



VALÉRIA AUGUSTO

“Mulheres sadias no período pós menopausa: estudo eletromiográfico do quadríceps e suas relações com massa óssea, níveis plasmáticos de 25OH vitamina D³, ângulo quadricipital e incidência de quedas”

CAMPINAS
2013



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS**

VALÉRIA AUGUSTO

**“Mulheres sadias no período pós menopausa: estudo
eletromiográfico do quadríceps e suas relações com massa óssea,
níveis plasmáticos de 25OH vitamina D³, ângulo quadricipital e
incidência de quedas”**

Orientador(a): Prof. Dr. João Francisco Marques Neto

Dissertação de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Médica da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade de Campinas para obtenção de título de Doutora em Clínica Médica, área de concentração Ciências Básicas.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA
DISSERTAÇÃO/ TESE DEFENDIDA PELA ALUNA VALÉRIA
AUGUSTO E ORIENTADA PELO PROF. DR. JOÃO FRANCISCO
MARQUES NETO.

Assinatura do Orientador

**CAMPINAS
2013**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
MARISTELLA SOARES DOS SANTOS – CRB8/8402
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
UNICAMP

Au45m Augusto, Valéria, 1976-
Mulheres sadias no período pós menopausa : estudo eletromiográfico do quadríceps e suas relações com massa óssea, níveis plasmáticos de 25OH Vitamina D3, ângulo quadricipital e incidência de quedas / Valéria Augusto. -- Campinas, SP : [s.n.], 2013.

Orientador : João Francisco Marques Neto.
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas.

1. Eletromiografia. 2. Vitamina D. 3. Menopausa. 4. Acidentes por quedas. 5. Patela . I. Marques Neto, João Francisco, 1946-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em inglês: Healthy women in post menopause : an electromyographic study of the quadriceps and their relationships with bone mass, plasma 25OHD3, quadriceps angle and incidence of falls.

Palavras-chave em inglês:

Electromyography

Vitamin D

Menopause

Accidental falls

Patella

Área de concentração: Ciências Básicas

Titulação: Doutora em Clínica Médica

Banca examinadora:

João Francisco Marques Neto [Orientador]

Simone Appenzeller

Maria Helena Guariento

Eduardo Meirelles

Helder Aníbal Hermi

Data da defesa: 19-02-2013

Programa de Pós-Graduação: Clínica Médica

BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE DOUTORADO

VALÉRIA AUGUSTO

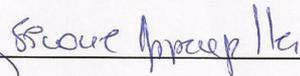
Orientador PROF. DR. JOÃO FRANCISCO MARQUES NETO

MEMBROS:

1. PROF. DR. JOÃO FRANCISCO MARQUES NETO



2. PROFA. DRA. SIMONE APPENZELLER



3. PROFA. DRA. MARIA ELENA GUARIENTO



4. PROF. DR. EDUARDO MEIRELLES



5. PROF. DR. HELDER ANÍBAL HERMINI



Programa de Pós-Graduação em Clínica Médica da Faculdade de Ciências Médicas da
Universidade Estadual de Campinas

Data: 19 de fevereiro de 2013

Dedicatória

À Deus, aos meus pais Antônio e Leonilda pela oportunidade do estudo, ao meu marido Leonardo pela paciência e compreensão e à Mariana, nova razão das minhas conquistas.

Agradecimentos

Agradeço primeiro à Deus, pela oportunidade de vida e disposição ao estudo, além de colocar em meu caminho todos que me auxiliaram durante a realização deste trabalho.

À meu marido Leonardo Mendes Bonfim, pela paciência e compreensão nos momentos de tensão ou em minha ausência durante a dedicação aos estudos. À minha filha Mariana, pelo amor incondicional e gratuito, pelos ensinamentos diários de como ser pesquisadora, com sua curiosidade em descobrir o mundo. Crescemos muito com as dificuldades que este trabalho me apresentou. Descobri um excelente companheiro e parceiro de vida, que trouxe o amor e fez ficar mais fácil encontrar soluções.

Aos meus pais Antônio Augusto e Leonilda Scatolin Augusto, por acreditarem na finalização e importância deste trabalho, mesmo desconhecendo sobre os detalhes da ciência. Com sua simplicidade e dignidade, ensinaram-me sobre persistir em meus objetivos, até esgotar as possibilidades de resolução, e dessa forma descobrir diversos caminhos e minha força interior, muitas vezes desconhecida, ou desacreditada.

Ao meu orientador, Prof. Dr. João Francisco Marques Neto, pela paciência durante a orientação deste trabalho. Experimentamos muitas dificuldades, onde direcionou-me sabiamente pelas decisões tomadas. Sempre apostou neste trabalho, visualizando o que hoje concretizou-se nos resultados deste estudo. Um Mestre, quando atualmente temos poucos; sendo um privilégio aprender sobre ciências médicas como faz com arte.

Ao Prof. Dr. Eduardo de Paiva Magalhães, pelas valiosas considerações feitas neste trabalho. Agradeço pela paciência e dedicação e competência que desempenha suas atribuições.

Às voluntárias, pela paciência e disponibilidade em contribuir com o desenvolvimento científico na área da saúde, e outras que possam beneficia-se com este trabalho.

À Profa. Dra. Evanisi Teresa Palomari, por permitir a realização das coletas de Eletromiografia, no laboratório de Eletromiografia (LEMG- IB).

Ao querido colega de profissão, e ex aluno Fábio Poiano, pela imensa colaboração durante as coletas e entrevistas com as voluntárias.

À Profa. Laurione C. Oliveira, pela dedicação e por proporcionar a realização das coletas para análise laboratorial. Agradeço também à toda equipe do laboratório; Rosalina, Davi, Cíntia e todos os técnicos presentes, pelo carinho com que fazem seu trabalho.

Agradecimentos à Profa. Dra. Lúcia Helena Costa Paiva, e às recepcionistas e residentes do ambulatório de menopausa do CAISM, pela atenção e auxílio durante as entrevistas com as voluntárias. Às enfermeiras e residentes do ambulatório de Reumatologia, pelo apoio e incentivo durante as entrevistas e seleção das voluntárias.

Ao querido colega Prof. Dr. Aldari, do UNIFAE, pelo auxílio nas dúvidas durante o tratamento estatístico dos dados deste trabalho.

Ao querido Bruno Rangel Rosa, agradeço pela atenção, e pelo carinho, durante os problemas técnicos que encontramos durante este trabalho. Desejo que Deus continue Iluminando sua inteligência. À Judith, pelo sorriso e pelas gargalhadas nos momentos de desânimo. Às queridas amigas Mônica e Thaís Rigoletto, pelo incentivo nos momentos finais deste trabalho. A amizade é uma forte aliada na vida e no trabalho.

Aos meus irmãos, Pedro, Marina e Marinei, por seus exemplos de vida. Cada um bem diverso do outro, possibilitando-me espelhos diferentes para refletir a vida. Obrigada pelo exemplo, amor e cuidado, e desculpo-me pelos momentos de ausência. Aos meus sobrinhos, Bárbara, Diego, Murili, Drieli e Manuela, também agradeço pela alegria durante os períodos de cansaço, na promessa de mais tempo de dedicação no futuro.

Agradeço à Sra. Dircélia Mendes Bonfim, pelo auxílio nas atividades familiares, principalmente nos momentos em que precisei ausentar-me para dedicar atenção ao trabalho; cuidando com carinho de minha filha, meu marido e até de minhas cachorrinhas Maya e Nanny.

Aos professores, membros da banca examinadora, pela disponibilidade, prontidão e dedicação.

“O estudo em geral, a busca da verdade e da beleza, são domínios em que nos é consentido sermos crianças por toda a vida”

(Albert Einstein)

Augusto V, 2013. Mulheres sadias no período pós menopausa: estudo eletromiográfico do quadríceps e suas relações com massa óssea, níveis plasmáticos de 25OHD3, ângulo quadricipital e incidência de quedas

RESUMO

Objetivo: verificar a atividade eletromiográfica de superfície dos músculos (EMG) Vasto Lateral (VL), Vasto Medial Oblíquo (VMO) e Reto Femural (Reto Femural) em mulheres no período pós menopausa e a relação dos resultados com níveis de 25OHD3, massa óssea, ângulo Q e incidência de quedas. **Material e Métodos:** Foram avaliadas 30 mulheres com menopausa instalada quanto a Eletromiografia de superfície dos músculos Reto Femural (RF), Vasto Medial Oblíquo (VMO) e Vasto Lateral (VL), dosagem sérica de 25OHD3 (Vitamina D3), densitometria óssea (DMO), medida do ângulo Q e questionamento sobre ocorrência de quedas nos 6 meses que antecederam a coleta dos dados. Para análise quantitativa da amplitude do sinal eletromiográfico foram utilizados o RMS (Root Mean Square – Raiz Quadrada da Média), expresso em μV . Foram utilizados como instrumentos estatísticos o Teste de Diferença de Médias de Wilcoxon, Análise Exploratória dos dados para análises descritivas, e Análise de Correlação de Spearman juntamente com o Teste de Hipóteses para verificação das correlações entre as variáveis estudadas. O nível de significância utilizado foi de 95% de confiança ($p \leq 0,05$). **Resultados:** As voluntárias apresentaram idade de 61,79 (49-73, $\pm 6,81$) e correlação significativamente negativas ($p \leq 0,05$) foram observadas entre os resultados dos músculos estudados e os valores de DMO e de 25-OH-Vitamina D³. Houve correlação negativa entre a atividade elétrica muscular e DMO (RF60, VMO100 e VMO60 com DMO em T score fêmur, e VMO60 com DMO de fêmur inteiro em g/cm^2); e níveis de 25OHD3 com EMG de VLN. Houve correlações negativas entre ângulo Q e VMO100 e VMO 60, potencialmente influenciado pela incidência de quedas. **Conclusões:** Menores níveis de 25OHD3 e redução de massa

óssea podem estar relacionados a um aumento na atividade elétrica muscular do quadríceps, podendo indicar uma diminuição de seu desempenho ideal em mulheres mais idosas no período pós menopausa, e o desequilíbrio da atividade entre VL e VMO sugere risco na ocorrência de quedas e disfunção patelo femural nestas pacientes.

Palavras Chave: Eletromiografia do Quadríceps, Vitamina D, Mulheres, Menopausa, Quedas, Ângulo Quadricipital.

Augusto V, 2013. Healthy women in post menopause: an electromyographic study of the quadriceps and their relationships with bone mass, plasma 25OHD3, quadriceps angle and incidence of falls

ABSTRACT

Objective: This study evaluated the surface electromyographic activity (EMG) of the vastus lateralis (VL), vastus medialis oblique (VMO) and rectus femoris (straight femoral, RF) muscles in post-menopausal women and the relationship between EMG activity and 25OHD3 levels, bone mass, Q angle measurement and questioning about the occurrence of falls in the 6 months prior to data collection. **Materials and Methods:** Thirty menopausal women underwent surface electromyography of the RF, VMO and VL muscles and bone densitometry. Serum 25-OH-Vitamin D₃ levels were also measured. The Root Mean Square (RMS) was used to quantitatively analyse the electromyographic signal amplitude in μV . Several statistical analyses were performed to determine correlations between variables, including the Wilcoxon signed-rank test, exploratory data analysis for descriptive analyses and Spearman's rank-order correlation analysis with hypothesis testing. The level of significance was set at a 95% confidence level ($p \leq 0.05$). **Results:** The volunteers showed age was 61.79 (49-73, ± 6.81) and negative and significant correlation ($p \leq 0.05$) observed between the results from the muscles studied with BMD and 25OHD3. There was a negative correlation between muscle electrical activity and BMD (RF60, VMO and VMO60 with BMD T-score femur, and femoral BMD with VMO60 whole in g/cm^2) and levels 25OHD3 with EMG VLN. There were negative correlations between Q angle and VMO100 VMO and 60, potentially influenced by the incidence of falls. **Conclusions:** Lower levels of 25OHD3 and reduced bone mass may be related to an increase in electrical activity of the quadriceps muscle, which may indicate a decrease of performance ideal for older women in the

postmenopausal period, and the imbalance of activity between VMO and VL suggests the risk of falls and patellofemoral dysfunction in these patients.

Keywords: Quadriceps electromyography, Vitamin D, Women, Menopause, Elderly.

LISTA DE ABREVIATURAS

25OHD3: 25 hidroxí vitamina D3

Ângulo Q: ângulo quadricipital

BMD: Bone Mineral Density

CA: Calcemia

CAISM: Centro de Atenção à Saúde da Mulher

CaUrin: Calciúria

DMO: Densidade Mineral Óssea

DXA: absorciometria por raios X duplo energética

EMG: Eletromiografia

FCM: Faculdade de Ciências Médicas

LEMG-IB: Laboratório de Eletromiografia- Instituto de Biologia

OMS: Organização Mundial da Saúde

PTH: paratormônio

RF: Musculo Reto Femoral

RMS: Root Mean Square – Raiz Quadrada da Média do sinal Eletromiográfico

SDFP: Síndrome da disfunção fêmuro patelar

UNICAMP: Universidade Estadual de Campinas

VL: Músculo Vasto Lateral

VMO: Musculo Vasto Medial Oblíquo

μV: micro Volts

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características antropométricas das voluntárias	44
Tabela 2: DMO das voluntárias	45
Tabela 3: Dados Clínicos das voluntárias - Análise estatística descritiva e exploratória ..	46
Tabela 4: Valores da Eletromiografia (μV) dos Músculo Reto Femural (RF), Vasto Medial Oblíquo (VMO) e Reto Femural (RF) a 100% da CIVM, a 60% da CIVM e em valores normalizados à 60% da CIVM (N): Análise estatística descritiva e exploratória.....	46
Tabela 5: Matriz de correlações entre as variáveis de Eletromiografia (EMG).....	48
Tabela 6: Resultados do teste de correlação entre EMG e Ca, CauRin, PTH e 25OHD3..	49
Tabela 7: Coeficiente de correlação e p valor entre DMO e EMG	50
Tabela 8: Correlação entre Eletromiografia e Ângulo Q	50
Tabela 9: Correlação Entre EMG e Ângulo Q em pacientes que Não caíram nos últimos seis meses	51
Tabela 10: Correlação Entre EMG e Ângulo Q em pacientes que caíram nos últimos seis meses	51
Tabela 11: Correlação entre Idade EMG e ângulo Q	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Medida do ângulo Q	22
Figura 2: Medida do ângulo Q utilizando o goniômetro	23
Figura 3: linhas de força de tração do músculo quadríceps sobre a patela	24
Figura 4: Ativação da Vitamina D e vias de distribuição	29
Figura 5: Produção e metabolismo da Vitamina D ₃	30
Figura 6: Módulo de aquisição- Myosystem-Br1	39
Figura 7: Célula de carga acoplada ao aparelho extensor	39
Figura 8: Cabos e eletrodos bipolares ativos	40
Figura 9: posicionamento das voluntárias	41

SUMÁRIO

Introdução	17
Eletroniografia de Superfície	18
Eletroniografia dos músculos reto femoral, vasto lateral e vasto medial oblíquo	20
Ângulo quadricipital	22
Eletroniografia e o Envelhecimento	25
Vitamina D	26
O músculo esquelético e a vitamina D	30
Densidade Mineral Óssea	32
Objetivos Gerais	34
Objetivos Específicos	34
Justificativa	35
Material e Métodos	35
Descrição do estudo	35
Sujeitos	36
Densitometria Óssea	38
Análises Laboratoriais	38
Eletroniografia	38
Análise dos dados	42
Aspectos éticos	42

Resultados	43
Análises Descritivas	43
Análises de Correlação	47
Discussão	52
Conclusões	57
Referências	59
Anexos	82
Anexo 1: parecer do comitê de ética em pesquisa	82
Apêndices	84
Apêndice 1: ficha de	84
Apêndice 2: Termo de Consentimento livre e Esclarecido	86

INTRODUÇÃO

A eletromiografia de superfície (EMG), é um recurso utilizado na avaliação de condições musculares diversas. Dentre elas a fadiga, a velocidade de contração muscular, a atividade elétrica associada à força muscular, usualmente utilizada como parâmetro de avaliação de resultados da execução de exercícios terapêuticos. Este trabalho apresenta uma proposta diferente na avaliação de mulheres no período pós menopausa, afim de estudar relações entre o pico da atividade elétrica evocada pelo músculo quadríceps (RMS – root mean square) captado pela EMG de superfície, com alguns exames que rotineiramente são solicitados e ou relacionados para entender a condição clínica dessas pacientes. As variáveis selecionadas foram níveis de 25OHD3, níveis de massa óssea em g/cm^2 e T score, mensurados pela densitometria óssea (DMO), mensuração do ângulo quadricipital (ângulo Q) e ocorrência de quedas.

A comparação dos exames de nível de 25OHD3 e DMO relacionados à EMG, não foi verificada anteriormente na literatura, mas sabe-se que a diminuição de 25OHD3 influencia na função neuromuscular e pode, inclusive, predispor à ocorrência de quedas em mulheres pós menopausadas^{1,2,3}.

A mensuração do ângulo Q é bastante estudada juntamente com a EMG, mas não há estudos em voluntárias nas condições clínicas deste trabalho. Alterações neste ângulo podem predispor as pacientes á síndrome de dor fêmoro patelar (SDFP) e dor no joelho, diminuindo a qualidade de vida dessas mulheres^{4,5}.

As quedas podem sofrer influência da condição da musculatura, predispondo ao aparecimento de outras patologias relacionadas à imobilidade que geralmente ocorrem nos períodos de recuperação funcional^{6,7}.

A EMG do quadríceps pode relacionar-se com as quedas, pois este músculo representa o principal executor da estabilidade e movimentação do joelho ⁶. A função muscular pode ser influenciada pelos níveis de 25OHD3 e pela massa óssea caracterizada pela DMO, e subsequentemente influenciar os resultados da EMG do músculo quadríceps. O estudo do ângulo Q correlacionado com a atividade eletromiográfica pode informar sobre a condição da ativação muscular frente ao posicionamento da patela em relação ao fêmur nas pacientes estudadas. Assim, pode ser demonstrada uma relação entre o acometimento pela SDFP e risco de ocorrência de quedas.

