatística significativamente maior na posição sentado a 90° nos 50% finais da amplitude de movimento (Tabela 2<sup>j</sup> e Figura 22).

Tabela 2 - Valores eficazes médios ( $\mu V$ ) dos músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral durante o movimento de extensão do joelho, no plano Diagonal I, nas posições sentado e decúbito dorsal, nos 50% iniciais (50+) e finais (50-) da amplitude total de movimento com 100% da carga máxima.

| PLANO   | POSICÃO | %DA<br>ADM | MÚSCULOS            |                     |                    |
|---------|---------|------------|---------------------|---------------------|--------------------|
|         |         |            | RC                  | VM                  | VL                 |
| DIAG. 1 | SENTADO | 50+        | 72,25 <sup>ad</sup> | 49,51 <sup>e</sup>  | 38,26 <sup>f</sup> |
|         |         |            | ±46,08              | ±22,11              | ±21,67             |
|         |         | 50-        | 143,62              | 110,00 <sup>j</sup> | 85,95              |
|         |         |            | ±146,02             | ±54,81              | ±58,40             |
|         | DORSAL  | 50+        | 70,12 <sup>bg</sup> | 52,13 <sup>ch</sup> | 38,11 <sup>i</sup> |
|         |         |            | ±50,18              | ±20,22              | ±17,35             |
|         | 50-     | 158,09     | 93,46               | 76,18               |                    |
|         |         | ±145,45    | ±45,03              | ±48,13              |                    |

Resultados do Teste de Friedman, significância ao nível de  $p \leq 0,05$  e diferença mínima significativa (DMS).

- <sup>a</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a D1S\_50+VL

<sup>b</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a D1D\_50+VL

<sup>c</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a D1D\_50+VL
- D1S =Diagonal 1 Sentado

D1D =Diagonal 1 Decúbito Dorsal

Resultados do Teste de Wilcoxon para análise de significância entre os pares no plano Diagonal I nas posições sentado e decúbito dorsal, ao nível  $p \leq 0,05$ : Tcalc. (valor calculado de T)  $\leq$  Tcrit.(valor crítico de T).

- <sup>d</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a D1S\_50-RC

<sup>e</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a D1S\_50-VM

<sup>f</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a D1S\_50-VL

<sup>g</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a D1D\_50-RC

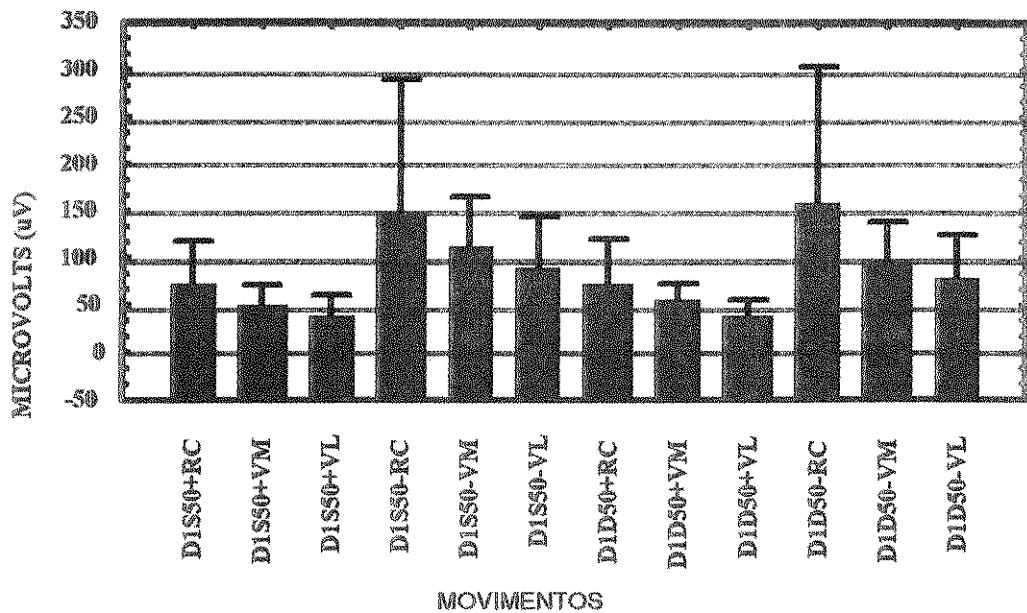
<sup>h</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a D1D\_50-VM

<sup>i</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a D1D\_50-VL

Resultados do Teste de Wilcoxon para análise de significância dos pares no plano Diagonal I entre diferentes posições do quadril (sentado e decúbito dorsal) ao nível  $p \leq 0,05$ .

- <sup>j</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a D1D\_50-VM

Figura 22 - Valores eficazes médios dos músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral durante o movimento de extensão do joelho no Plano Diagonal I, na posição sentado e decúbito dorsal, na fase inicial (50%+) e na fase final (50% -) da amplitude de movimento, com 100% de carga máxima.



D1S50+ = Diagonal I Sentado 50% inicial

D1S50- = Diagonal I Sentado 50% final

D1D50+ = Diagonal I Decúbito Dorsal 50% inicial

D1D50- = Diagonal I Decúbito Dorsal 50% final

## **PLANO DIAGONAL II: Comparação entre os músculos**

Observando os resultados obtidos no plano Diagonal II na posição sentado aos 50% iniciais da amplitude de movimento, observou-se que não houve diferença significativa **entre** os três músculos em estudo (Tabela 3 e Figura 23).

Por outro lado, o músculo reto da coxa apresentou maior atividade seguido pelo vasto medial e pelo vasto lateral que foi o menos ativo (Tabela 3 e Figura 23).

Ao comparar os resultados obtidos **entre** os músculos no plano Diagonal II na posição sentado nos 50%  **finais** da amplitude de movimento, constatou-se que os músculos reto da coxa e vasto medial apresentaram diferença estatística significativa, tendo maior atividade eletromiográfica que o músculo vasto lateral (Tabela 3<sup>a,b</sup> e Figura 23).

Os resultados obtidos no plano Diagonal II na posição decúbito dorsal tanto para os 50% iniciais como para os 50% finais da amplitude de movimento, demonstraram que não houve diferença estatística significativa **entre** os músculos em estudo (Tabela 3 e Figura 23).

## **PLANO DIAGONAL II: Comparação entre a fase inicial (50+) e final (50-) da amplitude de movimento**

No plano Diagonal II na posição sentado, quando **comparado** os 50% iniciais com os 50% finais da amplitude de movimento, observou-se que os músculos em estudo, apresentaram diferença significativamente maior nos 50% finais (Tabela 3<sup>c,d,e</sup> e Figura 23).

Ao verificar os resultados obtidos no plano Diagonal II na posição decúbito dorsal, quando **comparado** os 50% iniciais com os 50% finais da amplitude de movimento, observou-se que o músculo vasto lateral apresenta diferença estatística significativamente maior nos 50% finais (Tabela 3<sup>f</sup>).

Apesar dos músculos reto da coxa e vasto medial não apresentarem diferença significativa, tiveram atividade eletromiográfica maior na fase final do movimento de extensão do joelho (Tabela 3 e Figura 23).

## **DIAGONAL II - Comparação entre as posições sentado e decúbito dorsal**

Nos resultados obtidos no plano Diagonal II comparando as posições do quadril, sentado a 90° com decúbito dorsal a 180° de extensão do quadril, não houve diferença estatística significativa na atividade

eletromiográfica dos músculos em estudo nos 50% iniciais da amplitude de movimento (Tabela 3 e Figura 23).

No plano Diagonal II comparando as posições do quadril, sentado a 90º com decúbito dorsal a 180º, não houve diferença estatística significativa na atividade eletromiográfica dos músculos em estudo, nos 50% finais da amplitude de movimento (Tabela 3 e Figura 23).

## COMPARAÇÃO ENTRE PLANOS

Ao analisar os resultados obtidos **comparando** os diferentes planos Sagital, Diagonal I e Diagonal II, constatou-se que não houve diferença estatística significativa para os músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral, nas posições sentado e decúbito dorsal nos 50% iniciais e 50% finais da amplitude de movimento (Tabelas e Figuras 21, 22 e 23).

Tabela 3 - Valores eficazes médios ( $\mu V$ ) dos músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral durante o movimento de extensão do joelho, no plano Diagonal II, nas posições sentado e decúbito dorsal, nos 50% iniciais (50+) e finais (50-) da amplitude total de movimento com 100% da carga máxima.

| PLANO   | POSICÃO | %DA<br>ADM | MÚSCULOS            |                     |                    |
|---------|---------|------------|---------------------|---------------------|--------------------|
|         |         |            | RC                  | VM                  | VL                 |
| DIAG. 2 | SENTADO | 50+        | 71,71 <sup>c</sup>  | 59,25 <sup>d</sup>  | 46,62 <sup>e</sup> |
|         |         |            | ±48,27              | ±32,18              | ±27,53             |
|         |         | 50-        | 120,34 <sup>a</sup> | 103,04 <sup>b</sup> | 77,35              |
|         |         |            | ±82,72              | ±78,38              | ±70,63             |
|         | DORSAL  | 50+        | 68,68               | 63,40               | 51,60 <sup>f</sup> |
|         |         |            | ±56,14              | ±36,41              | ±30,66             |
|         | 50-     | 111,61     | 68,84               | 75,69               |                    |
|         |         | ±64,03     | ±35,54              | ±58,98              |                    |

Resultados do Teste de Friedman, significância ao nível de  $p \leq 0,05$  e diferença mínima significativa (DMS).

<sup>a</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a D2S\_50-VL

<sup>b</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a D2S\_50-VL

Resultados do Teste de Wilcoxon para análise de significância entre os pares no plano Diagonal II nas posições sentado e decúbito dorsal, ao nível  $p \leq 0,05$ : Tcalc. (valor calculado de T)  $\leq$  Tcrít. (valor crítico de T).

<sup>c</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a D2S\_50-RC

<sup>d</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a D2S\_50-VM

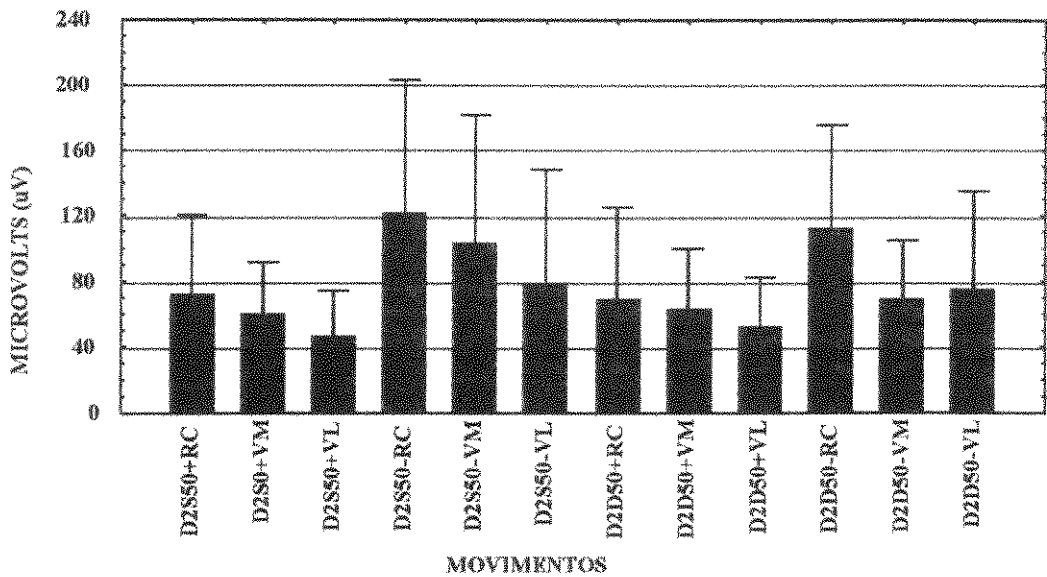
<sup>e</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a D2S\_50-VL

<sup>f</sup>  $p \leq 0,05$  em relação a D2D\_50-VL

D2S = Diagonal II Sentado

D2D = Diagonal II Decúbito Dorsal

Figura 23 - Valores eficazes médios dos músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral durante o movimento de extensão do joelho no Plano Diagonal II, na posição sentado e decúbito dorsal, na fase inicial (50%+) e na fase final (50% -) da amplitude de movimento, com 100% de carga máxima.



D2S50+ = Diagonal II Sentado 50% inicial

D2S50- = Diagonal II Sentado 50% final

D2D50+ = Diagonal II Decúbito Dorsal 50% inicial

D2D50- = Diagonal II Decúbito Dorsal 50% final

## **DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

---

## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### **PLANO SAGITAL: Comparação entre músculos**

Em nossos resultados, o músculo reto da coxa apresentou maior atividade eletromiográfica que os demais músculos em estudo e apresentou também, diferença estatística significativamente maior em relação ao vasto lateral, na posição sentada nos 50% iniciais da amplitude de movimento e na posição decúbito dorsal em toda amplitude de movimento, estando de acordo com DEUTSCH & LIN (1978), que afirmaram ter o músculo reto da coxa maior atividade que os músculos vasto medial e vasto lateral em movimentos de extensão do joelho na posição sentado e contrariando as constatações de KNIGHT et al (1974), de que o músculo vasto lateral apresenta maior atividade eletromiográfica que os músculo reto da coxa e vasto medial no mesmo movimento, assim como WHEATLEY & JAHNKE (1951), que verificaram existir maior atividade do músculo vasto medial durante a flexão do quadril, com o joelho em extensão.

### **PLANO SAGITAL: Comparação entre a fase inicial (50+) e final (50-) da amplitude de movimento**

*No Plano Sagital* o movimento de extensão do joelho na posição sentado, quando observa-se o comportamento dos músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral, **entre** a fase inicial (50%+) e fase final (50%-) da amplitude de movimento, verifica-se que os músculos apresentam

diferença estatística significativa, sendo que a atividade eletromiográfica é maior na fase final do movimento (50%-) de extensão do joelho.

No plano Sagital, na posição decúbito dorsal, o comportamento dos três músculos **entre** a fase inicial (50%+) e a fase final (50%-) da amplitude de movimento, verifica-se que os músculos em estudo apresentam diferença estatística significativa, sendo que a atividade eletromiográfica é maior na fase final do movimento (50%-) de extensão do joelho.

Os resultados do presente estudo, estão de acordo com os achados de **HASLER et al (1994)**, que verificaram um aumento da atividade dos extensores (reto da coxa, vasto medial e vasto lateral), perto da extensão completa do joelho (170°), quando a articulação do quadril está em ângulo de 90° (sentado) ou 180° (deitado), assim como **SOUSA (1958)**, que demonstrou terem os músculos vasto medial e vasto lateral, maior atividade na fase final da extensão do joelho, tanto na posição sentado com em decúbito dorsal ao realizar movimentos com pesos nos pés.

Assim como **BÉRZIN & SAMPAIO (1987)**, concluíram que os músculos vastos medial e lateral demonstram maior atividade na trajetória de movimento entre 150° e 180° em contrações isotônicas realizadas com máquina de treinamento denominada Mesa Romana. Estas constatações, a princípio, reforçam algumas hipóteses como a de **ELORANTA & KOMI (1981)**, que mencionaram uma função adicional do vasto medial e lateral como estabilizadores da patela na fase final da extensão. Da mesma forma, **BASMAJIAN & De LUCA (1985)**, relataram que a maior atividade do

vasto medial no final do movimento tem a função de proporcionar o seu alinhamento e impedir o deslocamento lateral da patela. Porém, para **DUARTE CINTRA & FURLANI (1981)**, os vastos medial e lateral atuam de forma simultânea desde a fase inicial até a fase final do movimento. Da mesma forma, **POCOCK (1963)**, concluiu que o modelo de potencial de ação dos vastos medial e lateral são similares entre a variação completa da extensão do joelho, sendo que não há evidências que dêem suporte à afirmação que o vasto medial contrai fortemente e somente nos últimos 10° ou 15° de extensão do joelho. Como enfatizaram **FRANCIS & SCOTT (1974)**, em trabalho sobre hipertrofia do vasto medial na extensão do joelho que a causa da hipotrofia do músculo demonstrada pelo vasto medial durante os últimos 15° de extensão do joelho, aparentou que este músculo tem ação seletiva em completar a extensão final do joelho e concluiu também que a inabilidade de pacientes acometidos de trauma ou cirurgia no joelho em completar a extensão final do movimento, é atribuída a debilidade do vasto medial, e não necessariamente do quadríceps como um todo.