Eletromiografia de superfície

O sinal eletromiográfico é a representação do potencial elétrico gerado pela despolarização do exterior da membrana da fibra muscular durante uma contração. Esse sinal é captado a partir de uma zona de despolarização das fibras musculares ⁸.

As unidades motoras são compostas por uma célula situada no corno anterior da medula espinhal, o axônio com junções neuromusculares e fibras musculares por ele inervadas. O impulso é conduzido pelo axônio para todas as fibras musculares, ocorrendo então, de modo simultâneo, a despolarização. Essa despolarização gera uma atividade elétrica, manifestada por potenciais de ação das unidades motoras, sendo graficamente registrado como um eletromiograma. Este representa a somatória dos potenciais de ação das unidades motoras geradas durante a contração muscular, captada em uma determinada região por meio de eletrodos ^{8,9}. A eletromiografia, definida como o estudo da função muscular por meio da averiguação do sinal elétrico e dos processos fisiológicos da atividade

muscular, é uma das técnicas utilizadas atualmente para a avaliação da função muscular, considerada uma análise biomecânica sofisticada do movimento corporal ^{8,9}.

A eletromiografia tem sido utilizada em estudos básicos de avaliação da atividade das unidades motoras e sua relação com a tensão muscular, em estudos de avaliação da função muscular e também, na avaliação dos resultados de intervenções cinesioterápicas ¹⁰.

A eletromiografia (EMG) de superfície representa um recurso de prática utilização e de fácil entendimento de disfunções do sistema neuromuscular. A utilização ambulatorial facilita o acesso dos pacientes, sendo de baixo custo, boa reprodutibilidade e sem riscos para a saúde dos mesmos ¹⁰. Como exemplos de indicações de uso, pode-se mencionar a avaliação da atividade e função muscular ¹¹, aprendizagem e controle de atividades específicas ^{12, 13}, na avaliação da marcha ou utilizando-se o biofeedback ¹⁴. Com o uso da EMG a literatura também apresenta estudos referentes à fadiga muscular ¹⁵.

Esta técnica vem sendo aplicada como instrumento cinesiológico para a descrição do papel de diversos músculos em atividades específicas, fornecendo informações sobre o prognóstico em termos de reabilitação, juntamente com outras avaliações clínicas ¹⁰. Estudos relacionados ao padrão de frequência do sinal em pacientes com dor miofascial estão sendo atualmente realizados. Estes trabalhos identificaram uma diferença no recrutamento e performance da musculatura afetada pela dor miofascial ¹⁶.

Alguns autores empregam a eletromiografia para analisar a atividade elétrica, a força e a fadiga dos músculos paravertebrais, buscando verificar a atuação dos músculos dorsais em diferentes posições e atividades corporais, e, com isso, identificar fatores que predisõem à dor lombar, além de avaliar os resultados de programas de reabilitação ^{16, 17, 18, 19, 20}. Por meio da eletromiografia Klinge et al ²¹ verificaram aumento na força isométrica dos músculos isquiotibiais, acompanhada por mudanças nas propriedades materiais do

músculo, após treinamentos de força isométrica e de flexibilidade, que não foram afetadas pelos exercícios de flexibilidade.

Alterações no sinal mioelétrico, representando um aumento significativo da força dos músculos posteriores da coxa, após um programa de alongamento muscular com duração de cinco semanas, foi observado por Guirro et al ²². Estes autores concluíram que as alterações se deram devido a uma melhor interação entre os filamentos de actina e miosina, em virtude do aumento do comprimento funcional do músculo.

Eletromiografia dos músculos reto femoral, vasto lateral e vasto medial oblíquo

O músculo quadríceps constitui a maior parte da massa muscular da região anterior e medial da coxa, sendo o mais potente e volumoso do corpo humano. Como o nome indica, apresenta quatro cabeças de origem: reto femoral (RF), vasto medial, vasto lateral e vasto intermédio, sendo este último visualizado apenas quando se rebate o músculo RF. Entretanto, destas quatro cabeças, somente o RF é motor da articulação do quadril sendo, portanto, biarticular ^{23,24}.

O músculo RF é um representante do aparelho extensor do joelho, estabilizador da articulação do joelho e importante mantenedor da postura e de ajustes posturais. Origina-se por duas cabeças, sendo a anterior fixando-se na espinha ilíaca ântero superior (EIAS), e a posterior fixa-se no contorno póstero-superior do acetábulo ²³.

O músculo vasto medial se origina na metade distal da linha intertrocantérica, lábio medial da linha áspera, parte proximal da linha supracondilar medial, tendões do adutor longo e do adutor magno e septo intermuscular medial. Insere-se na borda proximal da patela, através do ligamento patelar, na tuberosidade da tíbia, juntamente com os demais músculos do quadríceps femoral ²⁵.

Contudo, tem-se que a articulação fêmoropatelar é estabilizada por um sistema integrado de estruturas contráteis e não contráteis. A contração do quadríceps é reconhecida como principal fator de influência sobre a tração patelar ²⁶. Durante a extensão do joelho todas as porções do quadríceps, com exceção do músculo VMO, promovem tendência à lateralização da patela ²⁷. As fibras do músculo VMO apresentam inclinação medial de 55° em relação à diáfise femural e sua função é promover estabilização medial da patela²⁸. O músculo quadríceps é determinante para caminhar ou correr, desempenhando papel importante de estabilização da patela e da articulação do joelho durante a marcha ²⁴.

Atualmente a eletromiografia de superfície tornou-se uma técnica muito utilizada no campo da pesquisa e no tratamento de diversas disfunções musculares. Sua técnica segura, de fácil manuseio e não-invasiva vem ganhando espaço no monitoramento da atividade elétrica muscular. Os músculos que atuam sobre a articulação do joelho têm sido alvo de inúmeros estudos utilizando-se a eletromiografia de superfície para estabelecer os padrões de atividade entre os músculos VM e VL. O principal interesse desses estudos é investigar se a diminuição da atividade do músculo VMO em relação ao músculo VL indica uma alteração na estabilização patelar. Numerosos estudos têm comparado a atividade do músculo VMO com a do VL, entretanto, não há um consenso geral entre os autores ²⁹. Estudos de recrutamento do músculo quadríceps em indivíduos com síndrome da disfunção fêmoro Patelar (SDFP) durante o movimento funcional, demonstram que ocorre um recrutamento simultâneo de ambos os músculos VL e VMO ^{30, 31, 32}. Entretanto Cowan ³³ observou que a ativação do músculo VL ocorre anteriormente ao recrutamento do músculo VMO.

Alguns estudos evidenciaram um desbalanço da ativação dos músculos VMO e VL em indivíduos portadores da DFP, o que consiste mais em uma mudança no controle motor que mera alteração da força muscular ³³. Mellor e Hodges ³⁴ investigaram a sincronização

das unidades motoras dos músculos VM e VL, apontando um alto grau de sincronização motora entre os dois músculos. Isto representaria um mecanismo simplificado de coordenação do sistema nervoso central sobre os músculos VM e VL na articulação femoropatelar em indivíduos saudáveis.

Ângulo Quadricipital (Q) e a síndrome da dor fêmoro patelar (SDFP)

O ângulo Q é formado pelo cruzamento de duas linhas imaginárias: a primeira formada da espinha íliaca ântero-superior até o ponto médio patelar, e a segunda, da tuberosidade anterior da tíbia até o ponto médio patelar (Figura 1). Seu valor normal médio em homens é de 13° e em mulheres 18°^{35, 36, 37,38, 24}.

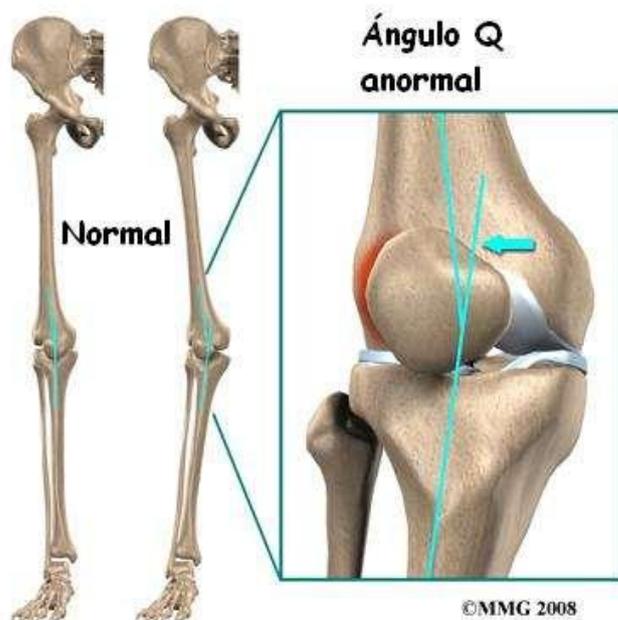


Figura 1: medida do ângulo Q

Fonte: <http://elissonmonteiro.blogspot.com.br/2011/12/sindrome-da-dor-femoropatelar.html>

A mensuração desse ângulo pode ser realizada por diferentes métodos, sejam radiografias^{32, 4}, ou clinicamente através do goniômetro⁴ (Figura 2), e de diferentes formas, com o paciente em posição supina com os joelhos em extensão total e quadríceps relaxado^{5, 4}

ou contraído ³³, em ortostatismo ^{37, 4}, sentado com os joelhos flexionados em 90° ou em 20-30° com o máximo de rotação medial, lateral ou posição neutra da tibia ³⁷.

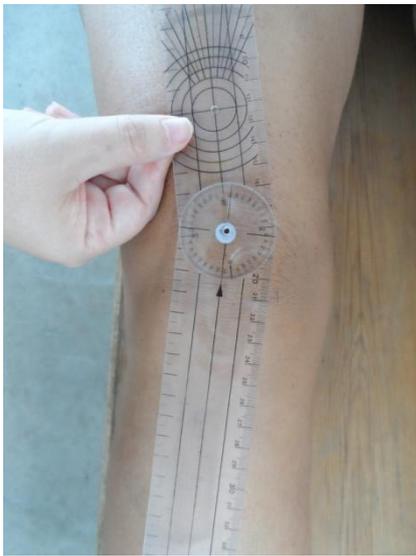


Figura 2: medida do ângulo Q utilizando o goniômetro

O aumento do ângulo Q gera um maior vetor em valgo, e aumenta a tração lateral da patela, causando o aumento da pressão na face lateral patelar, podendo conduzir a uma luxação patelar, amolecimento da cartilagem e estresse do retináculo, além de contribuir para o desenvolvimento da SDFP ^{4, 5}. De acordo com Ribeiro et al ⁴¹, além do aumento do ângulo Q, outros fatores podem contribuir para o desenvolvimento da SDFP, como a incongruência fêmoro patelar. Estes autores encontraram em seu trabalho maior atividade elétrica do VLL (vasto lateral longo), juntamente com o aumento do ângulo do sulco troclear do fêmur e a diminuição do ângulo de congruência patelar neste sulco, em pacientes com SDFP. Os indivíduos normais apresentaram uma melhor congruência femoropatelar e um equilíbrio entre VMO e VLL.

Ainda não há um consenso em relação à etiologia e diagnóstico da SDFP (Wilk et al, 1996), mas, para alguns autores, a etiologia da SDFP inclui fatores como: trauma, *overuse*, alteração osteocondral, irritação da plica sinovial, frouxidão ligamentar ⁴⁰, incongruência entre estruturas ósseas (especialmente o formato do sulco troclear, da patela e seu

posicionamento), e alinhamento do fêmur com a tíbia e o ângulo Q, caracterizando o mau alinhamento patelar ⁴¹. Dentre os fatores biomecânicos mais relacionados ao desenvolvimento da SDFP, destaca-se a insuficiência ou desequilíbrio entre os estabilizadores dinâmicos medial (vasto medial oblíquo - VMO) e lateral (vasto lateral longo - VLL) da patela (Figura 3) ^{36, 41, 42}. Outros estudos ^{31, 43} verificaram que o músculo vasto lateral oblíquo (VLO) exerce uma importante função estabilizadora na patela, contrapondo-se ao VMO. Mas, ainda existem controvérsias em relação ao comportamento desses músculos e ao posicionamento da patela durante movimentos de extensão da perna, e a associação desses fatores fisiológicos com fatores anatômicos na etiologia da SDFP.

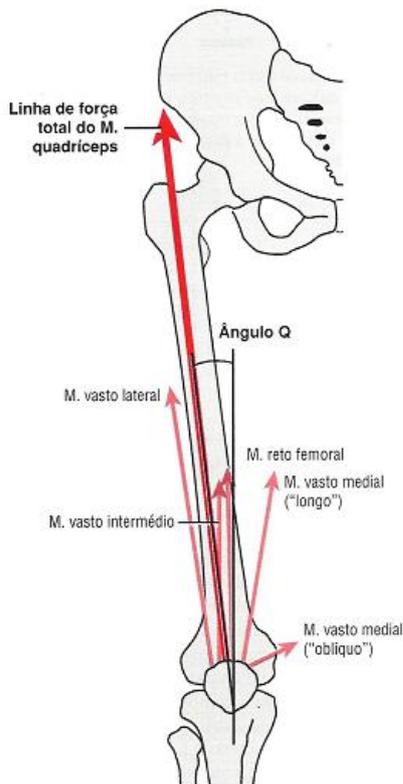


Figura 3: linhas de força de tração do músculo quadríceps sobre a patela

Fonte: <http://elissonmonteiro.blogspot.com.br/2011/12/sindrome-da-dor-femoropatelar.html>

Embora o ângulo Q não seja a única nem a principal ferramenta para a predição da SDFP, ainda representa uma informação fácil e rápida de ser mensurada. Belchior et al ³⁵, verificaram maior diferença do ângulo Q, mensurado com o goniômetro, em mulheres com

SDFP na posição supina com o músculo quadríceps relaxado, diferença que não foi encontrada com este músculo em contração.

A Eletromiografia, o envelhecimento e as quedas

O músculo esquelético sofre com alterações funcionais durante o processo de envelhecimento, que pode ser percebido de forma mais direta com a diminuição da força muscular. Estudos foram realizados constatando um declínio na força muscular, principalmente em mulheres durante o envelhecimento, relacionados ao declínio nos níveis de testosterona, coincidindo com o período de pós menopausa ⁴⁴.

A EMG tem demonstrado que há alteração no padrão de ativação muscular com o envelhecimento. São descritas algumas características deste padrão em mulheres idosas, como uma redução do tempo da resposta reflexa em membros inferiores ⁴⁵, redução do volume muscular associado ao torque durante extensão de joelho, ⁴⁶ um aumento no tempo de coativação muscular ^{46, 47, 48}, e pobre recuperação em força e velocidade de resposta da musculatura da coxa após tropeço ⁴⁹. Além de uma diminuição da performance neuromuscular, mulheres em processo de envelhecimento e no período pós menopausa apresentam redução de massa muscular e de massa óssea ^{49, 50}.

As quedas, determinando fraturas são as principais causas de morte em pessoas acima de 85 anos ⁵², e em grande parte devido às perdas e limitações fisiológicas decorrentes do processo do envelhecimento. O controle do equilíbrio e a perda da força em membros inferiores têm sido considerados importantes fatores de risco de quedas ⁷. O quadríceps, em especial, contribui nas respostas de reação para o reestabelecimento do equilíbrio durante a marcha ou em posição ortostática ⁶.

Dessa forma, estudos sobre coativação, ou simultânea ativação de vários músculos ao redor de uma articulação, têm sido realizados como uma importante ferramenta no entendimento dos mecanismos de quedas em idosos (Pereira and Golçalves, 2011)⁴⁷. Em idosos o tempo de coativação influencia negativamente na produção de força e no gasto energético durante a marcha (Lee and Kerigan, 1999; Macaluso, et al., 2002; Mian, et al, 2006)^{53, 46, 54}. Pereira and Golçalves (2011)⁴⁷ confirmaram estes achados utilizando-se da Eletromiografia (EMG) de Superfície, tendo verificado que a coativação muscular influencia a capacidade de produzir força em um curto período de tempo em mulheres idosas, o que pode aumentar o risco de quedas nesta faixa etária, visto que existe prejuízo no controle da marcha e equilíbrio.

A Vitamina D

Durante o século XX uma grande avanço área de pesquisa na bioquímica foi a identificação das vitaminas, sendo estas compostos essenciais para a saúde humana e de outros animais vertebrados, mas que não podem ser sintetizados por eles, e portanto precisam ser ingeridas na dieta. Os primeiros estudos nutricionais identificaram duas classes gerais destes compostos: as vitaminas hidrossolúveis (aquelas que poderiam ser extraídas dos alimentos por solventes aquosos) e as lipossolúveis (solúveis em solventes orgânicos não polares). O grupo lipossolúvel compõe-se das quatro vitaminas A, D, E e K. A vitamina D é um derivado do colesterol, e nos animais vertebrados, o precursor de um hormônio essencial para o metabolismo do cálcio e do fosfato. Esta se origina dos alimentos (vitamina D2 ou D3) ou pela síntese na pele (vitamina D3)^{55, 56, 57}.

A vitamina D é uma classe em si própria, considerada como um hormônio. Este fato se deve a seus inúmeros efeitos no organismo, influenciando diversas vias metabólicas, as funções celulares e um número incontável de genes ⁵⁸. Age na inibição de doenças, como a artrite reumatóide ^{59, 60}, esclerose múltipla ^{61, 62, 63, 64} e diabetes melitus ^{65, 66, 67}. Não é apenas a suplementação vitamínica que garante a ação eficaz da vitamina D, mas a exposição ao sol para ativação adequada de suas funções vem sendo defendida nos últimos anos ^{58, 68}. Dentre os benefícios da vitamina D, associados à exposição ao sol também foi relatada a melhora da saúde mental, em pacientes diagnosticados com insônia ^{69, 70}, demência ⁷¹, depressão ⁷², desordem afetiva de origem sazonal ⁷³, e esquizofrenia ^{74, 75}.

A vitamina D, associada à exposição à radiação ultravioleta (B) diminui a velocidade de crescimento do tumor cancerígeno, em diversos tecidos como por exemplo mama, cólon, próstata, ovário e pâncreas, verificados por diferentes estudos ^{76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83}. Ainda há estudos evidenciando o efeito benéfico desta vitamina para o sistema cardiovascular ^{84, 85, 86, 87, 88, 89, 90} para o sistema imune ^{91, 92, 93}, em doenças renais ⁹⁴, obesidade e síndrome metabólica ⁹⁵, saúde oral ⁹⁶, fibromialgia ⁹⁷, gravidez e lactação ⁹⁸, síndrome pré menstrual ⁹⁹, psoríase ¹⁰⁰, osteoporose e força muscular. ^{3, 101, 102, 103, 104}

O efeito positivo da vitamina D sobre a mineralização, por absorção adequada de cálcio nos ossos é conhecido. Esta vitamina presente na alimentação, ou via suplementação, previne o raquitismo, uma enfermidade que já foi comum em países de climas frios, onde a vestimenta pesada bloqueava o componente ultravioleta da luz solar, necessário para produção de vitamina D₃ na pele ¹⁰⁵. É necessária, em sua forma ativa, para a formação normal e mineralização dos ossos e dentes, sendo um dos representantes bioquímicos dos esteróides, lipídeos que apresentam um núcleo tetracíclico característico em sua membrana, ⁵⁵. Dessa forma a administração de vitamina D associada ao cálcio são considerados como

prevenção e tratamento mais eficazes para a osteoporose, associada á exposição moderada ao sol.

A vitamina D₃, por si mesma, não é biologicamente ativa, mas é o precursor de 1,25 dihidroxicolecalciferol (FIG 1), um potente hormônio que regula a absorção de cálcio no intestino e o equilíbrio entre a liberação e deposição de cálcio e fósforo nos ossos. Também chamada de colecalciferol (7-diidrocolesterol), forma-se normalmente na pele em uma reação fotoquímica catalisada pelo componente ultravioleta da luz solar. Ela é abundante nos óleos de fígado de peixes e adicionada ao leite comercial como um complemento nutricional. É absorvida principalmente no jejuno, por um processo que é facilitado por sais biliares, ácidos graxos e monoglicerídeos. A vitamina D e seus metabólitos são transportados pelo sangue ligados a uma alfablobulina, denominada proteína ligadora de vitamina D (PLD). A gravidez e o estrogênio aumentam a concentração de PLD e as hepatopatias e a proteinúria a diminuem ⁵⁷.

A primeira etapa da bioativação da vitamina D ocorre no fígado, onde a 25 OHD-hidroxilase, uma enzima citocromo P 450, converte a vitamina D em 25 (OH) D₃(calcifediol). Após sua síntese, liga-se à transcalciferina, sendo transportada para os rins, tornando-se assim ativada pelas mitocôndrias presentes nos túbulos contorcidos proximais. Sua produção hepática é relativamente preservada, exceto na hepatopatia grave. Entretanto, compostos como a fenitoína e o fenobarbital, que induzem enzimas metabolizadoras de medicamentos no fígado, alteram ao metabolismo hepático de vitamina D, podendo levar à doença óssea clínica em indivíduos com depósitos limítrofes dessa Vitamina ^{57, 106}.

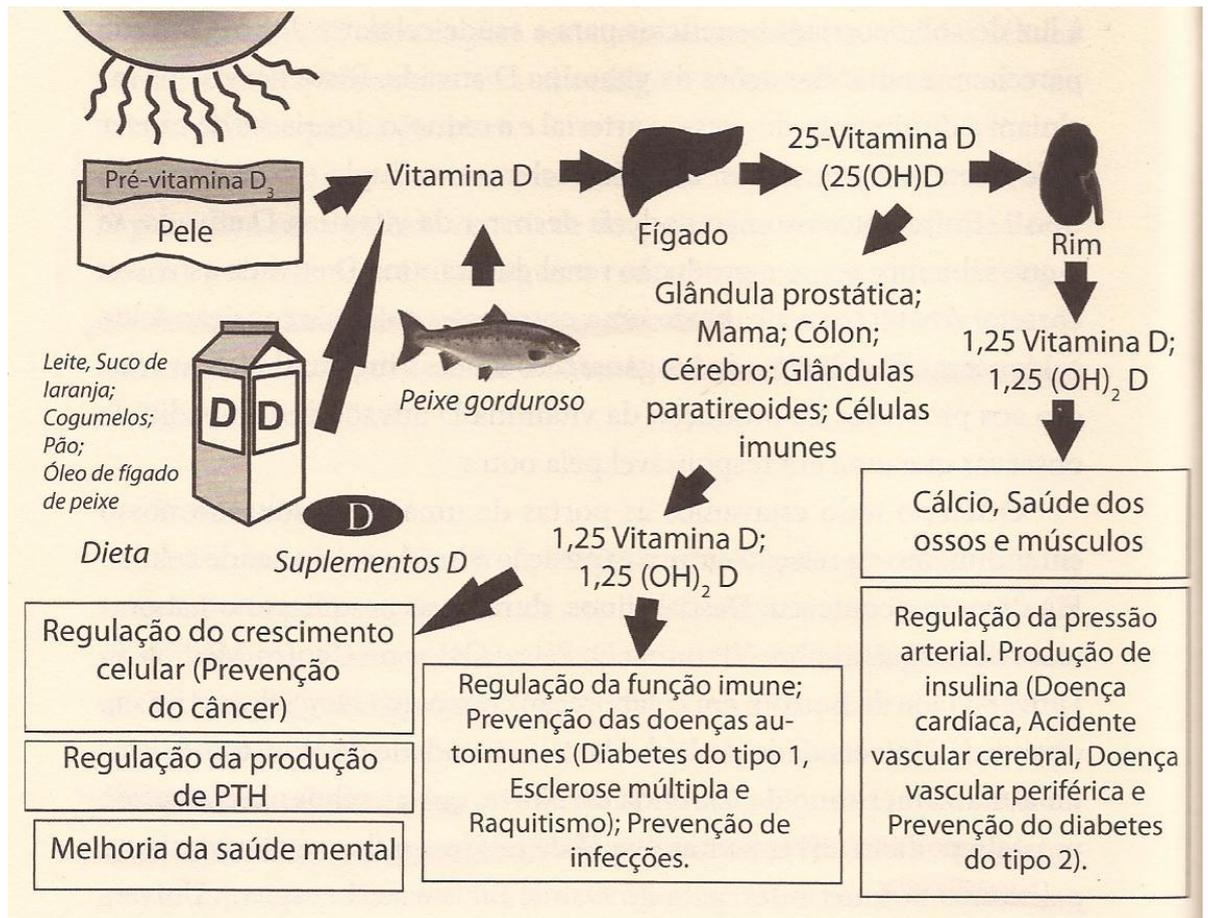


Figura 4: Ativação da vitamina D e vias de distribuição

Fonte: “A vitamina D: como um tratamento tão simples pode reverter doenças tão importantes”, (Holick, 2010)⁶⁰.

Pedrosa and Castro ¹⁰⁷, também evidenciaram que a maior parte da 25 (OH)D-hidroxilase é depositada no tecido gorduroso, seu principal reservatório. Acrescentaram que a sua produção no fígado, além de rápida sofre pouca regulação. Defenderam que a passagem renal da 25 (OH)D-hidroxilase (calcidiol), já transformada em 1,25 dihidroxivitamina D [1,25(OH)₂D] ou calcitriol, pelos rins é estreitamente controlada por fatores como níveis de paratormônio (PTH), e de fosfato, diferentemente da etapa que ocorre no fígado. A elevação plasmática de PTH e diminuição de fosfato estimulam a atividade da 1- α hidroxilase. Portanto, a 1,25 (OH)₂ retro-regula sua produção, inibindo a atividade da 1- α hidroxilase, ocorrendo o mesmo com a redução do PTH e aumento de fosfato ¹⁰⁸.

Com isso, a deficiência de vitamina D acarreta uma formação defeituosa dos ossos, resultando em raquitismo durante a infância, e pode estar associada também à osteopenia durante a menopausa em mulheres de meia idade^{105,57}.

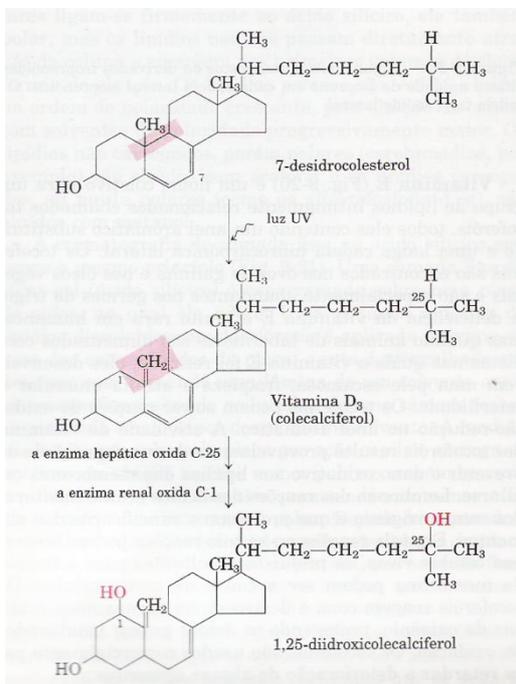


Figura 5: Produção e metabolismo da vitamina D₃. A vitamina D₃ é produzida pela irradiação do 7-desidrocolesterol na pele, e no rim é convertido no hormônio ativo 1,25-diidroxicolecalciferol, o qual regula o metabolismo de Ca²⁺ e PO₄³⁻ (Fonte: Lehninger et al, 2000).

O músculo esquelético e a vitamina D

A vitamina D é um hormônio que atua em aproximadamente 200 genes e receptores dessa vitamina (VDR) foram encontrados em uma grande variedade de tecidos do corpo⁵⁸, incluindo o músculo esquelético, onde está intimamente relacionado à força muscular e à função motora^{3, 109, 110}. A redução de massa óssea e comprometimento muscular em mulheres na pós menopausa podem estar associadas a níveis inadequados de 25-OH-Vitamina D³ (< 30 ng/ml)^{110, 111, 112}.

A deficiência de vitamina D também tem sido relacionada à perda de força e da massa muscular^{103, 113, 114}, com prejuízo do equilíbrio e aumento da incidência de quedas^{1, 3, 115}.

Receptores de vitamina D podem ser encontrados em quase todos os tecidos do organismo humano, e outras ações, além das relacionadas ao metabolismo mineral tem sido imputadas à esta vitamina. Dentre estes efeitos, estão as ações sobre o músculo esquelético, envolvendo o transporte de cálcio e a síntese protéica^{116, 117, 118, 119}. Na musculatura esquelética dos membros inferiores do idoso, constata-se que níveis inadequados de vitamina D (< 30 ng/ml) podem levar a uma diminuição da ligação desta aos receptores específicos para vitamina D, determinando prejuízo para as funções neuromusculares dos membros inferiores, e assim, aumentando o risco e frequência de quedas e fraturas⁵⁸.

No entanto, segundo Pedrosa e Castro¹⁰⁷, há muito a ser descoberto acerca das funções da vitamina D sobre o sistema nervoso central, até mesmo em condições inusitadas como a doença de Parkinson, a demência senil e até mesmo o autismo. Portanto, pesquisas são necessárias para ratificar seus benefícios sobre a força muscular, oscilação postural e incidência de quedas, tão comum entre idosos. Estes autores defendem que se obtidos resultados positivos, estes poderão nortear a implementação de políticas de saúde para a população geriátrica brasileira, oferecendo uma outra alternativa eficiente para prevenção de fraturas osteoporóticas.

Encontra-se também na literatura que níveis baixos de vitamina D (< 30 ng/mL) podem ser condizentes com o aumento da incidência de quedas, podendo estas terem uma correlação direta com o número de fraturas em portadores de osteoporose^{109, 120}.

Outros estudos relacionam reduções de funções motoras no envelhecimento com níveis reduzidos de vitamina D^{110, 111, 112}. Como resultado, ocorre maior desequilíbrio, maior incidência de quedas e fraturas^{6, 7}. Uma possível forma de entendimento destes

resultados, embora este não tenha sido a forma de análise empregada neste trabalho, pode ser encontrada na comparação com os estudos utilizando-se técnicas histoquímicas e bioquímicas de biópsias musculares em adultos com profunda deficiência de vitamina D. Estes estudos revelaram atrofia de fibras musculares do tipo II (de contração rápida), justificando que estas seriam as primeiras a serem recrutadas para impedir uma queda ^{121, 122, 123, 124, 125}. Em condições normais, em humanos, o músculo VL apresenta fibras do tipo 2A e 2B VL ¹²⁶ e a sequência de velocidades de contração da mais lenta para a mais rápida pode ser entendida como sendo as de contração mais lenta as fibras de tipo I, e as de contração rápida as de tipo II. Existem subtipos que podem ser encontrados, podendo indicar uma plasticidade na transformação entre os tipos I e II, que são os IC, IIC, e os tipos híbridos IIAD e IIDB. Classificando esses tipos, de acordo com a velocidade de contração referentes aos tipos e subtipos de fibras musculares tem-se: I ↔ IC ↔ IIC ↔ IIA ↔ IIAD ↔ IID ↔ IIDB ↔ IIB ^{127, 128}. Mas uma limitação para comparação com os outros músculos, em relação à função do quadríceps como um todo na estabilização da patela, está na ausência da análise de biópsias dos músculos VMO e RF, tanto para o estudo da tipagem, quanto na correlação com a vitamina D, pois apenas o músculo VL é utilizado para acesso das biópsias musculares com agulha, em mulheres no período pós menopausa, ou mesmo no envelhecimento.

Entretanto, não foi encontrada na literatura correlação entre a administração de vitamina D e alteração no sinal EMG do músculo quadríceps como um músculo importante, quando se discute sobre controle da função de membros inferiores. De acordo com alguns autores ^{103, 113, 114, 129}, ocorre diminuição da força muscular na deficiência desta vitamina, sendo, então, interessante o estudo desta característica do músculo por meio da EMG.

Densidade mineral óssea

O diagnóstico e monitoração do tratamento da osteoporose é um desafio para os profissionais da saúde, devido ao grande número de testes disponíveis e a complexidade da interpretação. O exame de densidade mineral óssea (DMO) é uma medida não invasiva da avaliação da medida esquelética ¹³⁰.

A tecnologia “padrão ouro” para o diagnóstico e monitoração é a absorciometria por raios -X duo energética (DXA) da coluna, quadril, ou antebraço. Portanto, o risco de fratura pode ser previsto utilizando DXA e outras tecnologias em vários sítios esqueléticos. Em estudos laboratoriais existe uma grande correlação entre DMO e a força necessária para fraturar um osso ^{131, 132}.

A DXA mede a DMO (ou BMD: *Bone Mineral Density*) em gramas por centímetro quadrado (g/cm^2), utilizando radiação de energia com feixes de prótons de dois níveis diferentes de energia. As diferenças nas atenuações desses feixes se verificam devido às variações de densidades dos tecidos por onde atravessa. O osso, por exemplo, é composto de minerais, principalmente a hidroxiapatita, embebida em colágeno tipo I e proteínas específicas que formam a matriz óssea, absorvendo muito mais radiação do que os tecidos moles. Sendo assim, a quantidade de energia dos raios-X absorvida pelo cálcio da porção mineral do osso em uma secção, determina o conteúdo mineral ósseo ¹³⁰.

Outras determinações da força de resistência do osso incluem análise do tamanho (ossos maiores são mais resistentes), estrutura macroscópica (ossos longos com área de secção transversal maiores têm menor propensão à deformação), estrutura microscópica (fendas microscópicas e diminuição do conteúdo da arquitetura normal, quebram mais facilmente os ossos) e a composição das proteínas do osso (colágeno anormal enfraquecem os ossos) ^{130, 131}.

Portanto, alguns autores apontam várias vantagens para a escolha da utilização da densitometria óssea, como o método preferido atualmente para o diagnóstico complementar da osteoporose. Estudos de biomecânica mostraram uma forte correlação entre a força mecânica suportada pelo osso e a densidade medida pela DXA ¹³². Outras vantagens referem-se à excelente abrangência e precisão conseguida com a DXA ¹³³, além de a exposição radioativa ser baixa ¹³⁴. Em estudos epidemiológicos, foram encontradas correlações entre risco de fraturas e a medida de DMO baixa, medida pela DXA (Marshall , 1996)¹³⁵. Segundo Cranney ¹³⁶ e Wasnich ¹³⁷ vários pacientes selecionados pelo resultado de baixa DMO, encontrado com a utilização de DXA, se beneficiaram em tratamentos medicamentosos para diminuir o risco de fraturas.

Para a OMS, a DXA é o meio de referência para obtenção da massa óssea, não sugerindo outra tecnologia para mensuração da mesma ¹³⁸.

Não foram encontrados na literatura, trabalhos que relacionam-se a atividade EMG com DMO em mulheres no período pós menopausa. Sabe-se que, nesta condição, há maior risco de fratura relacionada às quedas ^{135, 139}.

OBJETIVOS GERAIS

O presente estudo objetivou avaliar a interferência de variáveis clínicas como níveis de 25OHD3, DMO, ângulo Q e incidência de quedas na atividade muscular, medida pelo sinal obtido por EMG do músculo, em mulheres no período pós menopausa.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Este estudo teve como objetivos:

1. Avaliar as condições dos músculos VL, VMO e RF, componentes do músculo quadríceps femoral; em mulheres após a menopausa
2. Avaliar as relações entre a EMG de superfície desses músculos e outras condições comprometidas pelo envelhecimento e que podem ser quantificadas:
 - a. Massa óssea
 - b. Níveis séricos de 25(OH)vitamina D₃.
 - c. Incidência de quedas
 - d. Ângulo Q

JUSTIFICATIVA

Não foram encontrados na literatura, estudos correlacionando a EMG de quadríceps com níveis de massa óssea. Também não foram encontrados estudos correlacionando a EMG com níveis de vitamina D, ângulo Q e incidência de quedas em mulheres no período pós menopausa. Este estudo visou contribuir para o entendimento dos mecanismos que podem prevenir quedas, pois diferentes níveis de massa óssea ou de vitamina D poderiam interferir de maneira distinta na resposta EMG do músculos quadríceps femural.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição do Estudo

As voluntárias foram selecionadas no Ambulatório de Osteoporose e Doenças Osteometabólicas da Disciplina de Reumatologia da Faculdade de Ciências Médicas (FCM) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e no Ambulatório de Menopausa do CAISM/UNICAMP. Nesta seleção a voluntária era esclarecida sobre os procedimentos que seriam realizados e o objetivo do estudo, assinando o termo de consentimento informado (APÊNDICE 2) antes do agendamento da data da coleta.