Quanto ao músculo reto da coxa, verificou-se que o mesmo atua com maior intensidade na fase final da extensão do joelho, seja com o voluntário na posição sentado como na posição deitado, estando de acordo com **ELORANTA & KOMI (1981)**, que mencionaram o reto da coxa necessitar de maiores angulações da amplitude de movimento do joelho para alcançar o pico da atividade. Da mesma forma, **DUARTE CINTRA & FURLANI (1981)**, concluíram que o reto da coxa atua numa fase tardia da extensão do joelho.

Os resultados estão contrariando **POCOCK (1963)**, que ao estudar o quadríceps durante exercícios resistidos, afirmou que o padrão de potencial de ação entre os componentes do quadríceps foram similares entre a variação completa da extensão do joelho. Da mesma maneira, os resultados do presente estudo não estão de acordo com **SOUSA (1958)**, que observou a atuação do músculo reto da coxa como um iniciador do movimento de extensão.

Essas controvérsias expostas a cerca da atividade do reto da coxa, vasto medial e vasto lateral na fase inicial e final do movimento de extensão do joelho, demonstra-nos o nível de complexidade da ação muscular do quadríceps sobre a articulação do joelho. A maior atividade eletromiográfica dos músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral na fase final do movimento, podem ocorrer pelo fato do ângulo da articulação do joelho ser um fator determinante no grau de atividade do músculo quadríceps, como afirma **ELORANTA & KOMI (1981)**.

Os resultados obtidos no presente estudo estão de acordo com os achados de **HALLEN & LINDAHL (1967)**, que relataram o aumento da atividade no final da amplitude de movimento da articulação do joelho, devido ao fato do quadríceps exercer um sistema de alavanca menos potente nos últimos 10º de extensão e que, baseado nas normas fisiológicas, a potência muscular diminui com os músculos encurtados.

### **PLANO SAGITAL: Comparação entre as posições sentado e decúbito dorsal.**

Ao analisar o comportamento dos músculos em estudo no plano Sagital, **entre** as posições sentado e decúbito dorsal, não houve diferença estatística significativa em toda amplitude de movimento, demonstrando semelhança com os resultados obtidos por **HASLER et al (1994)**, onde observou-se que os músculos em estudo são influenciados pelo ângulo da articulação do quadril e que a atividade eletromiográfica dos mesmos é maior quando o quadril está em 90° e 180° comparados a ângulos intermediários de 112°, 135° e 157°.

### **DIAGONAL I: Comparação entre músculos**

No presente estudo, o músculo reto da coxa apresentou maior atividade eletromiográfica seguido pelo vasto medial e vasto lateral e observou-se diferença estatística significativamente maior do músculo reto da coxa em relação ao vasto lateral nas posições sentada e decúbito dorsal, e do músculo vasto medial em relação ao vasto lateral, em decúbito dorsal, nos 50% iniciais da amplitude de movimento, contradizendo as afirmações de **HALLEN & LINDAHL (1967)**, onde concluíram que os músculos, não apresentam diferença na atividade eletromiográfica em movimentos de extensão do joelho. Por outro lado, os resultados obtidos neste trabalho estão de acordo com **SNYDER & FORWARD (1972)**, que demonstraram maior atividade eletromiográfica do músculo reto da coxa no plano Diagonal, no início do movimento de extensão do joelho.

## **PLANO DIAGONAL I: Comparação entre a fase inicial (50%+) com a fase final (50%-) da amplitude de movimento**

*No Plano Diagonal I*, o movimento de extensão do joelho no padrão de facilitação neuromuscular proprioceptiva, tanto na posição sentado como em decúbito dorsal, quando verifica-se o comportamento dos músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral **entre** a fase inicial (50%+) e a fase final (50%-) da amplitude de movimento, constata-se que todos os músculos em estudo apresentam diferença estatística significativa, sendo que a atividade eletromiográfica é maior na fase final do movimento.

Estes resultados, demonstram semelhança àqueles apresentados no plano Sagital, estando em concordância com os resultados de **HASLER et al (1994)**, que verificaram maiores atividades dos músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral nas posições sentado e decúbito dorsal próximo da extensão completa do joelho, numa angulação de 170°. Porém, está em desacordo com os resultados obtidos por **SNYDER & FORWARD (1972)**, que em pesquisa comparativa entre flexão e extensão do joelho nos planos Diagonal e sagital através do estudo eletromiográfico, constataram que o músculo reto da coxa atua no início da extensão do joelho e o vasto medial e lateral atuam secundariamente, numa angulação entre 130° a 150°, assim como **SOUSA (1958)**, que relatou ter o músculo reto da coxa maior atividade como iniciador do movimento de extensão do joelho e o vasto medial e lateral atuam secundariamente, numa angulação entre 130° a 150°.

## **PLANO DIAGONAL I: Comparação entre as posições sentado e decúbito dorsal.**

*No Plano Diagonal I*, quando compara-se as diferentes posições do quadril, nas posições sentado e decúbito dorsal na extensão do joelho, observa-se que o músculo vasto medial, teve maior atividade na fase final (50%-) e na posição sentado (Tabela 2, Gráfico 2), o que concorda com **MURPHEY et al (1970)**, que estudando a extensão do joelho na posição sentado e decúbito dorsal, demonstrou que o vasto medial apresenta maior atividade em movimentos isotônicos na posição sentado e durante a fase final do movimento e também **DEUTSCH & LIN (1978)**, que ao analisarem o comportamento do reto da coxa, vasto medial e vasto lateral, com variações de 90°, 135° e 180° do quadril, conclui que nos registros de potencial de ação do músculo vasto lateral e principalmente do músculo vasto medial, existe maiores atividades em 90° de flexão do quadril do que nas posições de 135° a 180° do quadril. Porém, **SALZMAN et al (1993)**, relataram que as maiores atividades eletromiográficas do quadríceps foram registradas com o quadril em 140° de flexão e o joelho com 165° de extensão. O presente estudo discorda de **HALLEN & LINDAHL (1967)**, que demonstraram ter o vasto medial a mesma atividade nas posições sentado e deitado, quando realiza-se a extensão do joelho.

Os resultados apresentados neste trabalho, estão de acordo com **ELORANTA & KOMI (1981)**, que verificaram existir uma maior atividade do músculo vasto medial no plano Sagital, ao realizar a extensão

do joelho na posição sentado e sugerem que mudança no ângulo do quadril tem substancial efeito sobre a atividade do quadríceps.

## **DIAGONAL II: Comparação entre músculos**

Ao comparar os resultados obtidos **entre** os músculos no plano Diagonal II na posição sentado nos 50%  **finais** da amplitude de movimento, constata-se que o músculo reto da coxa e vasto medial apresentaram diferença estatística significativa, com maior atividade eletromiográfica no músculo reto da coxa em relação ao músculo vasto lateral, o que contraria os achados de **ELORANTA & KOMI (1980)**, que ao analisar as porções do músculo quadríceps da coxa, observaram que o reto da coxa teve um padrão de atividade menor na fase final da extensão do joelho em contrações concêntricas e excêntricas, assim como, **SNYDER & FORWARD (1972)**, que concluíram ao analisar o comportamento do músculo reto da coxa nos planos Diagonal e Sagital, ser o músculo reto da coxa mais ativo no início do movimento de extensão do joelho e também para **KNIGHT et al (1974)**, que evidenciaram menor atividade do músculo reto da coxa em relação ao vasto lateral em movimento de extensão do joelho e movimentos de elevação da perna com 20%, 50% e 80% da carga máxima. No entanto, os resultados obtidos nesse trabalho, estão de acordo com **DUARTE CINTRA & FURLANI (1981)**, que demonstraram uma ação tardia do reto da coxa no movimento de extensão do joelho, assim como **DEUTSCH & LIN (1978)**, que relataram ter o músculo reto da coxa maior atividade

eletromiográfica que os músculos vasto medial e vasto lateral no movimento de extensão do joelho, na posição sentado com o quadril em 90°.

## **PLANO DIAGONAL II: Comparação entre a fase inicial 50%+ e final 50%- inicial**

*No Plano Diagonal II*, o movimento de extensão do joelho no padrão FNP na posição sentado quando observa-se o comportamento dos músculos em estudo **entre** a fase inicial (50%+) e a fase final (50%-) da amplitude de movimento, constata-se que os três músculos apresentam diferença estatística significativa tendo maior atividade eletromiográfica na fase final (50%-) do movimento de extensão do joelho. Resultados semelhantes àqueles apresentados nos planos Sagital e Diagonal I.