Na data agendada para coleta a voluntária se dirigia para o Laboratório de Bioquímica e Fisiologia Clínica do Hospital de Clínicas da UNICAMP (HC/UNICAMP), e trazia a urina colhida no dia anterior (Caurin 24hs) e em jejum de no mínimo 8hs era submetida a coleta de sangue, para dosagem de 25OHD3, glicemia, PTH e calcemia (CA). Estes exames foram processados no Laboratório de Bioquímica e Fisiologia do HC/Unicamp, e posteriormente, os dados foram enviados para os prontuários das voluntárias, sendo depois registrados para este estudo.

Após a coleta dos exames, a paciente fazia um lanche e se dirigia ao laboratório de Eletromiografia (LEMG-IB/Unicamp) para a coleta da EMG do músculo quadríceps da coxa.

Sujeitos

Foram incluídas mulheres atendidas no Ambulatório de Osteoporose e Doenças Osteometabólicas da Disciplina de Reumatologia da Faculdade de Ciências Médicas (FCM)

da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e no Ambulatório de Menopausa do CAISM/UNICAMP com menopausa instalada.

Foram considerados critérios de exclusão: presença de trauma em membros inferiores, osteoartrite de membros inferiores, atividade esportiva competitiva, tratamento farmacológico para doenças osteometabólicas, presença de doenças do aparelho digestivo que influenciem na absorção intestinal de cálcio, diabetes, etilismo, neoplasias, doenças reumáticas, neurológicas centrais e periféricas e outras condições que interfiram com níveis de vitamina D, e deficiências da marcha e equilíbrio.

As mulheres eram convidadas a participar do estudo durante suas consultas ambulatoriais de rotina. Aquelas que concordassem a participar eram avaliadas em exame clínico e entrevista quanto aos critérios do estudo. Uma ficha especialmente elaborada para esse fim era preenchida pelo pesquisador, contendo dados referentes à idade, raça, tempo de idade de início da menopausa, incidência de quedas nos últimos 6 (seis) meses, ocorrência de fraturas nos últimos 6 meses, presença de dores ou de outras patologias associadas, peso (em quilogramas- Kg), a altura das voluntárias (em centímetros- cm) e índice de massa corpórea. Eram questionadas quanto à prática de atividade física regular sendo consideradas sedentárias aquelas sem hábito de atividade física, e praticantes aquelas com prática de uma a sete vezes por semana, de atividades físicas não competitivas (APÊNDICE 1).

Um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 1), elaborado especificamente e aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) (ANEXO 1) e em acordo com a Declaração de Helsinqui (1996), foi assinado por todas as pacientes recrutadas.

Densitometria Óssea

A avaliação da massa óssea foi feita através do equipamento DEX (Dual Energy X-

ray Absorptimetry) da LUNAR DPX (LUNAR Corporation) na coluna lombar (L1-L4), colo de fêmur e femur total. Os resultados dessa avaliação foram expressos em unidades de valores relativos de T-score e em g/cm^2 .

Análises Laboratoriais

A dosagem sérica de 25-OH vitamina D³ foi realizada através de imunoensaio (DiaSorin 25-OH-D³) com valores normais entre 11-70 ng/ml. A dosagem de PTH foi realizada no Sistema de Imunoensaio Automatizado-Eletroquimioluminescência[®] (Cobas e411 analyser, Roche Diagnostics, Rotkreuz, Switzerland) com valores de referência entre 15,0-65pg/ml. Calciúria de 24 horas foi analisada pelo ensaio colorimétrico cinético (Sistema Analítico Automatizado Modular– Hitachi Roche[®]), considerando valores de referência normais de 100-300mg/24hs; também foi feita a análise da calcemia, com valores de referência, para adultos maiores de 50 anos, de 8,4 a 9,7mg/dl.

Todos os exames foram processados pelos Laboratórios de Bioquímica e Fisiologia Clínica do Hospital de Clínicas da UNICAMP.

Eletromiografia

Eletromiógrafo, *Software* e Eletrodos

A eletromiografia de superfície foi realizada utilizando-se o módulo de aquisição de sinais biológicos da marca DataHominis Tecnologia[®], modelo Myosystem-Br1 (Uberlândia, MG), com doze canais de entrada (Figura 6). A conversão dos sinais analógicos para digitais (A/D) foi realizada por placa com faixa de entrada de 16 bits de resolução, frequência de amostragem de 2KHz, módulo de rejeição comum maior que 90 dB, taxa de ruído do sinal menor que 3mV e impedância do sistema de 10^{10} Ohms.



Figura 6 – Módulo de aquisição - Myosystem-Br1

O eletromiógrafo foi acoplado a um notebook alimentado por bateria para minimizar ocorrência de ruídos.

Os canais foram compostos por filtros passa banda de 15 Hz a 1KHz. Os eletrodos ativos possuem ganho de 20 vezes, o ganho do condicionador programável por software, variando entre 0,625 a 800 vezes.

O acoplamento a módulo de aquisição de sinais uma célula de carga (Figura 7) da marca Alfa Instrumentos®, com capacidade de 200 Kgf, permitiu a análise da força de tração exercida por cada sujeito durante o esforço isométrico, a fim de determinar a carga máxima (100%) e a 60%, para a captação dos sinais mioelétricos do músculo quadríceps nessas forças.



Figura 7 – Célula de carga acoplada ao aparelho extensor

Os dados foram correlacionados com os sinais mioelétricos captados permitindo, portanto, uma melhor interpretação do fenômeno investigado.

Para captação da atividade mioelétrica foram utilizados eletrodos ativos de prata-cloreto de prata, com distância inter-eletrodo de 10 mm e dispostos perpendicularmente em relação à direção das fibras musculares. Os eletrodos posicionaram-se de forma que a orientação das placas estivessem longitudinalmente às fibras musculares. Como eletrodo de referência foi utilizada uma placa metálica circular com 4 cm de diâmetro untado com gel eletrocondutor (Lectron II[®]), posicionado em nível do processo espinhoso de C7. Nas áreas a serem realizadas as avaliações, a pele foi preparada com tricotomia, esfoliação com uma lixa fina e limpeza com álcool etílico hidratado (70%), para reduzir a impedância da pele ^{140, 141, 142}.



Figura 8 – Cabos e eletrodos bipolares ativos

Os músculos analisados pela EMG foram Reto Femural (RF), Vasto Medial Oblíquo (VMO) e Vasto Lateral (VL). O posicionamento dos eletrodos seguiu o protocolo de SENIAM (Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles) ¹⁴¹.

Para o músculo RF a meia distância entre pontos de referência da espinha íliaca ântero superior e a borda superior da patela. Eléctrodos necessitam de ser colocados a 80% sobre a linha entre a espinha íliaca anterior superior e no espaço da articulação, em frente da borda anterior do ligamento medial. Para o músculo VMO o eletrodo foi posicionado à 80% de distância, sobre a linha entre a espinha íliaca anterior superior e do espaço da articulação, em frente da borda anterior do ligamento medial. Para o músculo VL estabeleceu-se a 2/3 distais entre a espinha íliaca ântero superior e a borda lateral da patela.

No procedimentos para EMG, cada voluntária foi orientada e treinada sobre os movimentos a serem realizados e seu respectivo tempo de repetição e repouso antes do início da coleta dos dados. A seguir a paciente foi posicionada no aparelho extensor, com a articulação coxo-femoral a 90° de flexão com tronco apoiado no encosto e cabeça neutra (Figura 9). Foram realizadas três contrações voluntárias isométricas máximas (CIVM), sendo a média das contrações considerado como 100% da CIVM¹⁴³. Realizaram-se também, três contrações a 60% da CIVM, modulada por emissão de som do biofeedback do software utilizado. A articulação do joelho foi posicionada a 60° de flexão em relação ao eixo longitudinal da tíbia utilizando-se o goniômetro¹⁴⁴.



Figura 9: Posicionamento das pacientes

O movimento foi realizado contra a resistência oferecida pela célula de carga durante cinco segundos, com três minutos de repouso entre cada repetição, além de um repouso de dez minutos entre cada tomada de três contrações, afim de prevenir exaustão ou fadiga do músculo. A regulagem da cadeira extensora foi ajustada individualmente, permitindo maior

conforto e ergonomia durante a realização da tarefa. As medidas individuais foram anotadas na ficha de avaliação da voluntária ^{145, 143}. Inicialmente foi avaliado o nível de atividade EMG em repouso, e a coleta foi executada quando o valor RMS (Root Mean Square – Raiz Quadrada da Média) do sinal era menor que 3 mV, minimizando dessa forma a influência no sinal por ruídos.

A análise realizada utilizou-se dos sinais normalizados a 60% da CIVM e valores não normalizados.

Para análise quantitativa da amplitude do sinal eletromiográfico foi utilizado o RMS, expresso em mV ⁹. Foi considerado para cada atividade analisada dos músculos, tanto a 100% quanto a 60% da CIVM, a média de três contrações.

Análise dos dados

Foram utilizados para tratamento dos resultados obtidos os instrumentos: teste de diferença de médias de Wilcoxon , análise exploratória dos dados para análises descritivas (média, mediana, valor mínimo e máximo, e desvio padrão) e análise de correlação de Spearman juntamente com o teste de hipóteses para verificação das correlações entre as variáveis estudadas. O nível de significância utilizado foi de 95% de confiança ($p \leq 0,05$).

Aspectos Éticos

As voluntárias, após receberem esclarecimentos sobre o estudo, foram convidadas a participar do mesmo. As que aceitaram participar do presente estudo, leram, receberam explicações sobre detalhes os procedimento, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice 2).

Este trabalho foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas/Unicamp conforme parecer No. 465/2007 (ANEXO 1).

RESULTADOS

Análises Descritivas

Das 54 pacientes recrutadas, foram excluídas 24, sendo que nove delas apresentavam condições que inviabilizariam a confiabilidade dos resultados: esclerodermia, deficiência visual, obesidade, dificuldade no entendimento de comandos verbais, inapetência ou debilidade, hemiparesia leve, hepatite B e hipotireoidismo, presença de órtese, dor no quadril, presença de úlcera varicosa e pé equinovaro. Outras 15 pacientes foram excluídas, pois não estiveram disponíveis para a avaliação completa, desmarcaram ou não compareceram na data agendada para coleta.

As 30 mulheres selecionadas para o estudo apresentavam média de idade de 61,79 (49-73, \pm 6,81) com índice de massa corporal (IMC) médio de 26,37 kg/m² (20-34, \pm 3,26). A média de idade para a menopausa foi de 48,03 anos (36-59 \pm 5,96), e o tempo médio de menopausa foi de 13,4 anos (1-27, \pm 7,127). (Tabela 1).

Tabela 1: Características das pacientes quanto à idade e variáveis antropométricas.

No. ESTUDO- HC	Idade (anos)	Massa corporal	Estatura (m)	IMC
		(Kg)		Índice da massa corporal=massa/estatura ²
Média	61,79	62,9	1,54	26,37
Variância	46,38	86,4	0,002	10,60
Desvio Padrão	6,81	9,3	0,05	3,26
Mínimo	49	45	1,45	20,57
Mediana	61	63,5	1,54	26,02
Máximo	73	88,0	1,65	34,81

Dez das pacientes (34%) relataram quedas nos últimos seis meses (Figura 1), 20% tiveram fraturas nos seis meses que antecederam a coleta (sete em membros superiores e duas em membros inferiores). 37% das voluntárias – sendo 12 delas, afirmaram que costumam praticar atividade física uma a sete vezes por semana. Dentre as atividades realizadas oito

praticavam caminhada, uma caminhada e hidroginástica, uma praticava ciclismo, uma fazia *step*, e uma ginástica localizada; enquanto 18 eram sedentárias (Gráfico 2).

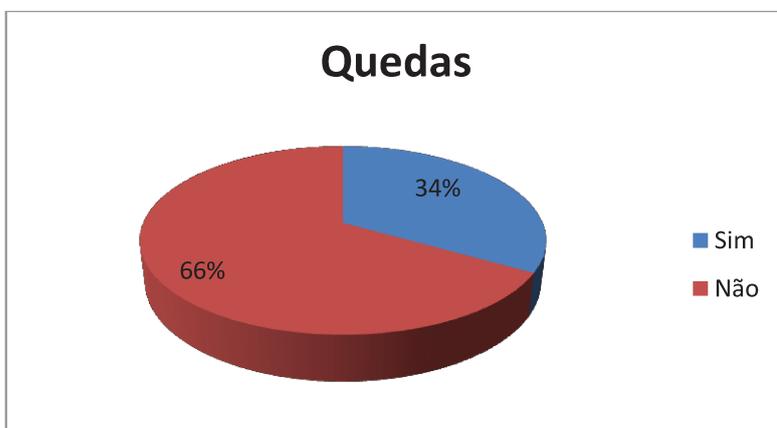


Figura 10: Incidência de quedas nos 6 meses anteriores à coleta dos dados

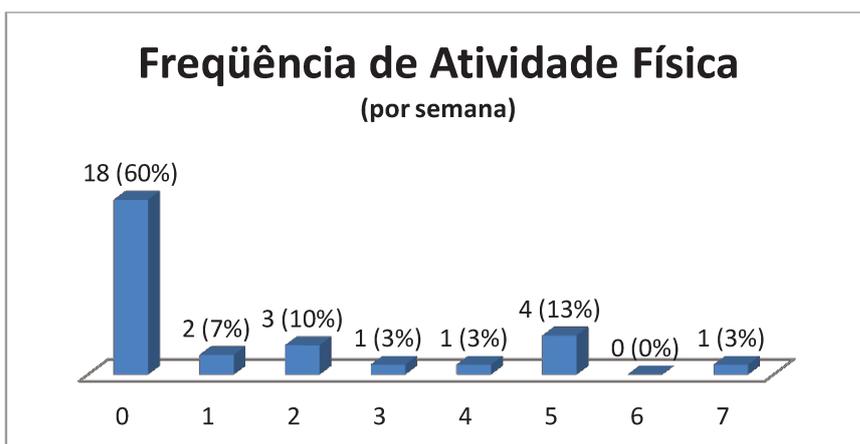


Figura 11: Frequência semanal de atividade física das voluntárias

Os resultados da DMO das pacientes apresentaram valores médios de BMD (Bone Mineral Density- g/cm^2) e T score, respectivamente: em coluna (L1-L4) de 0,852 e -1,893; em colo do fêmur de 0,745 e -1,163, e fêmur inteiro de 0,820 e -1,077. As demais variáveis descritivas referentes à DMO estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: DMO das pacientes

	BMD COLUNA g/cm²	T score	BMD colo fêmur	T score	BMD Fêmur Inteiro	T score
MÉDIA	0,852	-1,893	0,745	-1,163	0,820	-1,077
VARIÂNCIA	0,010	0,660	0,014	0,580	0,010	0,582
DP	0,098	0,812	0,118	0,762	0,101	0,763
MIN	0,708	-3,4	0,57	-2,5	0,68	-2,1
MEDIANA	0,857	-2,05	0,733	-1,15	0,817	-1,1
MÁXIMO	1,061	0,1	1,076	0,8	1,124	1

O cálcio sérico apresentou valor médio de 9,26 mg/dl (8,5 a 9,9 ± 0,38), o PTH de 51,91pg/ml (22,1 a 124,9 ± 20,91), e a calciúria de 24hs (CaUrin) 0,129 mg/ml (0,005 a 1,14 ± 0,20). As pacientes apresentaram valores normais de 25-OH-Vitamina D³ com média de 66,88ng/ml (129,5 a 32,6 ± 23,02). Estes dados estão demonstrados na Tabela 3.

Tabela 3: Dados Clínicos das voluntárias - Análise estatística descritiva e exploratória

Variável	Média	Variância	DP	Variância	Mínimo	Mediana	Máximo
CA (mg/dl)	9,26	0,152	0,3898	0,152	8,5	9,2	9,9
CaUrin mg/_ml	0,129	0,0414	0,2034	0,0414	0,005	0,094	1,1442
PTH (pg/ml)	51,91	437,08	20,91	437,08	22,1	47,64	124,9
25OHD3 ng/ml	66,88	529,85	23,02	529,85	32,6	62,95	129,5

Legenda: CA (Calcemia), CaUrin (Calciúria de 24 hs), PTH (Paratormônio), 25OHD3 (25 hidroxí vitamina D³), Desvio Padrão (DP).

Os dados da eletromiografia do músculo RF, VMO e VL estão demonstrados na Tabela 4. Durante a contração para RF100, o valor médio de RMS foi de 39,66µV, para RF60, 22,58 µV, e o RFN 0,581 µV. Na coleta do sinal EMG o VMO100 apresentou valor médio de 49,05 µV; VMO60 de 29,95 µV, e VMON de 0,630 µV. O valor médio de VL100 foi 65,16 µV; VL60 35,91µV, e o valor normalizado a 60% da CIVM (VL N) demonstrou valor de 0,565 µV.

Tabela 4: Valores da EMG dos músculo RF, VMO e RF, a 100% da CIVM, a 60% da CIVM e em valores normalizados à 60% da CIVM (N): Análise estatística descritiva e exploratória.