Na posição decúbito dorsal, constata-se que apenas o vasto lateral apresenta diferença estatística significativa **entre** a fase inicial (50%+) e a fase final (50%-) da amplitude de movimento, tendo maior atividade na fase final (50%-), estando em concordância com **BASMAJIAN & De LUCA (1985)**, que relataram um aumento rápido da atividade eletromiográfica do músculo vasto lateral no movimento em direção ao final da extensão do joelho. **BÉRZIN & SAMPAIO (1987)**, também demonstraram maior atividade do músculo vasto lateral na fase final do movimento de extensão do joelho, entre 150° e 180°. Assim como **HASLER et al (1994)**, demonstraram maior atividade do músculo vasto lateral na

posição sentado e decúbito dorsal, quando comparado com posições intermediárias de quadril, além disso, demonstraram maior atividade do vasto lateral perto da extensão completa do joelho em 170°, quando comparado com um ângulo intermediário de 130° de extensão do joelho.

Quanto aos músculos reto da coxa e vasto medial, ambos não apresentaram diferença significativa no plano Diagonal II em decúbito dorsal, quando comparada a fase inicial (50%+) com a fase final (50%-), demonstrando um padrão de atividade eletromiográfica semelhante em relação à toda amplitude de movimento, estando em concordância com **POCOCK (1963)**, que demonstrou atividade eletromiográfica semelhante dos músculos reto da coxa e vasto medial na variação completa do movimento de extensão do joelho, não constatando maior atividade do músculo vasto medial no movimento final da extensão do joelho.

## **PLANO DIAGONAL II: Comparação entre as posições sentado e decúbito dorsal**

Ao analisar o comportamento dos músculos reto da coxa, vasto medial e vasto lateral **entre** as posições sentado e decúbito dorsal, não observou-se diferença estatística significativa em toda amplitude de movimento.

## **COMPARAÇÃO ENTRE OS PLANOS SAGITAL, DIAGONAL I E DIAGONAL II.**

Ao comparar o padrão de atividade eletromiográfica **entre** os planos sagital, Diagonal I e Diagonal II, em posição sentado e decúbito dorsal, na fase inicial (50%+) e fase final (50%-) da amplitude de movimento, constatou-se que não existe diferença estatística significativa entre os planos, contradizendo a afirmação de **SNYDER & FORWARD (1972)** e **GONÇALVES (1991)**, que ao comparar os planos, afirmaram que os músculos são mais ativos no plano Sagital em comparação com o plano Diagonal.

## CONCLUSÕES

---

## CONCLUSÕES

A análise dos resultados obtidos neste estudo, conforme a metodologia aplicada, permite as seguintes conclusões:

- 1.) Na comparação entre os músculos, o reto da coxa foi o que apresentou maior atividade no movimento de extensão do joelho, em todos os planos, posições e fases da amplitude de movimento.
- 2.) Em relação as fases inicial e final da amplitude de movimento em todos os planos e posições, os músculos estudados apresentaram maior atividade na fase final do movimento de extensão do joelho.
- 3.) Comparando as posições sentado e decúbito dorsal, no plano Sagital e Diagonal II, os músculos comportaram-se de maneira semelhante. Entretanto, na Diagonal I o músculo vasto medial foi aquele que apresentou maior atividade na posição sentado.
- 4.) Quando comparado os planos Sagital, Diagonal I e Diagonal II, em todas as posições e fases da amplitude de movimento, os músculos comportaram-se de maneira semelhante.

## APÊNDICE

---

## APÊNDICE

### TESTE DE FRIEDMAN PARA VERIFICAR OS EFEITOS DO MÚSCULO NA POSIÇÃO

Tabela 4 - Friedman ANOVA e coeficiente Kendall de concordância,  
ANOVA Chi Quadrado (N = 10, df = 2) = 7.800000  
 $p \leq .02025$  Coeficiente de Concordância = .39000 Média  
dos Pontos r = .32222

| Posição  | Média dos Postos | Soma dos Postos | Média    | Desvio Padrão |
|----------|------------------|-----------------|----------|---------------|
| SS_50+RC | 2.500000         | 25.00000        | 73.72115 | 40.09354      |
| SS_50+VM | 2.200000         | 22.00000        | 58.97313 | 32.28246      |
| SS_50+VL | 1.300000         | 13.00000        | 44.80148 | 24.67500      |

Tabela 5 - Friedman ANOVA e coeficiente Kendall de concordância,  
ANOVA Chi Quadrado (N = 10, df = 2) = 5.400000  
 $p \leq .06722$  Coeficiente de Concordância = .27000 Média  
dos Pontos r = .18889

| Posição  | Média dos Postos | Soma dos Postos | Média    | Desvio Padrão |
|----------|------------------|-----------------|----------|---------------|
| SS_50-RC | 2.300000         | 23.00000        | 108.6312 | 72.44502      |
| SS_50-VM | 2.300000         | 23.00000        | 103.7595 | 53.26459      |
| SS_50-VL | 1.400000         | 14.00000        | 89.2234  | 49.21986      |

Tabela 6 - Friedman ANOVA e coeficiente Kendall de concordância,  
ANOVA Chi Quadrado (N = 10, df = 2) = 6.200000  
p ≤ .04506 Coeficiente de Concordância = .31000 Média  
dos Pontos r = .23333

| Posição  | Média dos Postos | Soma dos Postos | Média    | Desvio Padrão |
|----------|------------------|-----------------|----------|---------------|
| SD_50+RC | 2.500000         | 25.00000        | 73.44682 | 70.37994      |
| SD_50+VM | 2.100000         | 21.00000        | 53.96671 | 22.61250      |
| SD_50+VL | 1.400000         | 14.00000        | 43.24428 | 22.59310      |

Tabela 7 - Friedman ANOVA e coeficiente Kendall de concordância,  
ANOVA Chi Quadrado (N = 10, df = 2) = 7.400000  
p ≤ .02473 Coeficiente de Concordância = .37000 Média  
dos Pontos r = .30000

| Posição  | Média dos Postos | Soma dos Postos | Média    | Desvio Padrão |
|----------|------------------|-----------------|----------|---------------|
| SD_50-RC | 2.700000         | 27.00000        | 142.1417 | 126.3128      |
| SD_50-VM | 1.700000         | 17.00000        | 86.8677  | 38.8024       |
| SD_50-VL | 1.600000         | 16.00000        | 81.7970  | 49.2786       |

Tabela 8 - Friedman ANOVA e coeficiente Kendall de concordância,  
ANOVA Chi Quadrado (N = 10, df = 2) = 7.800000  
p ≤ .02025 Coeficiente de Concordância = .39000 Média  
dos Pontos r = .32222

| Posição   | Média dos Postos | Soma dos Postos | Média    | Desvio Padrão |
|-----------|------------------|-----------------|----------|---------------|
| D1S_50+RC | 2.500000         | 25.00000        | 72.25464 | 46.08033      |
| D1S_50+VM | 2.200000         | 22.00000        | 49.51164 | 22.11416      |
| D1S_50+VL | 1.300000         | 13.00000        | 38.26680 | 21.67165      |

Tabela 9 - Friedman ANOVA e coeficiente Kendall de concordância, ANOVA Chi Quadrado ( $N = 10$ ,  $df = 2$ ) = 3.800000  $p \leq .14959$  Coeficiente de Concordância = .19000 Média dos Pontos  $r = .10000$

| Posição  | Média dos Postos | Soma dos Postos | Média    | Desvio Padrão |
|----------|------------------|-----------------|----------|---------------|
| D1S_50-R | 2.300000         | 23.00000        | 143.6249 | 146.0259      |
| D1S_50-M | 2.200000         | 22.00000        | 110.0009 | 54.8197       |
| D1S_50-L | 1.500000         | 15.00000        | 85.9562  | 58.4078       |

Tabela 10 - Friedman ANOVA e coeficiente Kendall de concordância, ANOVA Chi Quadrado ( $N = 10$ ,  $df = 2$ ) = 7.800000  $p \leq .02025$  Coeficiente de Concordância = .39000 Média dos Pontos  $r = .32222$

| Posição   | Média dos Postos | Soma dos Postos | Média    | Desvio Padrão |
|-----------|------------------|-----------------|----------|---------------|
| D1D_50+RC | 2.500000         | 25.00000        | 70.12794 | 50.18423      |
| D1D_50+VM | 2.200000         | 22.00000        | 52.13823 | 20.22576      |
| D1D_50+VL | 1.300000         | 13.00000        | 38.11707 | 1735927       |

Tabela 11 - Friedman ANOVA e coeficiente Kendall de concordância, ANOVA Chi Quadrado ( $N = 10$ ,  $df = 2$ ) = 5.600000  $p \leq .06082$  Coeficiente de Concordância = .28000 Média dos Pontos  $r = .20000$

| Posição   | Média dos Postos | Soma dos Postos | Média    | Desvio Padrão |
|-----------|------------------|-----------------|----------|---------------|
| D1D_50-RC | 2.600000         | 26.00000        | 158.0948 | 145.4582      |
| D1D_50-VM | 1.800000         | 18.00000        | 93.4697  | 45.0397       |
| D1D_50-VL | 1.600000         | 16.00000        | 76.1848  | 48.1341       |

Tabela 12 - Friedman ANOVA e coeficiente Kendall de concordância, ANOVA Chi Quadrado ( $N = 10$ ,  $df = 2$ ) = 4.200000  $p \leq .12247$  Coeficiente de Concordância = .21000 Média dos Pontos  $r = .12222$

| Posição   | Média dos Postos | Soma dos Postos | Média    | Desvio Padrão |
|-----------|------------------|-----------------|----------|---------------|
| D2S_50+RC | 2.400000         | 24.00000        | 71.71663 | 48.27195      |
| D2S_50+VM | 2.100000         | 21.00000        | 59.25666 | 32.18360      |
| D2S_50+VL | 1.500000         | 15.00000        | 46.62623 | 27.53564      |

Tabela 13 - Friedman ANOVA e coeficiente Kendall de concordância, ANOVA Chi Quadrado ( $N = 10$ ,  $df = 2$ ) = 13.40000  $p \leq .00123$  Coeficiente de Concordância = .67000 Média dos Pontos  $r = .63333$

| Posição   | Média dos Postos | Soma dos Postos | Média    | Desvio Padrão |
|-----------|------------------|-----------------|----------|---------------|
| D2S_50-RC | 2.700000         | 27.00000        | 120.3447 | 82.72813      |
| D2S_50-VM | 2.200000         | 22.00000        | 103.0475 | 78.38564      |
| D2S_50-VL | 1.100000         | 11.00000        | 77.3591  | 70.63139      |

Tabela 14 - Friedman ANOVA e coeficiente Kendall de concordância, ANOVA Chi Quadrado ( $N = 10$ ,  $df = 2$ ) = 1.800000  $p \leq .40658$  Coeficiente de Concordância = .09000 Média dos Pontos  $r = -.0111$

| Posição   | Média dos Postos | Soma dos Postos | Média    | Desvio Padrão |
|-----------|------------------|-----------------|----------|---------------|
| D2D_50+RC | 2.000000         | 20.00000        | 68.68314 | 56.14452      |
| D2D_50+VM | 2.300000         | 23.00000        | 63.40635 | 36.41684      |
| D2D_50+VL | 1.700000         | 17.00000        | 51.60652 | 30.66952      |

Tabela 15 - Friedman ANOVA e coeficiente Kendall de concordância, ANOVA Chi Quadrado (N = 10, df = 2) = 2.400000  $p \leq .30121$  Coeficiente de Concordância = .12000 Média dos Pontos  $r = .02222$

| Posição   | Média dos Postos | Soma dos Postos | Média    | Desvio Padrão |
|-----------|------------------|-----------------|----------|---------------|
| D2D_50-RC | 2.400000         | 24.00000        | 111.6170 | 64.03003      |
| D2D_50-VM | 1.800000         | 18.00000        | 68.8470  | 35.54965      |
| D2D_50-VL | 1.800000         | 18.00000        | 75.6921  | 58.98069      |

## TESTE DE FRIEDMAN PARA VERIFICAR OS EFEITOS DA POSIÇÃO NO MÚSCULO

Tabela 16 - Friedman ANOVA e coeficiente Kendall de concordância, ANOVA Chi Quadrado ( $N = 10$ ,  $df = 2$ ) = .6000000  $p \leq .74082$  Coeficiente de Concordância = .03000 Média dos Pontos  $r = -.0778$

| Posição   | Média dos Postos | Soma dos Postos | Média    | Desvio Padrão |
|-----------|------------------|-----------------|----------|---------------|
| SS_50+RC  | 2.200000         | 22.00000        | 73.72115 | 40.09354      |
| D1S_50+RC | 1.900000         | 19.00000        | 72.25464 | 46.08033      |
| D2S_50+RC | 1.900000         | 19.00000        | 71.71663 | 48.27195      |

Tabela 17 - Friedman ANOVA e coeficiente Kendall de concordância, ANOVA Chi Quadrado ( $N = 10$ ,  $df = 2$ ) = 1.800000  $p \leq .40658$  Coeficiente de Concordância = .09000 Média dos Pontos  $r = -.0111$

| Posição   | Média dos Postos | Soma dos Postos | Média    | Desvio Padrão |
|-----------|------------------|-----------------|----------|---------------|
| SS_50+VM  | 2.000000         | 20.00000        | 58.97313 | 32.28246      |
| D1S_50+VM | 1.700000         | 17.00000        | 49.51164 | 22.11416      |
| D2S_50+VM | 2.300000         | 23.00000        | 59.25666 | 32.18360      |

Tabela 18 - Friedman ANOVA e coeficiente Kendall de concordância, ANOVA Chi Quadrado ( $N = 10$ ,  $df = 2$ ) = 3.800000  $p \leq .14959$  Coeficiente de Concordância = .19000 Média dos Pontos  $r = .10000$

| Posição   | Média dos Postos | Soma dos Postos | Média    | Desvio Padrão |
|-----------|------------------|-----------------|----------|---------------|
| SS_50+VL  | 2.300000         | 23.00000        | 44.80148 | 24.67500      |
| D1S_50+VL | 1.500000         | 15.00000        | 38.26680 | 21.67165      |
| D2S_50+VL | 2.200000         | 22.00000        | 46.62623 | 27.53564      |

Tabela 19 - Friedman ANOVA e coeficiente Kendall de concordância, ANOVA Chi Quadrado ( $N = 10$ ,  $df = 2$ ) = 1.400000  $p \leq .49659$  Coeficiente de Concordância = -.0333 Média dos Pontos  $r = -.0778$

| Posição   | Média dos Postos | Soma dos Postos | Média    | Desvio Padrão |
|-----------|------------------|-----------------|----------|---------------|
| SS_50-RC  | 1.700000         | 17.00000        | 108.6312 | 72.4450       |
| D1S_50-RC | 2.100000         | 21.00000        | 143.6249 | 146.0259      |
| D2S_50-RC | 2.200000         | 22.00000        | 120.3447 | 82.7281       |

Tabela 20 - Friedman ANOVA e coeficiente Kendall de concordância, ANOVA Chi Quadrado ( $N = 10$ ,  $df = 2$ ) = 0.000000  $p \leq 1.00000$  Coeficiente de Concordância = 0.0000 Média dos Pontos  $r = -.1111$

| Posição   | Média dos Postos | Soma dos Postos | Média    | Desvio Padrão |
|-----------|------------------|-----------------|----------|---------------|
| SS_50-VM  | 2.000000         | 20.00000        | 103.7595 | 53.26459      |
| D1S_50-VM | 2.000000         | 20.00000        | 110.0009 | 54.81971      |
| D2S_50-VM | 2.000000         | 20.00000        | 103.0475 | 78.38564      |

Tabela 21 - Friedman ANOVA e coeficiente Kendall de concordância, ANOVA Chi Quadrado ( $N = 10$ ,  $df = 2$ ) = 2.600000  $p \leq .27255$  Coeficiente de Concordância = .13000 Média dos Pontos  $r = -.03333$

| Posição   | Média dos Postos | Soma dos Postos | Média    | Desvio Padrão |
|-----------|------------------|-----------------|----------|---------------|
| SS_50-VL  | 2.300000         | 23.00000        | 89.22339 | 49.21986      |
| D1S_50-VL | 2.100000         | 21.00000        | 85.95619 | 58.40781      |
| D2S_50-VL | 1.600000         | 16.00000        | 77.35909 | 70.63139      |