Variáveis	Reto Femural (RF) (DP, max-min, variância)	Vasto Medial Oblíquo (VMO) (DP, max-min, variância)	Vasto Lateral (VL) (DP, max-min, variância)
100% (CIVM)	39,66 (±18,6, 16,69-82,73, 36,2)	49,05 (±20,24, 18,54-91,8, 42,34)	65,16 (±29,76, 25,84-142,18, 64,81)
60%	22,58 (± 11,59, 7,9-53,5, 18,9)	29,95 (±10,93, 13,40-48,60, 27,45)	35,91 (±16,92, 9,6-74,8, 29,4)
N	0,581 (±0,146, 0,33-0,93, 0,595)	0,630 (±0,118, 0,38-0,85, 0,67)	0,565 (±29,76, 25,84-142,18, 64,81)

CIVM (Contração Isométrica Voluntária Máxima), atividade eletromiográfica do músculo Reto Femural a 100% da contração voluntária isométrica máxima (RF100), a 60% da contração voluntária isométrica máxima (RF60) e com valor normalizado a 60% da Contração Voluntária Isométrica Voluntária Máxima (RFN); atividade eletromiográfica do músculo Vasto Lateral a 100% da contração voluntária isométrica máxima (VL100), a 60% da contração voluntária isométrica máxima (VL60) e com valor normalizado a 60% da Contração Voluntária Isométrica Voluntária Máxima (VLN); atividade eletromiográfica do músculo Vasto Medial Oblíquo a 100% da contração voluntária isométrica máxima (VMO100), a 60% da contração voluntária isométrica máxima (VMO60), e com valor normalizado a 60% da Contração Voluntária Isométrica Voluntária Máxima (VMON), Desvio Padrão (DP).

Nas medidas de ângulo Q, a média foi de 17,76° (10 a 30 ± 5,89), mediana igual à 18° e variância de 34,73. Houve uma tendência para medições de ângulo Q entre 18 e 21,25, com presença maior de medidas entre o segundo e o terceiro quantis (Gráfico 3)

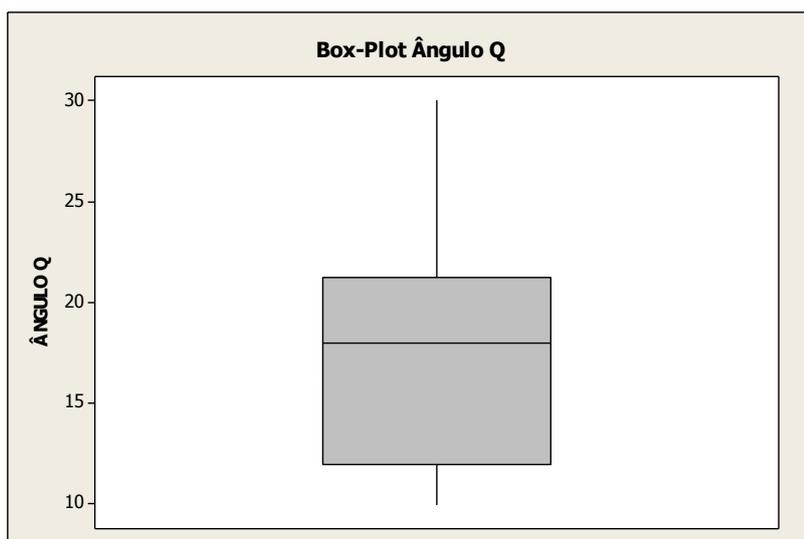


Figura 12: Box-plot do ângulo Q

Análises de correlação

A Tabela 5 apresenta uma matriz de correlação entre as variáveis eletromiográficas. Observa-se relação significativa das variáveis não normalizadas (RF100, RF60, VM0100, VMO60, VL100 e VL60) entre si. Em relação aos valores normalizados foi observada relação significativa entre VLN e RFN e entre VMON e VLN.

Tabela 5: Matriz de correlações entre as variáveis de Eletromiografia (EMG), contendo Coeficiente de correlação e p valor. Correlações realçadas em vermelho.

	RF100	VL100	VMO100	RF60	VL60	VMO60	RFN	VLN	VMON
RF100	1								
VL100	0,85239	1							
	<,0001								
VMO100	0,31783	0,42677	1						
	0,087	0,0187							
RF60	0,88386	0,7554	0,31311	1					
	<,0001	<,0001	0,092						
VL60	0,75109	0,83441	0,25303	0,77315	1				
	<,0001	<,0001	0,1773	<,0001					
VMO60	0,50814	0,54549	0,84258	0,46847	0,49017	1			
	0,0041	0,0018	<,0001	0,009	0,006				
RFN	-0,17223	-0,18773	0,10513	0,26945	0,10377	0,07934	1		
	0,3628	0,3205	0,5803	0,1499	0,5853	0,6769			
VLN	-0,12868	-0,23102	-0,23634	0,14577	0,3067	-0,02617	0,6829	1	
	0,498	0,2193	0,2086	0,4421	0,0992	0,8908	<,0001		
VMON	0,1817	0,01925	-0,43349	0,15031	0,26537	0,08374	-0,04093	0,4136	1
	0,3366	0,9196	0,0167	0,4279	0,1564	0,66	0,83	0,0231	

Atividade eletromiográfica do músculo Reto Femural a 100% da contração voluntária isométrica máxima (RF100), a 60% da contração voluntária isométrica máxima (RF60) e com valor normalizado a 60% da Contração Voluntária Isométrica Voluntária Máxima (RFN); atividade eletromiográfica do músculo Vasto Lateral a 100% da contração voluntária isométrica máxima (VL100), a 60% da contração voluntária isométrica máxima (VL60) e com valor normalizado a 60% da Contração Voluntária Isométrica Voluntária Máxima (VLN); atividade eletromiográfica do músculo Vasto Medial Oblíquo a 100% da contração voluntária isométrica máxima (VMO100), a 60% da contração voluntária isométrica máxima (VMO60), e com valor normalizado a 60% da Contração Voluntária Isométrica Voluntária Máxima (VMON).

Com a utilização dos testes de correlações não paramétricas significativas, testadas pelo teste de Spearman, verificou-se correlação negativa, entre a atividade elétrica muscular, e os níveis de 25OHD3, (coeficiente de correlação = -0,490, e p=0,006) conforme Tabela 6. As demais variáveis evidenciaram uma forte tendência de correlação, porém não obteve valores de $p \leq 0,05$. Sendo assim, não se evidenciou de correlação entre EMG e CaUrin, e uma tendência à correlação entre as variáveis da EMG com CA e PTH.

Tabela 6: Resultados do teste de correlação entre EMG e Ca, CauRin, PTH e 25OHD3

	RF 100	RF 60	RF N	VL 100	VL 60	VL N	VMO 100	VMO 60	VMO N
CA (mg/dl)									
coeficiente	0,183	0,12	-0,187	0,352	0,208	-0,265	0,217	0,055	-0,273
p-valor	0,332	0,528	0,323	0,056	0,27	0,157	0,25	0,772	0,144
CaUrin (mg/ml)									
coeficiente	-0,039	-0,126	-0,204	-0,04	-0,098	-0,173	-0,177	-0,194	-0,065
p-valor	0,84	0,514	0,29	0,837	0,615	0,37	0,359	0,314	0,739
PTH (pg/ml)									
coeficiente	0,021	0,064	0,078	0,008	-0,02	0,061	0,039	0,229	0,362
p-valor	0,916	0,752	0,698	0,967	0,921	0,763	0,847	0,251	0,064
25OHD3 (ng/ml)									
coeficiente	0,349	0,243	-0,269	0,353	0,036	-0,486	0,047	-0,073	-0,28
p-valor	0,059	0,195	0,151	0,056	0,848	0,006*	0,804	0,701	0,133

Legenda: atividade eletromiográfica do músculo Reto Femoral a 100% da contração voluntária isométrica máxima (RF100), a 60% da contração voluntária isométrica máxima (RF60) e com valor normalizado a 60% da Contração Voluntária Isométrica Voluntária Máxima (RFN); atividade eletromiográfica do músculo Vasto Lateral a 100% da contração voluntária isométrica máxima (VL100), a 60% da contração voluntária isométrica máxima (VL60) e com valor normalizado a 60% da Contração Voluntária Isométrica Voluntária Máxima (VLN); atividade eletromiográfica do músculo Vasto Medial Oblíquo a 100% da contração voluntária isométrica máxima (VMO100), a 60% da contração voluntária isométrica máxima (VMO60), e com valor normalizado a 60% da Contração Voluntária Isométrica Voluntária Máxima (VMON). CA (Calcemia), CaUrin (Calciúria de 24 hs), PTH (Paratormônio) e 25OHD3 (25 hidroxí vitamina D³).

Também houve correlação negativa, entre atividade elétrica muscular, e DMO. Apenas uma correlação da DMO mensurada em g/cm^2 foi observada, correlacionando VMO60 e fêmur inteiro ($p=0,009$). As outras quatro correlações entre EMG e DMO, foram com dados deste último em T score: VMO 100 e T score de fêmur inteiro ($p=0,015$); VMO60 e T score de fêmur inteiro ($p=0,001$); VMO60 e T score de colo fêmur ($p=0,009$), RF60 e T score de Fêmur inteiro ($p=0,042$). Os dados obtidos estão registrados na Tabela 7.

Tabela 7: Correlações entre DMO e EMG.

DMO	RF 100	RF 60	RF N	VL 100	VL 60	VL N	VMO 100	VMO 60	VMO N
Coluna L1-L4									
em g/cm ²	-0,31	-0,236	-0,128	-0,174	-0,276	-0,136	0,040	0,013	-0,107
P valor	0,492	0,210	0,501	0,357	0,140	0,473	0,832	0,947	0,574
T score	-0,094	-0,214	-0,192	-0,072	-0,075	-0,017	-0,189	-0,299	-0,087
p valor	0,620	0,256	0,310	0,705	0,693	0,929	0,318	0,109	0,646
Colo do Fêmur									
em g/cm ²	-0,094	-0,214	-0,192	-0,072	-0,075	-0,017	-0,189	-0,299	-0,087
p valor	0,620	0,256	0,310	0,705	0,693	0,929	0,318	0,109	0,646
T score	-0,221	-0,323	-0,176	-0,250	-0,265	0,014	-0,306	-0,466*	-0,120
p valor	0,240	0,082	0,353	0,182	0,158	0,943	0,100	0,009	0,527
Femur Inteiro									
em g/cm ²	-0,100	-0,265	-0,256	-0,111	-0,196	-0,095	-0,301	-0,425*	-0,052
p valor	0,599	0,157	0,172	0,560	0,300	0,619	0,106	0,019	0,785
T score	-0,216	-0,373*	-0,234	-0,253	-0,341	-0,049	-0,439***	-0,580*	-0,023
p valor	0,251	0,042	0,213	0,177	0,065	0,796	0,015	0,001	0,904

Observa-se correlação entre as variáveis VMO60 e Fêmur Inteiro (g/cm²), Fêmur Inteiro (Tscore), e Colo de Fêmur (T score), VMO100 e Fêmur Inteiro (Tscore), e RF60 e Fêmur Inteiro (Tscore) (*). Densitometria Óssea (DMO), Eletromiografia (EMG), atividade eletromiográfica do músculo Reto Femural a 100% da contração voluntária isométrica máxima (RF100), a 60% da contração voluntária isométrica máxima (RF60) e com valor normalizado a 60% da Contração Voluntária Isométrica Voluntária Máxima (RFN); atividade eletromiográfica do músculo Vasto Lateral a 100% da contração voluntária isométrica máxima (VL100), a 60% da contração voluntária isométrica máxima (VL60) e com valor normalizado a 60% da Contração Voluntária Isométrica Voluntária Máxima (VLN); atividade eletromiográfica do músculo Vasto Medial Oblíquo a 100% da contração voluntária isométrica máxima (VMO100), a 60% da contração voluntária isométrica máxima (VMO60), e com valor normalizado a 60% da Contração Voluntária Isométrica Voluntária Máxima (VMON).

A Tabela 8 mostra a correlação entre os valores da EMG dos músculos em estudo e o Ângulo Q.

Tabela 8: Correlação entre EMG e ângulo Q:

	RF 100	RF 60	RF N	VL 100	VL 60	VL N	VMO 100	VMO 60	VMO N
ÂNGULO Q	-0,092	-0,144	-0,202	-0,055	-0,03	-0,013	-0,491	-0,454	0,063
p-valor	0,63	0,448	0,285	0,772	0,875	0,946	0,006*	0,012*	0,742

Foram aplicadas duas matrizes de correlação para o registro de queda ou não queda nos seis meses que precederam a coleta dos dados. Neste caso, obteve-se que de um nível ao outro há uma mudança na significância da correlação entre as variáveis.

Verificou-se influência grande da incidência de queda nos seis meses que precederam a coleta de dados relacionados à EMG e ângulo Q. Nas mulheres que negaram quedas não houve associação significativa com nenhuma destas variáveis, mas quando foram analisados os dados de mulheres que caíram nos seis meses que precederam a coleta, as correlações entre o ângulo Q e VMO100 e VMO60 mostraram-se significativas (Tabelas 9 e 10).

Comparando-se esses achados com os da tabela anterior (Tabela 8), pode-se constatar que a incidência de quedas interferiu na correlação entre as variáveis.

Tabela 9: Correlação entre EMG e ângulo Q em pacientes que relataram quedas nos últimos seis meses anteriores à pesquisa

	RF 100	RF 60	RF N	VL 100	VL 60	VL N	VMO 100	VMO 60	VMO N
ÂNGULO Q									
coeficiente	0,128	0,073	-0,109	0,168	0,071	-0,092	-0,243	-0,261	-0,123
p-valor	0,59	0,76	0,646	0,48	0,765	0,7	0,301	0,266	0,606

Tabela 10: Correlação entre EMG e ângulo Q em pacientes que relataram quedas nos 6 meses anteriores à pesquisa

	RF 100	RF 60	RF N	VL 100	VL 60	VL N	VMO 100	VMO 60	VMO N
ÂNGULO Q									
coeficiente	-0,355	-0,437	-0,257	-0,284	-0,206	0,054	-0,769	-0,69	0,215
p-valor	0,315	0,207	0,473	0,427	0,568	0,881	0,009*	0,027*	0,55

Pelo p-valor pode-se verificar a existência de correlação entre a medição do VMO e o ângulo Q associado ou não à incidência de quedas.

A idade das voluntárias também mostrou uma correlação inversa com o ângulo Q, mas nenhuma correlação com EMG dos músculos estudados (Tabela 11).

Tabela 11: Correlação entre idade EMG e ângulo Q

	RF 100	RF 60	RF N	VL 100	VL60	VL N	VMO 100	VMO 60	VMO N	ÂNGULO Q
Idade	-0,096	-0,107	0,054	-0,216	-0,074	0,195	0,075	0,108	0,074	-0,598
p-valor	0,621	0,581	0,781	0,26	0,703	0,312	0,699	0,576	0,702	0,001*

DISCUSSÃO

A EMG de superfície em mulheres na pós-menopausa demonstrou correlação positiva entre os valores de RMS dos músculos estudados, ou seja, quanto maior a atividade eletromiográfica para um músculo, maior o resultado para o outro músculo. Isto não ocorreu apenas quando consideradas as variáveis normalizadas. Usualmente a utilização de variáveis normalizadas tem seu maior valor em estudos comparativos ou longitudinais. Isto não se aplica ao presente estudo e pode justificar a utilização tanto dos dados normalizados e dos não normalizados a 60% da CIVM. Portanto, foram analisados os dados normalizados e não normalizados da atividade EMG deste músculo em amplitude de sinal, afim de explorar melhor os dados^{33, 146, 147}. Este procedimento está em consonância com a literatura no que se refere ao recrutamento simultâneo dos músculos do quadríceps em grande parte das atividades de extensão do joelho, sugerindo que o controle motor seja responsável por uma padrão de recrutamento similar entre eles^{148, 149}.

Oito pacientes apresentavam osteoporose segundo os critérios da “International Osteoporosis Foundation and National Osteoporosis Foundation” (2008)¹⁵⁰. Nas correlações entre os músculos estudados pela EMG e DMO em g/cm^2 , houve associação apenas entre BMD de fêmur inteiro e VMO60. Entretanto analisando-se a DMO pelos valores em T score, houve cinco correlações com a EMG colhida de músculos do quadríceps.

Dessa forma, apesar da casuística reduzida, os achados sugerem que o nível de massa óssea pode interferir nos valores do sinal eletromiográfico de forma inversamente proporcional, constatando-se que o músculo que mais demonstrou correlações com a EMG foi o VMO. Este aumento da amplitude do sinal com a diminuição do nível de massa óssea, pode ser atribuída ao recrutamento e sincronização de unidades motoras, tendentes a atenuar

a menor resposta mecânica do músculo, como em uma situação de diminuição do desempenho ideal do mesmo^{151, 152, 153, 154, 48}.

Assim maiores valores de RMS para os músculos VMO e RF, provavelmente ocorrem por uma diminuição no desempenho dos mesmos, concordando com estudos semelhantes sobre o tempo de coativação da musculatura do quadríceps em idosos^{53, 46, 155, 54, 47}. Considerando-se que, com o envelhecimento, o nível de massa óssea pode estar reduzido, a função muscular pode estar alterada de forma semelhante em concomitância com a perda óssea.

Na literatura registra-se que no processo de envelhecimento o tempo de coativação muscular interfere negativamente na produção de torque, e aumenta a energia necessária durante a marcha⁴⁷. Contudo, nenhum estudo foi encontrado relacionando atividade EMG em idosas com níveis de DMO. O presente trabalho sugere que o entendimento sobre o tempo de coativação muscular, e valores em RMS, podem complementar-se numa possível explicação sobre maiores valores deste último para os músculos VMO e RF enquanto diminuem os valores de DMO. Ou seja, quando menores valores de DMO em fêmur, maiores foram as coletas do sinal EMG para VMO e RF em mulheres que estão no período pós menopausa.

Como as voluntárias estudadas não estão caracterizadas especificamente em grupo de osteoporose, mas em um padrão de pós menopausa (Tabela 2), sugere-se, após estes achados, que mais estudos sobre a atividade eletromiográfica do músculo quadríceps sejam realizados, em grupos com osteoporose, onde maiores diferenças em valores de DMO e EMG possam evidenciar os resultados deste estudo.