Tabela 22 - Friedman ANOVA e coeficiente Kendall de concordância, ANOVA Chi Quadrado ( $N = 10$ ,  $df = 2$ ) = .6000000  $p \leq .74082$  Coeficiente de Concordância = .03000 Média dos Pontos  $r = -.0778$

| Posição   | Média dos Postos | Soma dos Postos | Média    | Desvio Padrão |
|-----------|------------------|-----------------|----------|---------------|
| SD_50+RC  | 1.900000         | 19.00000        | 73.44682 | 70.37994      |
| D1D_50+RC | 2.200000         | 22.00000        | 70.12794 | 50.18423      |
| D2D_50+RC | 1.900000         | 19.00000        | 68.68314 | 56.14452      |

Tabela 23 - Friedman ANOVA e coeficiente Kendall de concordância, ANOVA Chi Quadrado ( $N = 10$ ,  $df = 2$ ) = .9743590  $p \leq .61436$  Coeficiente de Concordância = .04872 Média dos Pontos  $r = -.0570$

| Posição   | Média dos Postos | Soma dos Postos | Média    | Desvio Padrão |
|-----------|------------------|-----------------|----------|---------------|
| SD_50+VM  | 1.900000         | 19.00000        | 53.96671 | 22.61250      |
| D1D_50+VM | 1.850000         | 18.50000        | 52.13823 | 20.22576      |
| D2D_50+VM | 2.250000         | 22.50000        | 63.40635 | 36.41684      |

Tabela 24 - Friedman ANOVA e coeficiente Kendall de concordância, ANOVA Chi Quadrado ( $N = 10$ ,  $df = 2$ ) = 4.200000  $p \leq .12247$  Coeficiente de Concordância = .21000 Média dos Pontos  $r = .12222$

| Posição   | Média dos Postos | Soma dos Postos | Média    | Desvio Padrão |
|-----------|------------------|-----------------|----------|---------------|
| SD_50+VL  | 1.900000         | 19.00000        | 43.24428 | 22.59310      |
| D1D_50+VL | 1.600000         | 16.00000        | 38.11707 | 17.35927      |
| D2D_50+VL | 2.500000         | 25.00000        | 51.60652 | 30.66952      |

Tabela 25 - Friedman ANOVA e coeficiente Kendall de concordância, ANOVA Chi Quadrado ( $N = 10$ ,  $df = 2$ ) = .8000000  $p \leq .67032$  Coeficiente de Concordância = .04000 Média dos Pontos  $r = -.0667$

| Posição   | Média dos Postos | Soma dos Postos | Média    | Desvio Padrão |
|-----------|------------------|-----------------|----------|---------------|
| SD_50-RC  | 2.000000         | 20.00000        | 142.1417 | 126.3128      |
| D1D_50-RC | 2.200000         | 22.00000        | 158.0948 | 145.4582      |
| D2D_50-RC | 1.800000         | 18.00000        | 111.6170 | 64.0300       |

Tabela 26 - Friedman ANOVA e coeficiente Kendall de concordância, ANOVA Chi Quadrado ( $N = 10$ ,  $df = 2$ ) = 1.800000  $p \leq .40658$  Coeficiente de Concordância = .09000 Média dos Pontos  $r = -.0111$

| Posição   | Média dos Postos | Soma dos Postos | Média    | Desvio Padrão |
|-----------|------------------|-----------------|----------|---------------|
| SD_50-VM  | 2.300000         | 23.00000        | 86.86770 | 38.80237      |
| D1D_50-VM | 2.000000         | 20.00000        | 93.46974 | 45.03970      |
| D2D_50-VM | 1.700000         | 17.00000        | 68.84699 | 35.54965      |

Tabela 27 - Friedman ANOVA e coeficiente Kendall de concordância, ANOVA Chi Quadrado (N = 10, df = 2) = .8000000 p ≤ .67032 Coeficiente de Concordância = .04000 Média dos Pontos r = -.0667

| Posição   | Média dos Postos | Soma dos Postos | Média    | Desvio Padrão |
|-----------|------------------|-----------------|----------|---------------|
| SD_50-VL  | 2.200000         | 22.00000        | 81.79700 | 49.27857      |
| D1D_50-VL | 1.800000         | 18.00000        | 76.18478 | 48.13409      |
| D2D_50-VL | 2.000000         | 20.00000        | 75.69212 | 58.98069      |

# **DIFERENÇA MÍNIMA SIGNIFICATIVA (DMS) APLICADO NAS COMPARAÇÕES QUE APRESENTAM $P \leq 0,05$**

Tabela 28 - Diferença Mínima Significativa para verificar o efeito dos músculos reto da coxa (RC), vasto medial (VM) e vasto lateral (VL) durante o movimento de extensão do joelho, no plano Sagital (S), na posição sentado, nos 50% (50+) iniciais da amplitude total de movimento e com 100% da carga máxima.

| SUJEITO | SS_50+RC    | SS_50+VM    | SS_50+VL   |
|---------|-------------|-------------|------------|
| 1       | 159.370 (3) | 115.339 (2) | 74.412 (1) |
| 2       | 105.911 (3) | 95.333 (2)  | 94.186 (1) |
| 3       | 97.834 (3)  | 58.252 (2)  | 51.511 (1) |
| 4       | 84.998 (3)  | 90.227 (2)  | 50.828 (1) |
| 5       | 46.435 (3)  | 19.390 (1)  | 20.177 (2) |
| 6       | 39.571 (1)  | 62.985 (3)  | 43.606 (2) |
| 7       | 68.809 (3)  | 28.552 (1)  | 33.254 (2) |
| 8       | 25.307 (2)  | 25.960 (3)  | 13.780 (1) |
| 9       | 68.061 (3)  | 44.545 (2)  | 25.821 (1) |
| 10      | 40.917 (2)  | 49.148 (3)  | 40.439 (1) |
|         | R1 = 26     | R2 = 21     | R3 = 13    |

$$R1-R2 = 5$$

$$R1-R3 = 13 *$$

$$R2-R3 = 8$$

$$DMS = Q_1 \sqrt{\frac{n \cdot k(k+1)}{12}} \quad 3.314 \sqrt{\frac{10 \cdot 3(3+1)}{12}} = 10.47$$

Onde Q = dado pela tabela, n = número de indivíduos k = número de tratamentos

\* Se for maior ou igual é considerado significativo.

Tabela 29 - Diferença Mínima Significativa para verificar o efeito dos músculos reto da coxa (RC), vasto medial (VM) e vasto lateral (VL) durante o movimento de extensão do joelho, no plano Sagital (S), em decúbito dorsal, nos 50% (50+) iniciais da amplitude total de movimento e com 100% da carga máxima.

| SUJEITO | SD_50+RC |     | SD_50+VM |     | SD_50+VL |     |
|---------|----------|-----|----------|-----|----------|-----|
| 1       | 134.751  | (3) | 69.246   | (2) | 52.632   | (1) |
| 2       | 250.497  | (3) | 92.886   | (1) | 95.916   | (2) |
| 3       | 58.744   | (3) | 46.947   | (2) | 44.437   | (1) |
| 4       | 62.284   | (2) | 84.594   | (3) | 47.694   | (1) |
| 5       | 31.473   | (3) | 27.132   | (1) | 27.788   | (2) |
| 6       | 20.277   | (1) | 63.805   | (3) | 54.299   | (2) |
| 7       | 58.268   | (1) | 37.022   | (1) | 37.942   | (2) |
| 8       | 19.705   | (2) | 31.765   | (3) | 12.853   | (1) |
| 9       | 60.511   | (3) | 47.313   | (2) | 26.573   | (1) |
| 10      | 37.958   | (2) | 38.958   | (3) | 32.309   | (1) |
| R1 =    |          | 25  | R2 =     | 21  | R3 =     | 14  |

R1 - R2 = 4  
R1 - R3 = 11 \*  
R2 - R3 = 7

Tabela 30 - Diferença Mínima Significativa para verificar o efeito dos músculos reto da coxa (RC), vasto medial (VM) e vasto lateral (VL) durante o movimento de extensão do joelho, no plano Sagital (S), em decúbito dorsal (D), nos 50% finais (50-) da amplitude total de movimento e com 100% da carga máxima.

| SUJEITO | SD_50-RC    | SD_50-VM    | SD_50-VL    |
|---------|-------------|-------------|-------------|
| 1       | 339.715 (3) | 159.518 (2) | 124.706 (1) |
| 2       | 405.797 (3) | 140.211 (1) | 202.779 (2) |
| 3       | 143.800 (3) | 79.224 (1)  | 88.408 (2)  |
| 4       | 128.782 (3) | 93.303 (2)  | 70.239 (1)  |
| 5       | 66.553 (3)  | 59.123 (1)  | 63.968 (2)  |
| 6       | 48.286 (1)  | 100.410 (3) | 73.706 (2)  |
| 7       | 86.411 (3)  | 48.588 (1)  | 51.234 (2)  |
| 8       | 56.241 (3)  | 41.134 (2)  | 32.768 (1)  |
| 9       | 84.574 (2)  | 88.817 (3)  | 50.011 (1)  |
| 10      | 61.258 (3)  | 58.349 (1)  | 60.150 (2)  |
|         | R1 = 27     | R2 = 17     | R3 = 16     |

R1 - R2 = 10

R1 - R3 = 11 \*

R2 - R3 = 1

Tabela 31 - Diferença Mínima Significativa para verificar o efeito dos músculos reto da coxa (RC), vasto medial (VM) e vasto lateral (VL) durante o movimento de extensão do joelho, no plano Diagonal 1 (D), na posição sentado (S), nos 50% iniciais (50+) da amplitude total de movimento e com 100% da carga máxima.

| SUJEITO | DIS_50+RC |     | DIS_50+VM |     | DIS_50+VL |     |
|---------|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|
| 1       | 166.401   | (3) | 40.105    | (2) | 36.478    | (1) |
| 2       | 139.301   | (3) | 78.799    | (1) | 94.697    | (2) |
| 3       | 82.452    | (3) | 40.751    | (2) | 35.273    | (1) |
| 4       | 70.614    | (2) | 84.305    | (3) | 37.313    | (1) |
| 5       | 33.438    | (1) | 34.052    | (2) | 43.324    | (3) |
| 6       | 47.445    | (2) | 72.603    | (3) | 34.866    | (1) |
| 7       | 43.434    | (3) | 29.417    | (2) | 28.068    | (1) |
| 8       | 42.985    | (3) | 19.182    | (2) | 11.715    | (1) |
| 9       | 66.703    | (3) | 53.741    | (2) | 36.022    | (1) |
| 10      | 29.772    | (2) | 42.160    | (3) | 24.912    | (1) |
|         | R1 =      | 25  | R2 =      | 22  | R3 =      | 13  |

$$R1 - R2 = 3$$

$$R1 - R3 = 12 *$$

$$R2 - R3 = 9$$

Tabela 32 - Diferença Mínima Significativa para verificar o efeito dos músculos reto da coxa (RC), vasto medial (VM) e vasto lateral (VL) durante o movimento de extensão do joelho, no plano Diagonal 1 (D), em decúbito dorsal (D), nos 50% iniciais (50+) da amplitude total de movimento e com 100% da carga máxima.

| SUJEITO | D1D_50+RC |     | D1D_50+VM |     | D1D_50+VL |     |
|---------|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|
| 1       | 168.248   | (3) | 53.574    | (2) | 43.213    | (1) |
| 2       | 147.542   | (3) | 98.776    | (2) | 79.155    | (1) |
| 3       | 85.433    | (3) | 43.475    | (2) | 36.141    | (1) |
| 4       | 75.741    | (3) | 55.263    | (2) | 37.776    | (1) |
| 5       | 45.798    | (3) | 37.470    | (1) | 41.642    | (2) |
| 6       | 24.294    | (1) | 52.422    | (3) | 37.162    | (2) |
| 7       | 35.077    | (3) | 27.163    | (2) | 20.935    | (1) |
| 8       | 32.482    | (3) | 31.474    | (2) | 14.685    | (1) |
| 9       | 44.970    | (2) | 60.257    | (3) | 27.365    | (1) |
| 10      | 41.694    | (1) | 61.508    | (3) | 43.096    | (2) |
| R1 =    |           | 25  | R2 =      | 22  | R3 =      | 13  |

R1 - R2 = 3

R1 - R3 = 12 \*

R2 - R3 = 11 \*

Tabela 33 - Diferença Mínima Significativa para verificar o efeito dos músculos reto da coxa (RC), vasto medial (VM) e vasto lateral (VL) durante o movimento de extensão do joelho, no plano Diagonal 2 (D2), na posição sentado (S), nos 50% finais (50-) da amplitude total de movimento e com 100% da carga máxima.

| SUJEITO | D2S_50-RC   | D2S_50-VM   | D2S_50-VL   |
|---------|-------------|-------------|-------------|
| 1       | 251.948 (3) | 189.616 (2) | 77.500 (1)  |
| 2       | 295.823 (3) | 291.406 (2) | 274.419 (1) |
| 3       | 91.276 (3)  | 51.665 (1)  | 59.389 (2)  |
| 4       | 106.630 (3) | 82.709 (2)  | 65.784 (1)  |
| 5       | 87.054 (3)  | 56.250 (2)  | 40.946 (1)  |
| 6       | 69.748 (2)  | 86.923 (3)  | 63.890 (1)  |
| 7       | 73.711 (3)  | 48.315 (2)  | 45.290 (1)  |
| 8       | 55.878 (2)  | 57.741 (3)  | 32.745 (1)  |
| 9       | 90.657 (3)  | 60.973 (2)  | 45.873 (1)  |
| 10      | 80.721 (2)  | 104.877 (3) | 67.756 (1)  |
|         | R1 = 27     | R2 = 22     | R3 = 11     |

$$R1 - R2 = 5$$

$$R1 - R3 = 16 *$$

$$R2 - R3 = 11 *$$

## SUMMARY

---

## SUMMARY

The aim of this work was to study, using electromyography, the muscles: rectus femoris, vastus medialis, and right vastus lateralis. The studies were performed during the extension movement of the knee, in the Sagittal, Diagonal I (abduction with medial rotation of the hip, with knee extension up to 180°, dorsal flexion and eversion of the ankle and extension and abduction of the toes) and Diagonal II (adduction with lateral rotation of the hip, knee extension up to 180°, dorsal flexion and inversion of the ankle, extension and abduction of the toes) planes, in the seated and dorsal **decubito** positions, during the initial (50+) and final (50-) 50% of the movement amplitude, facing mechanical resistance of 100% of the maximum load. Ten young male volunteers, ages between 17 and 21 years, no stationaries, with no history of neuromuscular or articular alterations, and similar anthropometry were studied. The records were obtained using a Lynx biological signal acquisition module with 4 channels and a specific software (AQDADOS-Lynx). The electromyographic signals were received by surface electrodes - DANTEC. The signals were analyzed through the AQDADOS program, and the effective value was obtained. The normalization of the electromyographic activity in each muscle was achieved by maximum volunteer isometric contraction (M.V.I.C.). The data related to the angulation of the knee movement were obtained through cinematography, using an equipment called Simple Pulley System as mechanical resistance. The data were analyzed using non parametric statistics and the Wilcoxon and Friedman tests. The results showed that, in all situations analyzed, the rectus femoris muscle presented the highest electromyographic activity, comparing the three muscles studied; regarding to the movement amplitude, the muscles were more active at the end of the knee extension movement, independently of the plane and hip positions; in the Diagonal I plane, the vastus medialis muscle showed the highest activity in the seated position, compared to the dorsal decubito. Electromyographic activity of the muscles were similar in the Sagittal, Diagonal I and Diagonal II planes.

**Key Words:** Electromyography, Kinesiology, Rehabilitation, F.N.P., Rectus Femoris, Vastus Medialis and Vastus Lateralis muscles

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS\***

- ARAUJO, R.C., AMADIO, A.C. Análise Biomecânica da ativação das porções superficiais do músculo quadríceps femoral durante contrações excêntricas e concêntricas: **Revista Brasileira de Fisioterapia**. 1996. v.1, p.13-20.
- BARBANTI, V.J. Teoria e prática do treinamento desportivo. São Paulo: Edgard Blucher, 1979. 240p.
- BASMAJIAN, J.V. **Muscles Alive: Their functions revealed by electromyography**. Baltimore/USA: The Williams & Wilkins Company, 1962. p.135.
- \_\_\_\_\_, HARDEN, T.P., REGENOS, E.M. Integrated action of the four heads of quadriceps femoris an electromyographic study. **Anat. Rec.**, 1972. v.172, p.15-9.
- \_\_\_\_\_, De LUCA, C.J. **Muscles alive, their functions revealed by electromyography**. 15<sup>a</sup> ed. Baltimore/USA: The Williams e Wilkins Company, 1985. 634p.
- BÉRZIN, F., SAMPAIO, P.S.M. **Análise eletromiográfica do músculo vasto lateral e vasto medial nos movimentos de extensão e flexão do joelho com o pé em posição normal em eversão e inversão em mesa romana**, Artigo - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Dept. de Morfologia, Universidade Estadual de Campinas, 1987. 11p.
- BIERMAN, W., RALSTON, H.J. Electromyographic study during passive and active flexion and extension of the knee of the normal human subject: **Archives of Physical Medicine & Rehabilitation**, Boston, 1965. p.71-75.
- BITTENCOURT, N. **Musculação: uma abordagem metodológica**, 2 ed., Rio de Janeiro: Sprint, 1986. p.128.