Neste trabalho verificou-se, também uma correlação inversamente proporcional (VLN x 25OHD3: $p=0,006$) entre níveis de 25OHD3 e RMS de VLN, onde menores níveis dessa vitamina podem se associar a maiores valores de RMS no músculo VL.

Este comportamento foi semelhante aos dos demais músculos estudados (VMO e RF), quando comparados com os níveis de DMO. Dessa forma sugere-se que, provavelmente, a diminuição nos níveis de vitamina D possam expressar um menor desempenho no músculo VL, devido ao metabolismo de cálcio necessário para a contração muscular.

Outra possível forma de interpretação dos resultados, pode ser encontrada na comparação com os estudos que utilizam técnicas histoquímicas e bioquímicas em biópsias musculares de adultos com intensa deficiência de vitamina D. Estes estudos revelaram atrofia, ou seja, diminuição de área, de fibras musculares do tipo II (de contração rápida), considerando-se que estas seriam as primeiras a serem recrutadas para impedirem uma queda ¹⁵⁶. Outro estudo, em que não se avaliou a vitamina D ou a DMO, verificou também maior amplitude de sinal (RMS) a 25% e a 70% da carga máxima do músculo quadríceps, correlacionando a EMG com a área e a tipagem de fibras musculares. Nesse estudo a maior proporção encontrada no musculo VL foi a do tipo 2A, sugerindo uma tendência a substituição ou transformação para a tipo I. O estudo também verificou, pela análise da frequência do sinal EMG a 25% e a 70% da CIVM, um aumento da frequência nessas duas cargas, mas fadiga foi mais evidenciada a 25% da carga máxima ¹⁵⁷.

Em relação à ação da Vitamina D no músculo esquelético, Ceglia et al ¹²¹ sugerem que os efeitos dessa vitamina podem, pelo menos em parte, ser mediados através da ativação de receptores musculares de vitamina D (VDR). Estes autores postulam que a forma ativa da vitamina D (1 α ,25-dihidroxitamina D) liga-se a um VDR nuclear que, por sua vez, modula a expressão de genes relacionados à regulação do transporte de cálcio, à proliferação e diferenciação celular ^{158, 159}.

Da mesma forma, no presente estudo, o achado de correlação negativa entre RMS do músculo vasto lateral (VLN) e níveis de vitamina D (25-OH Vitamina D³) pode ser

explicado por uma tendência à diminuição do desempenho muscular deste músculo, quando diminuem os níveis de vitamina D, o que pode estar relacionado à diminuição no número de receptores dessa vitamina neste músculo. Daí a importância dos estudos histológicos serem feitos no músculo VL. Porém, até o momento não foram realizadas técnicas de diferenciação de tipos e subtipos da fibra muscular, relacionando o grau de expressão do receptor intranuclear dos outros músculos do quadríceps. Este tipo de informação poderia caracterizar melhor este achado de maior RMS em VL em detrimento dos demais músculos com a diminuição do nível de vitamina D. Considera-se, pois, que seria indicado um estudo onde fosse comparada a tipagem de fibras musculares dos músculos do quadríceps (VL, VMO e RF), níveis de vitamina D e DMO e EMG para avaliação de RMS e frequência do sinal, para identificar possível fadiga dos músculos específicos. Não foram encontrados na literatura trabalhos sobre a tipagem de fibra muscular nos músculos VMO e RF, em que a padronização do método consta na retirada da biópsia do músculo VL. Dessa forma, um conhecimento sobre a predominância de determinado tipo de fibra muscular dos músculos VMO, RF e VL, poderia trazer informações sobre uma possível correlação entre níveis de vitamina D e menor expressão, por exemplo, de fibras musculares do tipo 2 em deficiência de vitamina D.

De qualquer forma, sugere-se que a diminuição de níveis de vitamina D possa resultar em um maior RMS do quadríceps, e assim uma diminuição de seu desempenho, hipotetizando uma influência na ocorrência de quedas.

Mas outros estudos sobre a abordagem da disfunção fêmoro patelar, fazem referência ao atraso na ativação do VL em relação ao VMO em pacientes jovens. Essa diferença de sinais pode ser devida à função antagônica entre esses músculos na estabilização da patela, podendo influenciar no equilíbrio do joelho^{160, 29, 161, 162, 147}. Estes e outros trabalhos^{163, 33} defendem que a disfunção fêmoro patelar pode estar relacionada à alterações no controle

motor ou da postura. Os trabalhos que se referem ao comportamento muscular em idosos demonstraram diferenças no reflexo de estiramento entre idosos e jovens, indicando alterações em vias corticais ou medulares nas reações reflexas ⁴⁵. O presente estudo encontrou uma correlação negativa entre ângulo Q e EMG de VMO, tanto a 100% da CIVM (VMO100) quanto a 60% da CIVM (VMO60) (Tabela 9). A correlação entre os dados pode sugerir que, no presente estudo, à medida que diminua o sinal EMG do músculo VMO, aumenta-se o ângulo Q, o que poderia predispor à lateralização da patela e a SDFP. O aumento do ângulo Q em pacientes com SDFP, é documentado na literatura, de forma semelhante aos resultados do presente estudo.

Outro achado sobre o ângulo Q, refere-se à incidência de quedas, tendo-se evidenciado correlação entre EMG e ângulo Q apenas no grupo de pacientes que sofreu queda nos 6 meses que antecederam a coleta dos dados (Tabela 9 e 10), confirmando ainda as mesmas atividades EMG VMO100 e VMO60 (p 0,009 e 0,027 respectivamente), também com correlação negativa entre EMG e ângulo Q. Esse achado possibilita supor que as pacientes que apresentam um desequilíbrio entre VL e VMO tenham um maior risco de sofrer com as quedas. Não há comparação semelhante na literatura para confrontar estes dados, mas estudos de mulheres no período pós menopausa que sejam portadoras de SDFP, acompanhadas de exames de imagem sobre a congruência articular fêmoro patelar poderia contribuir para o entendimento e discussão dos presentes resultados.

Como o presente estudo demonstrou que houve desequilíbrio na ativação de VL ou de VMO quando correlacionados à DMO ou à vitamina D, este pode contribuir também para melhor compreensão do um aumento da incidência de quedas, associada à uma redução de níveis de massa óssea ou de vitamina D. Estas situações podem influenciar no comportamento da atividade EMG do quadríceps, ou ainda predispor mulheres no período pós menopausa portadoras de OSPO de desenvolver (DFP), devido ao desequilíbrio entre

VL e VMO. Mas são necessários outros estudos, com maior poder amostral para ampliar as discussões necessárias para o estabelecimento de novos conceitos acerca do equilíbrio funcional dos estabilizadores patelares e extensores do joelho em mulheres no período pós menopausa.

Como um ponto forte deste trabalho, pode ser considerada a inexistência de outros trabalhos correlacionando EMG com DMO, sugerindo uma nova forma de analisar a reação muscular frente à vitamina D, ou em pacientes acometidas por osteoporose. Com este estudo observou-se boa correlação entre a RMS do RF, VM e VL através da metodologia empregada.

Um fator limitante do presente trabalho é o grupo estudado de mulheres sem osteoporose acentuada e com níveis normais de vitamina D. Estudos incluindo níveis anormais e a osteoporose instalada, poderia esclarecer melhor os resultados obtidos, ou ainda, incluir novas e interessantes discussões acerca da atividade muscular nestas situações.

CONCLUSÕES

1. Níveis séricos de 25OHD3 podem interferir com a expressão dos valores de RMS no músculo VL.
2. O estado da massa óssea quantificado pela densitometria óssea podem interferir nos valores de RMS nos músculos RF e VMO.
3. O estudo do ângulo Q correlacionado às quedas e EMG, sugere que desequilíbrio entre VMO e VL podem influenciar positivamente na incidência de quedas em mulheres no período pós menopausa.

4. A interferência dessas condições que refletem as alterações progressivas do envelhecimento no aparelho locomotor, demonstram que a RMS dos músculos estudados pode sofrer modificações que podem ser associadas às alterações de marcha e equilíbrio, potencialmente responsáveis por quedas e fraturas no idoso.

Dessa forma menores níveis de 25OHD3 e redução de massa óssea podem estar relacionados a um aumento na atividade elétrica muscular do quadríceps. O que aponta para uma diminuição de seu desempenho funcional em mulheres no período pós menopausa. O desequilíbrio da atividade entre VL e VMO sugere disfunção patelo femoral e risco na ocorrência de quedas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Stein MS, Wark JD, Scherer SC, Med DG, Walton SL, Chick P et al. Falls relate to vitamin D and parathyroid hormone in an Australian nursing home and hostel. *J Am Geriatr Soc.* 1999; 47:1195-201.
2. M, Begerow B, Minne H, Abrems C, Nachtigall D, Hansen C. Effects of a short-term supplementation on body sway and secondary hyperparathyroidism in elderly women. *J Bone Miner Res.* 2000; 15:1113-8.
3. Pfeifer M, Begerow B, Minne H, Schlotthauer T, Pospeshill M, Sholz M, et al. Vitamin D status, trunk muscle strength, body sway, falls and fractures among 237 post menopausal women with osteoporosis. *Exp Clin Endocrinol Diabetes.* 2001; 109:87-92.
4. Holmes SW, Clancy WGJr. Clinical classification of patellofemoral pain and dysfunction. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998; 28:299-306.
5. Tumia N, Maffulli N. Patellofemoral pain in female athletes. *Sports Medicine and Arthrosc Rev.* 2002; 10:69-75.
6. Pijnappels, M., Van Der Burg, P.J., Reeves, N.D., Van Dieen, J.H. Identification of elderly fallers by muscle strength measures. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2008; 102: 585-592.
7. Toraman A, Yıldırım NU. The falling risk and physical fitness in older people. *Archives of Gerontology and Geriatrics.* 2010; 51: 222–226.

8. Merletti R, Parker P. Electromyography. Physiology, engineering, and noninvasive applications. IEEE Press: Publication Wiley Interscience, 2004.
9. Basmajian JV, DeLuca CJ. Muscle alive: their function revealed by electromyography. 5th edn. Williams & Wilkins, Baltimore, 1985.
10. Soderberg, G.L., Kuntson, L.M., 2000. A guide for use and interpretation of kinesiological electromyographic data. *Physical Therapy*. 2000; 80(5): 485-498.
11. Hanten WP, Schulthies SS. Exercise effect on electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles. *Physical Therapy*. 1990; 70: 561-565.
12. Draper V, Ballard L. Electrical stimulation versus electromyographic biofeedback in the recovery of quadriceps femoris muscle function following anterior cruciate ligament surgery. *Phys Ther*. 1991 (71): 455-464.
13. Wolf SL, Segal RL. Conditioning of the spinal stretch reflex implications for rehabilitation. *Phys Ther*. 1990; 70: 652-656.
14. Rose SA, Ounpuu S, DeLuca PA. Strategies for the assessment of pediatric gait in the clinical setting. *Phys Ther*. 1991; 71: 961-980.
15. Biedermann HJ. A method for accessing measures of muscle fatigue rates estimated from EMG power spectrum analysis. *Journal Electromyogr Kinesiol*. 1991; 1: 288-292.

16. Jiang C, Lin Y, Yu N. Multi-Scale Surface Electromyography Modeling to identify Changes in Neuromuscular Activation With Myofascial Pain. *Trans Neural Syst Rehabil Eng.* 2012; Oct (9). in press.
17. Ian A, Stokes F, James R F, Sharon MH. Trunk muscular activation patterns and responses to transient force perturbation in persons with self-reported low back pain. *Eur Spine J.* 2006 May; 15(5): 658–667.
18. Abbas H, Antoni V FN, Anthony PCJ, Anthony RH, Charles GG. EMG analysis of lumbar paraspinal muscles as a predictor of the risk of low-back pain. *Eur Spine J.* 2010 July; 19(7): 1145-1152
19. S. Boudreau DF, Kongstad L, Buus D, Redder J, Sverrisdóttir E, Falla D. The relative timing of trunk muscle activation is retained in response to unanticipated postural-perturbations during acute low back pain. *Exp Brain Res.* 2011 April; 210(2): 259-267.
20. Randy Neblett, Tom G. Mayer, Emily Brede, Robert J. Gatchel. Correcting Abnormal Flexion-Relaxation in Chronic Lumbar Pain: Responsiveness to a New Biofeedback Training Protocol. *Clin J Pain.* 2010 June; 26(5): 403–409.
21. Klinge K, Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Klausen K, Kjaer M. [The effect of strength and flexibility training on skeletal muscle electromyographic activity, stiffness, and viscoelastic stress relaxation response.](#) *Am J Sports Med.* 1997 Sep-Oct;25(5):710-6.

22. Forti F, Guirro RR. [Comparison of the electromyographic variables at different muscle lengths and contraction intensities.](#) Electromyogr Clin Neurophysiol. 2008 Jan-Feb;48(1):3-8.
23. Dângelo JG, Fattini CA. Anatomia humana sistêmica e segmentar. 2^a.ed. São Paulo-SP: Ed Atheneu; 2002.671p.
24. Magee DJ. Avaliação Musculoesquelética, 4a. ed. Barueri, SP: Ed Manole, 2002.
25. Kendal FP. Músculos: provas e funções com postura e dor. 4^a. ed. Ed Manole, 1995.
26. Tobin S, Robinson G. The effect of Mc Connell's vastus medialis oblique and vastus lateralis obliquus activity. Phys Ther, 2000; 86:173-83.
27. Grabiner MD. Neuromechanics of the patellofemoral joint. Med Sci Sports Exerc. 1994; 26:10-21.
28. Ribeiro DC, Loss JF, Carneiro JPT. Análise eletromiográfica do quadríceps durante a extensão do joelho em diferentes velocidades. Acta Orth Bras. 2005;13(4): 189-193.
29. Powers CM. Patellar Kinematics, Part I: The influence of vastus muscle activity in subjects with and without patellofemoral pain. Physical Therapy. 2000; 80 (10):956-954.
30. Karst GM, Willett GM. Onset timing of electromyographic activity in the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles in subjects with and without patellofemoral pain syndrome. Phys. Ther. 1995; 75:813-823.

31. Morrish GM, Woledge RC. A comparison of the activation of muscles moving the patella in normal subjects and in patients with chronic patellofemoral problems. *Scand. J. Rehabil. Med.* 1997;29:43-48.
32. Sheehy P, Burdett RG, Irrgang JJ, Vanswearingen E. In electromyographic study of vastus medialis oblique and vastus lateralis activity while ascending and descending steps. *J. Orthop. Sports Physical Therapy.* 1998;27:423-429.
33. Cowan S M, Bennell K L, Hodges PW, Crossley KM, McConnell J. Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2001;82:183-189.
34. Mellor R, Hodges P. Motor unit synchronization of the vasti muscles in closed and open chain tasks. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005; 86:716-721.
35. Belchior ACG, Arakaki JC, Bevilaqua-Grossi D, Reis FA, Carvalho TC. Efeitos na medida do ângulo Q com a contração do músculo quadríceps femoral. *Bras Med Esporte.* 2006 Jan/Fev; 12(1):6-10.
36. Cabral CM, Monteiro-Pedro V. Recuperação funcional de indivíduos com disfunção femoropatelar por meio de exercícios em cadeia cinética fechada: revisão da literatura. *Rev Bras Fisioter.* 2003;7:1-8.
37. Nissen CW, Cullen MC, Hewett TE, Noyes FR. Physical and arthroscopic examination techniques of the patellofemoral joint. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998;28:277-85.

38. Csintalan RP, Schulz MM, Woo J, McMahon PJ, Lee TQ. Gender differences in patellofemoral joint biomechanics. *Clin Orthop Related Res* 2002;402:260-9.
39. Wilk KE, Escamilla RF, Fleisig GS, Barrentine SW, Andrews JR, Boyd ML. A comparison of tibiofemoral joint forces and electromyographic activity during open and closed kinetic chain exercises. *Am J Sports Med.* 1996;24(4):518-27.
40. Jonhson DP, Eastwood DM, Witherow PJ. Symptomatic synovial plicae of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75(10):1485-96.
41. Ribeiro ACS, Bevilaqua-Grossi D, Foerster B, Candoro C, Monteiro-Pedro V. Avaliação Eletromiográfica e Ressonância Magnética do Joelho em indivíduos com síndrome da dor fêmoro patelar. *Revista Brasileira de Fisioterapia.* 2010 mai/jun 2010; 14(3):221-228.
42. Souza DR, Gross MT. Comparison of vastus medialis obliquus: vastus lateralis muscle integrated electromyographic ratios between healthy subjects and patients with patellofemoral pain. *Phys Ther.* 1991;71(4):310-6.
43. Bevilaqua-Grossi D, Monteiro-Pedro V, Bérzin F. Análise funcional dos estabilizadores patelares. *Acta Ortop Bras.* 2004;12(2):99-104.
44. Hakkinen K, Pakarinen A, 1993. Muscle strength and serum testosterone, cortisol and SHBG concentrations in middle-aged and elderly men and women. *Acta Physiol Scand.* v. 148, 199-207.

45. Obata H, Kawashima N, Akai M, Nakazawa K, Ohtsuki T. Age-related changes of the stretch reflex excitability in human ankle muscles. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2010; 20: 55–60.
46. Macaluso A, MYRA A, Nimmo MA, Foster JE, Cockburn M, Nigel C, McMillan NC, DeVito G. Contractile muscle volume and agonist antagonist coactivation account for differences in torque between young and older women. *Muscle & Nerve*. 2002;25: 858-863.
47. Pereira MP, Gonçalves M. Muscular coactivation (CA) around the knee reduces Power production in elderly women. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2011; 52: 317-321.
48. Duchene J, Goulbel F. EMG spectral shift of fatigability is an heterogeneous muscle group. *European Journal of Applied Physiology*. 1990;61:81-87.
49. Pijnappels M, Bobbert MF, H van Dieën J. Control of support limb muscles in recovery after tripping in young and older subjects. *Exp Brain Res*. 2005;160:326–333.
50. Rachner TD, Khosla S, Hofbauer LC. Osteoporosis: Now and the future. *New Horizons*. 2011;377:1276-1287.
51. Burge R, Dawson-Hughes B, Solomon DH, Wong JB, King A, Tosteson A. Incidence and economic burden of osteoporosis-related fractures in the United States, 2005–2025. *J Bone Miner Res*. 2007;22:465–75.