---

\* De acordo com a NBR-6023, de agosto de 1989, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Abreviaturas dos periódicos de conformidade com o "World List Scientific Periodicals".

- BREWERTON, D.A. The function of the vastus medialis muscle: **American Journal of Physical Medicine**, 1954/5. v.2, p.164-168.
- DELAGI, E.F. et al **Anatomic guide for the electromyographic**. 2.ed. Illinois: Charles C. Thomas, 1981. p.180.
- DE CAMPOS, H. **Estatística experimental não paramétrica**. 4.ed. São Paulo: ESALQ/USP, 1983. 346p.
- DEUTSCH, H., LIN, D.L. Quadriceps kinesiology (emg) with varying hip joint flexion and resistance: **Arch Phys Med Rehabil**, 1978. v.59, p.231-236.
- DUARTE DUARTE CINTRA, A.I., FURLANI, J. Electromyographic study of quadriceps femoris in man: **Electromyography and Clinical Neurophysiology**, 1981. v.21, p.539-554.
- DUCHENNE, G.B. **Physiology of motion**. 2.ed. Philadelphia: J.B. Lippincott Company, 1949. p.275.
- ELORANTA, V., KOMI, P.V. Function of the quadriceps femoris muscle under the full range of forces and differing contraction velocities of concentric work: **Electromyography and Clinical Neurophysiology**, 1981. v.21, p.419-431.
- \_\_\_\_\_, KOMI, P.V. Function of the quadriceps femoris muscle under maximal concentric and eccentric contractions: **Electromyography and Clinical Neurophysiology**, 1980. v.20, p.159-174.
- FRANCIS, R.S., SCOTT, D.E. Hypertrophy of the vastus medialis in knee extension: **Physical Therapy**, 1974. v.54, n.10, p.1066-1070.
- FUJIWARA, M., BASMAJIAN, J.V. Electromyographic study of two-joint muscles: **American Journal of Physical Medicine**. Baltimore/USA: The Williams & Wilkins Company, 1975. v.54, n.5, p.234-242.
- GARDNER, E., GRAY, D.J., O'RAHILLY, R. **Anatomia - Estudo Regional do Corpo Humano**. 3.ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 1971. 233p.

- GONÇALVES, M. **Análise eletromiográfica dos músculos bíceps femoris (caput longum) e semitendinosus em movimentos nos planos diagonal e Sagital.** Piracicaba: Faculdade de Odontologia/UNICAMP, 1991. 115p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Campinas, 1991.
- HALLEN, L.G., LINDAHL, O. Muscle function in knee extension, an AMG study: **Acta Orthopedy Scandinav.**, 1967. v.38, p.434-444.
- HAMILTON, W.J. **Tratado de anatomia humana**, 2 ed., Rio de Janeiro: Interamericana, 1982. p.193.
- HASLER, E.M. et al. Influence of hip and knee joint angles on excitation of knee extensor muscles: **Electromyography and Clinical Neurophysiology**, 1994. v.34, p.355-361.
- HODGES, P.W., RICHARDSON, C.A. The influence os isometric hip adduction on quadriceps femoris activity: **Scand J. Rehabil. Med.**, 1993. v.25, n.2, p.57-62.
- KAPANDJI, I.A. **Fisiologia articular: Esquemas comentados de mecânica humana.** 4.ed. São Paulo: Editora Manole, 1980. v.2, p.72.
- KARST, G.M., JEWETT, P.D. Electromyographic analysis of exercises proposed differential activation of medial and lateral quadriceps femoris muscle components: **Physical Therapy**, Nebraska, 1993. v.75, n.5, p.286-295.
- KENDALL, H.O., KENDALL, F.P., WADSWORTH, G.E. **Músculos, provas e funções.** 2.ed. São Paulo: Editora Manole Ltda., 1980. p.180.
- KNIGHT, K.L., MARTINS, J.A., LONDEREE, R. EMG comparison of quadriceps femoris activity during knee extension and straight leg raises: **American Journal of Physical Medicine.** Baltimore: The Williams & Wilkins Company, 1979. v.58, n.2, p.57-67.
- LIEB, F.J., PERRY, J. Quadriceps function: an electromyography study under isometric conditions. **J.Bone & Joint. Surg.**, 1971. v.53-A, p.749-758.

- MacCONAILL, M.A., BASMAJIAN, J.V. **Muscles and movements: a basis for human kinesiology**. Baltimore/USA: The Williams & Wilkins Company, 1969. p.239.
- MARKEE, J.E. et al. Two-joint muscles of the thigh: **The Journal of Bone and Joint Surgery**, 1955. v.37-A, p.125-142.
- MURPHEY, M.S., BLANTOS, P.L., BIGGS, N.L. Electromyographic investigations of flexion and hyperextension of the knee in normal adults: **American Journal of Physical Medicine**, USA, 1970. v.50, n.2, p.80-89.
- OKAMOTO, T. Electromyographic Study of the Function of M.Rectus Femoris, **Res. J. Phis**, 1968. ed.Japan, English Text, v.12, p.175.
- \_\_\_\_\_, TAKAJI, K, KUMAMOTO, M. Electromyography study of elevation of arm: **Research Journal of Eduction Physical**, 1967. v.11, p.127-136.
- OSTERNIG, L.R. et al. Muscle activation during proprioceptive neuromuscular facilitation, stretching techniques: **American Journal of Physical Medicine**, 1987. v.66, n.r, 298p.
- POCOCK, G.S. Electromyographic Study of the quadriceps during resistive exercise: **J. American Physical Therapy Association**, 1963. v.43, p.427-434.
- PORTNOY, H., MORIN, F. Eletromyographic study of postural muscles in various positions and movements. **American Journal of Physiology**, 1956. v.186, p.122-126.
- RASCH, P.J., BURKE, R.K. **Cinesiologia e anatomia aplicada: A ciência do movimento humano**. 5.ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 1977. p.335.
- RAVAGLIA, M. Sulla particolare attività dei capi muscolari del quadricipete femurale sell'uomo: **Chir. Org. Movimento**, 1957. v. 44, p.498-504.
- ROY, M.A., et al Proprioceptive facilitation of muscle tension during unilateral and bilateral knee extension: **Int. Journal Sports Med**. 1990. v.11, p.289.

SALZMAN, A., TORBURN, L., PERRY, J. Contribution of rectus femoris and vasti to knee extension, an electromyographic study: **Clinical Orthopaedics and Related Research**, 1993. n.290, p.236-243.

SNYDER, J.L., FORWARD, E.M. Comparison of knee flexion and extension in the diagonal and sagital planes: **Physical Therapy**, 1972. v.52, n.12, p.1255-1263.

SOUSA, O.M. Aspectos da arquitetura e da ação dos músculos estriados, baseada na eletromiografia: **Folia Clínica et Biológica**, 1958/59. cap.28, p.12-42.

TORTOZA, C., GONÇALVES, M. **Montagem de um sistema de sinalização para aquisição simultânea de sinais eletromiográficos e cinematográficos.** In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E V ENCONTRO INTERNO DE TRABALHO CIENTÍFICO DA UNESP, 1993, Rio Claro. Resumos... Rio Claro, UNESP, 1993, p.98.

VOSS, D.E., IONTA, M., MYERS, B.J. **Facilitação neuromuscular proprioceptiva.** 3.ed. São Paulo: Editora Panamericana S.A., 1987. p.3.

WHEATLEY, M.D., JAHNKE, W.D. Electromyographic study of the superficial thigh and hip muscles in normal individuals: **Arch. Physical Medicine**, 1951. v.32. p.508-515.