52. Lee HJ, Chou LS. Detection of gait instability using the center of mass and center of pressure inclination angles. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2006; 87:569–575.
53. Lee LW, Kerigan DC. Identification of kinetics differences between fallers and nonfallers in the elderly. *Am. J. Med. Rehabil.* 1999;78:242-246.
54. Mian OS, Thom JM, Ardigo LP, Narici MV, Minetti AE. Metabolic cost, mechanical work, and efficiency during walking in young and older men. *Acta Physiol. (Oxf.)*. 2006;186:127-139.
55. Wolinsky I, Hickson JF Jr. *Nutrição no Exercício e no Esporte*. Ed Rocca, 2^a. ed – São Paulo, 2002.
56. Van Der Beek. Thiamin, riboflavin, and vitamins B-6 and C: impact of combined restricted intake on functional performance in man. *Am. J. Clin Nutr.* 1998;48:1451.
57. Moreira C, Carvalho MAP. *Reumatologia: Diagnóstico e Tratamento*. Ed Medsi - 2^a. ed , 2001.
58. Holick MF. *Vitamina D: como um tratamento tão simples pode reverter doenças tão importantes*. Curitiba-PR: Editora Fundamento Educacional Ltda; 2010. 343p. v1.
59. Cantorna MT Hayes CE, DeLuca HF. 1,25-Dihydroxiholecalciferol inhibits the progression of arthritis in murine models of human arthritis. *Journal of Nutrition.* 1998; 128:68-72.

60. Merlino LA, Curtis J, Mikuls TR, Cerhan JR, Criswell LA, Saag KG. Iowa Women's health study. Vitamin D intake is inversely associated with rheumatoid arthritis. *Arthritis and Rheumatism*. 2004;50 (1): 72-77.
61. Cantorna MT, Hayes CE, DeLuca HF. 1,25Dihydroxyvitamin D₃ reversibly blocks the progression of relapsing encephalomyelitis, a model of multiple sclerosis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 1996; 93: 7861-64.
62. Embry AF, Snowdon LR, Vieth R. Vitamin D and season fluctuation of gadolinium-enhancing magnetic resonance imaging lesions in multiple sclerosis. *Annals of Neurology*. 2000; 48:271-72.
63. Munger KL, Zhang SM, O'Reilly E, Hermán MA, Olek MJ, Willet WC, et al. Vitamin D intake and incidence of multiple sclerosis. *Neurology*. 2004; 62 (1): 60-65.
64. Munger KL, Levin LI, Hollis BW, Howard NS, Ascheino A. Serum 25 hydroxyvitamin D levels and risk of multiple sclerosis. *Journal of the American Medical Association*. 2006; 296: 2832-38.
65. Harris SS, Vitamin D and type 1 diabetes. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2004; 79; 889-90.
66. Mathieu C, Badenhop K. Vitamin D and type 1 diabetes mellitus: State of the art. *Trends in Endocrinology and Metabolism*. 2005; 16: 261-66.

67. Mohr SB, Galand CF, Gorham ED, Garland FC. The association between ultraviolet B irradiance, vitamin D status and incidence rates of type I diabetes in 51 regions worldwide. *Diabetologia*. 2008 Aug; 51 (8): 1391-98.
68. Ponsoby AL, Lucas RM, van der Mei IA. UVR, vitamin D and three autoimmune diseases- multiple sclerosis, type I diabetes, rheumatoid arthritis. *Photochemistry and Photobiology*. 2005; 81: 1267-75.
69. Terman M, Lewy AJ, Dijk DJ, Boulos Z. Light treatment for sleep disorders: Consensus report. IV. Sleep phase and duration disturbances. *Journal of Biological Rhythms* 1995; 10:35-47.
70. Zanello SB, Jackson D, Holick MF. Expression of the circadian clock genes clock and period 1 in human skin. *Journal of Investigative Dermatology*. 2000; 115(4):757-60.
71. Ancoli-Israel S, Martin JL, Kripke DF, Klauber MR. Effect of light treatment on sleep and circadian rhythms in demented nursing home patients. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2002; 50(2): 282-89.
72. Kripke DF. Light treatment for non seasonal depression: Speed, efficacy, and combined treatment. *Journal of Affective Disorders*. 1998; 49(2):109-17.
73. Gloth FM, Alam W, Hollis B. Vitamin D vs broad spectrum phototherapy in the treatment of seasonal affective disorder. *Journal of Nutrition, Health and Aging*. 1999; 3:5-7.

74. Davies G, Welham J, Chant D, Torrey EF, McGrath J. A Systematic review and meta analysis of Northern Hemisphere season of birth studies in Schizophrenia. *Shizophrenia Bulletin*. 2003; 29(3):587-93.
75. Kendel RE, Adams W. Exposure to sunlight, vitamin D and schizophrenia. *Schizophrenia Research*. 2002; 54(3):193-98.
76. Chen TC, Holick MF. Vitamin D and prostate cancer prevention ad treatment. *Trends in Endocrinology and Metabolism*. 2003; 14:423-30.
77. Palmer HG, Larriba MJ, Garcia JM, Ordonez-Moran P. The transcription factor SNAIL represses vitamin D receptor expression and responsiveness in human colon câncer, *Nature Medicine*. 2004; 10:917-19.
78. Bertone-Johnson ER, Chen WY, Holick MF. Plasma 25 hydroxyvitamin D and 1,25-Dihydroxyvitamin D and risk of breast cancer. *Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention*. 2005; 14:1991-97.
79. Giovannutti E, Liu Y, Rimm EB, Hollis BW. Prospective study of predictors of vitamin D status and cancer incidenceand mortality in men. *Journal of the National Cancer Institute*. 2006; 98(7):451-59.

80. Gorham ED, Garland CF, Garland FC. Optimal vitamin D status for colorectal cancer prevention: A quantitative meta analysis. *American Journal of Preventive Medicine*. 2007; 32(3):210-16.
81. Grant WB. Lower vitamin D production from solar ultraviolet-B irradiance may explain some differences in cancer survival rates. *Journal of the National Medical Association*. 2006; 98(3):357-64.
82. Holick MF. Calcium plus vitamin D and the risk of colorectal cancer. *New England Journal of Medicine*. 2006; 354(21):2287.
83. Garland CF, Gorham ED, Mohr SB, Garland FC. Vitamin D for cancer prevention: Global perspective. *Annals of Epidemiology*. 2009 Jul; 19(7):468-83.
84. Holick MF. Sunlight and vitamin D: both good for cardiovascular health. *Journal of General Internal Medicine*. 2002; 17(9):733-35.
85. Carbone LD, Rosenberg EW, Tolley EA, Holick MF. 25, hydroxvitamin D cholesterol, and ultraviolet irradiation. *Metabolism Clinical and Experimental*. 2008; 57:741-48.
86. Dobnig H, Pilz S, Scharnagl H, Renner W. Independent association of low serum 25 hydroxyvitamin D levels with all-cause and cardiovascular mortality. *Archives of Internal Medicine*. 2008; 168(12):1340-49.

87. Giovannucci E, Lyu Y, Hollis BW, Rimm EB. 25-hydroxyvitamin D and risk of myocardial infarction in men. *Archives of Internal Medicine*. 2008;168(11):1174-80.
88. Lee JH, O'Keefe JH, Bell D, Hensrud DD, Holick MF. Vitamin D deficiency: An important, common, and easily treatable cardiovascular risk factor? *Journal of the American College of Cardiology*. 2008 Dec 9; 52(24):1949-56.
89. Martins D, Wolf M, Pan D, Zadshir A. Prevalence of cardiovascular risk factors and the serum levels of 25-hydroxyvitamin D in the United States: Data from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Archives of Internal Medicine*. 2007; 167(11):1159-65.
90. Reis JP, von Mühlen D, Miller ED, 3rd, Michos ED, Appel L J. Vitamin D status and cardiometabolic risk factors in the United States adolescent population. *Pediatrics* 2009 Aug (3).
91. Cantorna MT, Zhu Y, Froicu M, Wittke A. Vitamin D status, 1,25-dihydroxyvitamin D, and the immune system. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2004; 80(suppl):1717S-1720S.
92. Cannell JJ, Vieth R, Umhau JC, Holick MF, Grant WB, Madronich S, Garland CF, Giovannucci E. Epidemic influenza and vitamin D. *Epidemiology and Infection*. 2006; 134(6):1129-40.

93. Ginde AA, Mansbach JM, Camargo CA Jr. Association between serum 25-hydroxyvitamin D level and upper respiratory infection in the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Archives of Internal Medicine*. 2009 Feb 23; 169(4):384-90.
94. Jones G. Expanding role for vitamin D in chronic kidney disease: Importance of blood 25-OH-D levels and extra renal 1-hydroxylase in the classical and nonclassical actions of 1 α -25-hydroxyvitamin D₃. *Seminars in Dialysis*. 2007; 20(4):316-24.
95. Wortsman J, Matsuoka LY, Chen TC, Lu Z, Holick MF. Decrease of bioavailability of vitamin D in obesity. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2000, 72: 690-93.
96. Dietrich T, Nunn M, Dawson-Hughes B, Bischoff-Ferrari HA. Association between serum concentrations of 25-hydroxyvitamin D and gingival inflammation. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2005; 82: 575-80.
97. Plotnikoff GA, Quigley JM. Prevalence of severe hypovitaminosis D in patients with persistent, nonspecific musculoskeletal pain. *Mayo Clinic Proceedings*. 2003; 78; 1463-70.
98. Bodnar LM, Catov JM, Simhan HN, Holick MF. Maternal vitamin D deficiency increases the risk of preeclampsia. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 2007; 92(9):3517-22.
99. Thys-Jacobs S. Micronutrients and the premenstrual syndrome: The case for calcium. *Journal of the American College of Nutrition*. 2000 Apr; 19(2):220-27.

100. Nickoloff B, Achroder J, von den Driesch P, Raychaudhuri S. Is psoriasis a T-cell disease? *Experimental Dermatology*. 2000; 9:359-75.
101. Boland R. Role of vitamin D in skeletal muscle function. *Endocrine Reviews*. 1986; 7: 434-38.
102. Holick MF. Sunlight dilemma: risk of cancer or bone disease and muscle weakness. *Lancet*. 2001; 237(9249):4-6.
103. Visser M, Deeg DJH, Lips P. Low vitamin D and high parathyroid hormone levels as determinants of loss of muscle strength and muscle mass (sarcopenia): The longitudinal Aging Study Amsterdam. *J Clin Endocrinol Metabol*, 88:5766-72, 2003.
104. Bischoff-Ferrari HA, Dietrich T, Orav EJ, Hu FB, Zhang Y, Karlson EW, Dawson-Hughes B. Higher 25-hydroxyvitamin D concentrations are associated with better lower-extremity function in both active and inactive persons aged 60 y. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2004; 80(3):752-58.
105. Lehninger AL, Nelson DL, Cox MM. *Principios De Bioquímica*. Ed Sarvier - São Paulo, 2000.
106. Sutton ALM, MacDonald PN. Vitamin D: More than a “Bone-a-fide” Hormone. *Molec Endocrinology*, 2003.

107. Pedrosa MAC, Castro ML. O papel da Vitamina D na Função Neuromuscular. *Arq Brás Endocrinol Metab*, 49: 495-502, 2005.
108. Bianco AC, Lazaretti MC. Fisiologia do metabolismo osteomineral. In: Aires, ed. MM, 3^a. ed. Rio de Janeiro – Guanabara Koogan: p870-4, 1999.
109. Bischoff-Ferrari HA, Dawson-Hughes B, Willett WC. Effects of Vitamin D on falls: a meta-analysis. *JAMA* 2004; 291.
110. Shinchuk L, Holick MF. Vitamin D and Rehabilitation: Improving Functional Outcomes. *Nutrition in Clinical Practice*. 2007 jun; 22(4):294-304.
111. De Luca HF. Overview of general physiologic features and functions of vitamin D. *Am J Clin Nutr*. 2004; 80(suppl 6):S1689–S1696.
112. Bischoff-Ferrari HA, Giovannucci E, Willett WC, Dietrich T, Dawson-Hughes B. Estimation of optimal serum concentrations of 25-hydroxyvitamin D for multiple health outcomes. *Am J Clin Nutr*. 2006;84:18-28.
113. Verhaar HJ, Samsom MM, Jansen PA, De Vreede PL, Manten JW, Duursma SA. Muscle strength, functional mobility and Vitamin D in older women. *Aging*. 2000; 12: 455-60.
114. Glerup H, Milkelsen K, Poulsen L. Hypovitaminosis D myopathy without biochemical signs of osteomalacic bone involvement. *Calcif Tissue Intern*, 66:419-24, 2000.

115. Pfeifer M, Begerow B, Minne HW. Vitamin D status, trunk muscle strength, body sway, falls, and fractures among 237 postmenopausal women with osteoporosis. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*. 2001; 109: 87-92.
116. Curry OB, Basten JF, Francis MJ, Smith R. Calcium uptake by sarcoplasmic reticulum from Vitamin D deficient in rabbits. *Nature*. 1974;249:83-4.
117. Birge SJ, HADDAD JG. 25 dihydroxicholecalciferol stimulation of muscle metabolism. *J Clin Invest*. 1975; 56:1100-7.
118. Pointon JJ, Francis MJ, Smith R. Effect of vitamin D deficiency on sarcoplasmic reticulum function and troponin C concentration of rabbit skeletal muscle. *Clin Sci*. 1979; 57:257-63.
119. Bolland R, Bolland AR, Ritz E, Hasselbach W. Effects of 1,25 dihydroxicholecalciferol on sarcoplasmic reticulum calcium transport in strontium fed rats. *Calcif Tissue Invest*. 1983;35:190.
120. Janssen HCJP, Samson MM, Verhaar HJJ. Vitamin D deficiency, muscle function, and falls in elderly people. *Am J Clin Nutr*. 2002;75:611-5.
121. Ceglia L, Morais MS, Park LK, Morris E, Harris SS, Nischoff-Ferrari HA, et al.. Multi-step immunofluorescent analysis of vitamin D receptor loci and myosin heavy chain isoforms in human skeletal muscle. *J Mol Histol*. 2011; 42 (2-3):137-142.

122. Larsson L, Sjöödin B, Karlsson J. Histochemical and biochemical changes in human skeletal muscle with age and sedentary males age 22-65 years. *Acta Physiol Scand.* 1978; 103: 31-39.
123. Lexell J, Henriksson-Laersén K, Winblad B, Sjöström M. Distribution of different fiber types in human skeletal muscles: effects of aging studied in whole muscle cross sections. *Muscle and Nerve.* 1983; 6, 588-595.
124. Essen-Gustavsson N, Borges O. Histochemical and metabolic characteristics of human skeletal muscle in relation to age. *Acta Physiol Scand.* 1986; 126: 107-114.
125. Grimby G. Physical activity and effects of muscle training in the elderly. *Ann Clin Res.* 1988; 20: 62-66.
126. Biral D, Betto R, Danieli-Bettot D, Salviati G. Myosin heavy chain composition of single fibres from normal human muscle. *Biochem. J.* 1988; 250: 307-308.
127. Augusto V, Padovani CR, Campos GE. Skeletal Muscle fiber in C57BL6J mice. *Braz. J. Morphol. Sci.* 2004; 21(2): 89-94.
128. Pette D, Staron RS. Myosin isoforms, muscle fiber types, and transitions. *Microsc. Res. Tech.* 2000; 50: 500-509.

129. Bischoff HA, Stahelin HB, Niklaus U, Ehrensam R, Vonthein R, Perrig-Chiello P, et al. Muscle strength in the elderly: its relation to vitamin D metabolism. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999; 80: 54-8.
130. Lewiecki EM, Borges JLC. Bone density testing in Clinical Practice. *Arq Bras Endocrinol Metabol.* 2006; 50(4):586-95.
131. Courthney AC, Wachtel EF, Myers EF, Hayes WC. Age related reductions in the strength of the femur tested in a fall-loading configuration. *J Bone Joint Surg Am.* 1995; 77(3): 387-95, 1995.
132. Lotz JC, Cheal EJ, Hayes WC Fracture prediction for the proximal femur using finite element models: Part I – Linear analysis. *J Biomechan Eng.* 1991; 113: 353-60.
133. Mazess R, Chesnt CH III, MC Clung M, Genant H. Enhanced precision with dual-energy X-ray absorption-technique. *Calcif Tissue Int.* 1992; 5(1): 14-7.
134. Njeh CF, Ferst T, Hans D. Radiation exposure in bone mineral density assessment. *Applied Radiation & Isotopes.* 1999; 50 (1): 215-36.
135. Marshall D, Johnell O, Wedel H. Meta analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures. *BMJ.* 1996; 312 (7041): 1254-9.
136. Cranney A, Tugwell P, Wells G, Guyat G. Systematic reviews of randomized trials in osteoporosis: Introduction and methodology. *Endocr Rev.* 2002; 23(4): 497-507.

137. Wanich RD, Miller PD. Antifracture efficacy of antiresorptive agents are related to changes in bone density. *J Clin Endocrinol Metab.* 2000; 85(1): 231-6.
138. World Health Organization. Assessment of fracture risk and its application to screening for post menopausal osteoporosis. Geneva, Switzerland: WHO, 1994.
139. Holick M.F. Optimal Vitamin D Status for the prevention and treatment of Osteoporosis. *Drugs Aging.* 2007; 24 (12): 1017-1029.
140. Hermes HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000; 10: 361-74.
141. SENIAM Project Sensor Placement”, 2005. Retrieved 27/03/07, from <http://www.seniam.org>
142. Sacco ICN, Gomes AA, Otuzib ME, Pripasb D, Onodera AN. A method for better positioning bipolar electrodes for lower limb EMG recordings during dynamic contractions. *Journal of Neuroscience Methods.* 2009; 180: 133–137.
143. Byrne CA, Lyons GM, Donnelly AE, O’Keeffe DT, Hermens H, Nene A. Rectus femoris surface myoelectric signal cross-talk during static contractions. *Journal of Electromyography and Kinesiology.* 2005; 15: 564–575.

144. Brownstein BA, Lamb RL, Manguine RE. Quadriceps Torque and Integrated Electromyography. *Journal of Orthopaedics and Sports Physical Therapy*. 1985; 6(6): 309-314.
145. Bevilaqua-Grossi D, Felicio LR, Simões R, Coqueiro KR, Monteiro-Pedro V.. Avaliação eletromiográfica dos músculos estabilizadores da patela durante exercício isométrico de agachamento em indivíduos com síndrome da dor femoropatelar. *Rev Bras de Medicina do Esporte*. 2005; 11(3): 159-163.
146. Cowan, SM, Hodges PW, Bennell KL, Crossley KM. Altered vastii recruitment when people with patellofemoral pain syndrome complete a postural task. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2002; 83: 989–995.
147. Crossley KM, Cowan SM, Bennel KL, McConnell J. Knee flexion during stair ambulation is altered in individuals with patellofemoral pain. *Journal of Orthopaedic Research*. 2004; 22: 267-274.
148. Andrade PH, Bevilaqua-Grossi D, Bérzin F, Gil I, Monteiro-Pedro V. Comparação da atividade elétrica dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral oblíquo em indivíduos com disfunção fêmoro patelar. *Rev Fisioter Univ São Paulo*. 2001 ago-dez; 8: 65-71.
149. Smith TO, Bowyer D, Dixon J, Stephenson R, Chester R, Donell ST. Can vastus medialis oblique be preferentially activated? A systematic review of electromyographic studies. *Physiotherapy Theory and Practice*. 2009; 25(2):69–98.

150. Kanis JA, Burlet N, Cooper C, Delmas PD, Reginster JY, Borgstrom F, Rizzoli R, Hehalf of the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis (ESCEO). European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women *Osteoporos Int*. 2008 (positional paper).
151. Lindstrom L, Kadefors R, Petersen I. An electromyographic index for localized muscle fatigue. *Journal of Applied Physiology*. 1977; 43: 750-754.
152. Gerdle B, Langstrom M Repeated isokinetic plantar flexions at different angular velocities. *Acta Physiologica Scandinavica*. 1987; 130: 495-500.
153. Bouisson P, Estrade P, Goubel F, Guezenec C, Serrurier B. Surface EMG Power spectrum and intramuscular pH in human in vastus lateralis muscle during dynamic exercise. *Journal of Applied Physiology*. 1989; 67: 1245-1249.
154. Maton B, Gamet D. The fatigability of two agonistic muscles in human isometric voluntary submaximal contraction: an EMG study. II – Motor Unit firing rate and recruitment. *European Journal of Applied Physiology*. 1989; 58: 369-374.
155. Reeves ND, Maganaris CN, Narici MV. Plasticity of dynamic muscle performance with strength training in elderly humans. *Muscle Nerve*. 2005; 31: 355–364.
156. Mc Comas A. *Skeletal muscle: form and function*. Human Kinetics Publishers Inc, Champaign, IL: 1996.

157. Gerdle B, Karlsson S, Crenshaw AG, Fridén J. The relationships between EMG and muscle morphology throughout sustained static knee extension at two submaximal force levels. *Acta Physiol Scand.* 1997; 160: 341-351.
158. Boland R, Norman A. Presence of a 1,25-dihydroxy-vitamin D3 receptor in chick skeletal muscle myoblasts. *Biochem Biophys Res Commun.* 1985; 128(1):305–311.
159. Simpson RU, Thomas GA. Identification of 1,25-dihydroxyvitamin D3 receptors and activities in muscle. *J Biol Chem.* 1985; 260(15):8882–8891.
160. Neptune RR, Kautz SA. Knee joint loading in forward versus backward pedaling: implications for rehabilitation strategies. *Clin Biomech.* 2000; 15: 528-535.
161. Powers CM. Patellar kinematic, part II: The influence of the depth of the trochlear groove in subjects with and without patellofemoral pain. *Phys Ther.* 2000; 80(10): 965-973.
162. Cowan SM, Bennel KM, Crossley KM, Hodges PW, McConnel J. Physical therapy alters recruitment of the vasti in patellofemoral pain syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 2002; 34(12): 1879-1885.
163. Wiltvrouw E. Reflex response times of vastus medialis oblique and vastus lateralis in normal subjects and in subjects with patellofemoral pain syndrome. *J Orthop. Sports Phys. Ther.* 1996; 3(24): 160-165.

ANEXO 1

Parecer do comitê de ética em pesquisa – Faculdade de Ciências Médicas/Unicamp



FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html

CEP, 25/09/07.
(Grupo III)

PARECER CEP: Nº 465/2007 (Este nº deve ser citado nas correspondências referente a este projeto)
CAAE: 0355.0.146.000-07

I - IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: “ESTUDO SOBRE OS EFEITOS DA ADMINISTRAÇÃO DE VITAMINA D NA ATIVIDADE ELÉTRICA MUSCULAR DE PACIENTES PORTADORAS DE OSTEOPOROSE”.

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Valéria Augusto

INSTITUIÇÃO: Hospital de Clínicas / UNICAMP

APRESENTAÇÃO AO CEP: 10/07/2007

APRESENTAR RELATÓRIO EM: 24/07/08 (O formulário encontra-se no site acima)

II - OBJETIVOS

Avaliar os efeitos na atividade elétrica muscular, após administração de vitamina D, em pacientes acometidas pela osteoporose; Verificar as correlações entre atividade elétrica muscular, perda de força muscular, através da utilização da célula de carga e perda de densidade mineral óssea, em pacientes com níveis inadequados de vitamina D. Analisar e comparar, através de questionário e avaliação subjetiva, em pacientes portadoras de osteoporose, após e sem administração de vitamina D: a) força do músculo RF, utilizando célula de carga; b) sinal eletromiográfico, após tratamento com vitamina D; c) amplitude de movimento; d) risco e ocorrência de quedas.

III - SUMÁRIO

A osteoporose é uma doença esquelética progressiva com conseqüências físicas e psico sociais, resultando em um período assintomático de perda óssea, com conseqüente redução de sua resistência e eventual fratura espontânea ou trauma mínimo. Um dos tratamentos da osteoporose conta com a administração de vitamina D3, via oral, o que aumenta consideravelmente a reposição de cálcio nos ossos, diminuindo a incidência de fraturas. Contudo, têm-se, ainda, vinculados aspectos relacionados ao sistema músculo esquelético, onde deficiência de vitamina D3 leva à diminuição de força muscular, podendo ser uma das características associadas à ocorrência de queda em indivíduos de maior idade. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo estudar pacientes portadoras de osteoporose, divididas em dois grupos: um deles (GD) constituído por 30 pacientes submetidas à administração, via oral, diária, de 400 UI de vitamina D e outro (GC), sem a administração dessa vitamina. Por meio de eletromiografia será analisado o sinal elétrico dos músculos reto femoral e vasto medial oblíquo, em situação de osteoporose e após administração de vitamina D, a fim de correlacioná-la com a diminuição de força muscular, mobilidade articular e incidência de quedas.

IV - COMENTÁRIOS DOS RELATORES

O projeto encontra-se adequado a Resolução CNS 196/96 e complementares, bem como a nova versão do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111
13084-971 Campinas - SP

FONE (019) 3521-8936
FAX (019) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br



V - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, após acatar os pareceres dos membros-relatores previamente designados para o presente caso e atendendo todos os dispositivos das Resoluções 196/96 e complementares, resolve aprovar sem restrições o Protocolo de Pesquisa, bem como ter aprovado o Termo do Consentimento Livre e Esclarecido, assim como todos os anexos incluídos na Pesquisa supracitada.

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

VI - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).

Pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.1.z), exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade do regime oferecido a um dos grupos de pesquisa (Item V.3.).

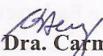
O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4.). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, Item III.2.e)

Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos na Resolução CNS-MS 196/96.

VII - DATA DA REUNIÃO

Homologado na VII Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 24 de julho de 2007.


Prof. Dra. Carmen Sílvia Bertuzzo
PRESIDENTE DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCM / UNICAMP

APÊNDICE 1

FICHA DE AVALIAÇÃO

Anamnese:

Voluntário número: _____

Data de avaliação: ___/___/___, Horário da avaliação: _____

Examinador: _____

Nome: _____

Endereço: _____

Data de nascimento: _____, telefone: _____

- Idade: _____ anos, Peso: _____ kg, Altura: _____ m, Membro dominante: _____
- Atividade física: () Sim () Não
 - modalidade: _____ frequência: _____
 - História de lesão ou trauma na articulação da coluna ou outras articulações:
 - () Sim, qual? _____ () não
- Presença de dor articular ou em alguma parte do corpo?
 - () sim, local: _____ () não
- Flexibilidade: avaliação da ADM por Flexímetro
 - Flexão tronco: _____ Graus; Extensão de Tronco: _____ Graus

Medida de comprimento de membros inferiores

	Membro inferior direito	membro inferior esquerdo
Real (cm)		
Aparente (cm)		

Avaliação subjetiva de quedas:

1. Estado civil: () solteira; () casada; () viúva; () separada judicialmente () divorciada
2. Escolaridade: () analfabeta; () ensino básico; () médio; () superior
3. Ocupação: () ativa _____ () aposentada _____
4. atividade física () ativa modalidade: _____ frequência: _____ () sedentária _____
5. Sofreu quedas nos últimos 6 meses? () sim, número de quedas _____ () não
6. Medicamentos em uso: _____
7. Antecedentes pessoais:
 - () diabetes, () hipertensão arterial, () AVC, () arritmia, () epilepsia,
 - () enxaqueca, () ICO, () insônia, () sonolência, () amaurose fulgaz,
 - () TCE com perda de consciência, () TCE sem perda de consciência,
 - () depressão e antecedentes psiquiátricos, () labirintopatia, () Parkinson,
 - () alteração cognitiva, () artrose, () artrite, () zumbido, () fraqueza muscular,
 - () incontinência miccional, () urgência miccional, () dor osteomuscular,
 - () ansiedade, () diminuição da acuidade visual, () catarata, () glaucoma,
 - () fratura prévia, () osteoporose, () outros _____

8. DMO

Data do exame:

	G/cm ²	T (DP)
COLUNA		
FÊMUR Colo		
FÊMUR Inteiro		

Medidas para Instrumentação da eletromiografia/ Parâmetros para controle da 2ª Colocação

Membro analisado:

RF: 50% da distância entre a borda superior da patela e a EIAS: ____cm

*borda superior da patela: ____cm → ponto médio da borda superior da patela: ____cm

*distância da EIAS à borda superior da patela: ____cm

*distância da EIAS à Tuberosidade da Tíbia: ____cm

*distância da EIAS:

*deslocamento em relação à tuberosidade da tíbia: __cm, para medial()ou p lateral()

VL: 2/3 da distância entre a EIAS e a borda lateral da patela: ____cm

*borda lateral da patela: ____cm → ponto médio da borda lateral da patela: ____cm

*distância da EIAS à borda lateral da patela: ____cm

*deslocamento em relação à tuberosidade da tíbia: __cm, para medial()ou p lateral()

VMO: 55° da borda superior da patela: ____cm

*80% da distância entre a EIAS e a linha articular do joelho, a frente da borá anterior do ligamento colateral medial: ____cm

DADOS DA COLETA

	CIVM	60% CIVM
CARGA – KGF		
Canal 1- RF		
Canal 2 – VL		
Canal 3 - VMO		

Ajustes do aparelho extensor

ENCOSTO	
MEMBROS	

Observações gerais da coleta:

APÊNDICE 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

ESTUDO SOBRE OS EFEITOS DA ADMINISTRAÇÃO DE VITAMINA D NA ATIVIDADE ELÉTRICA MUSCULAR DE PACIENTES PORTADORAS DE OSTEOPOROSE

Investigador Principal: Profa. Valéria Augusto

Centro de Pesquisa: Disciplina de Reumatologia de Reumatologia – Departamento de Clínica Médica / FCM; e Departamento de Anatomia / IB - Unicamp

Introdução:

Você está sendo convidada a participar de um estudo. Antes de concordar, é importante que leia cuidadosamente e entenda toda a explicação contida neste termo. É importante que todas as suas dúvidas em relação ao estudo e seus procedimentos sejam esclarecidas, por isso não tenha medo de perguntar sobre qualquer ponto que não tenha entendido. Essa explicação será feita de modo simples, em linguagem de fácil entendimento.

Sua participação neste estudo é totalmente voluntária; por isso fique a vontade para ler a informação cuidadosamente e, se achar necessário, converse com sua família, amigos, ou com seu médico.

Qual é o motivo deste estudo?

Se você tem Osteoporose, uma doença que causa diminuição na massa óssea, e futuramente, se não for tratada, poderá ocorrer fratura na bacia levando você a ter dificuldades para se locomover. No caso de fratura na coluna, pode ocasionar dores e alterações posturais. O risco de quedas também será avaliado, como um indicativo de que o tratamento poderá alterar sua incidência. Assim, você terá que ser tratada para prevenir tais fraturas e possíveis quedas.

Porque você está sendo convidado a participar deste estudo?

Você está sendo convidada a participar deste estudo porque tem idade de 50 ou mais e sofre de diminuição de massa óssea .

Por quais razões você não poderá participar deste estudo?

- **Se você tiver problemas de tireoideopatias, Diabetes Mellitus e outras osteopatias que não a osteoporose ou osteopenia.**
- **Se você for portadora de miopatias crônicas, doença de Parkinson, ou depressão maior.**
- **Se você tiver distúrbios da marcha ou tiver algum membro inferior amputado.**
- **Se for etilista e/ou tabagista,**

- Se utilizar cronicamente tranqüilizantes ou sedativos
- Se você tiver menos de 50 anos de idade e estar sem menstruar a menos de três anos,
- Se tiver usando corticóides ou outra medicação para a Osteoporose,
- História de alergia à vitamina D,
- Outra doença óssea,
- História de doença renal
- Fazer abuso de álcool e uso de medicação psiquiátrica,
- No caso de estar grávida ou amamentando,
- História de doença, que na opinião do médico, possa colocá-la em um risco maior ou possa atrapalhar a avaliação do estudo,
- Se tiver participado de estudos clínicos com medicamentos em investigação nos últimos 30 dias antes da entrada neste estudo,
- Tiver programado alguma cirurgia que precise de anestesia geral durante o tempo de estudo,
- Estiver usando alguns tipos de medicamentos que o médico qualifique como não sendo ideal para este estudo.

Você é obrigada participar do estudo?

Não. Sua participação é totalmente voluntária, ou seja, sua participação ou não neste estudo só depende de você. Se por algum motivo você não quiser participar ou após a sua entrada no estudo quiser sair, isto poderá ser feito a qualquer momento, sem que você sofra nenhuma penalidade ou perda dos seus direitos e sem comprometimento de sua saúde, pois você poderá continuar a ser tratado em qualquer serviço de saúde de sua própria escolha.

Quando você tiver segura com as informações recebidas, e decidir por conta própria a participar deste estudo, deverá assinar este TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.

Quanto tempo durará este estudo?

Este estudo terá duração esperada de cerca de seis meses, ou poderá se estender por mais um ano.

Quantas pessoas participarão deste estudo?

Participarão cerca de 40 pessoas do ambulatório de Reumatologia do Hospital de Clínicas / FCM, e também do CAISM/ UNICAMP.

O que acontecerá comigo se eu participar deste estudo?

Você será avaliada pelos médicos e fisioterapeutas deste estudo e realizará exames.

Na visita de seleção

Quando você assinar o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO, será feita uma consulta de avaliação onde será analisada sua história clínica, também os medicamentos que você já está usando. Se necessário será avaliado sua massa óssea, através de densitometria e serão realizados exames de coleta de sangue. Você não receberá medicamentos injetáveis, de algum contraste ou outra substância.

Visita 1:

Você trará os exames citados acima após uma semana da visita de seleção e será avaliada novamente e examinada. Caso exista algum item que não preencha os critérios de entrada neste estudo, já mencionados, tanto clínico como dos exames de densitometria e de sangue, você não participará do estudo.

Visita 2:

Será realizado exame de **Eletromiografia**, em local determinado no Instituto de Biologia (IB-Unicamp).

Quais são os riscos e desconfortos deste estudo?

Você Poderá sentir fadiga muscular leve durante a realização dos testes de força.

Haverá também necessidade de obedecer rigorosamente as datas das visitas médicas e cumprir com todos os procedimentos e avaliações determinadas no estudo.

Quais são os benefícios do estudo?

Você será submetida a realização de exames de sangue e urina, além de saber a condição do sinal elétrico de seu músculo, e caso sejam encontradas algumas alterações será devidamente encaminhada à profissional adequado.

Quais as alternativas de tratamento que possuo?

Caso não queira participar deste estudo, existem outros tratamentos disponíveis que seu médico escolherá para tratá-la.

Pode alguma coisa dar errada?

Se você tiver algum problema, diretamente causado pelos procedimentos ou tratamento proposto neste estudo, desde que tenham sido respeitadas todas as normas previstas, você terá tratamento médico nesta instituição onde se realiza este estudo. O médico do estudo será responsável pela sua assistência.

Haverá alguma despesa ou compensação para participar deste estudo?

A densitometria será realizada pelo sistema de saúde pública e os exames de Eletromiografia serão realizados gratuitamente no Laboratório de Anatomia da UNICAMP (Profa. Valéria Augusto, sob orientação do Prof. Dr. João Francisco Marques Neto, da Reumatologia HC/Unicamp, e também com a colaboração da Profa. Dra Evanisi Teresa Palomari). Caso haja necessidade, outros exames serão realizados por esta instituição, pelo ambulatório do qual você já faz parte.

Minha participação do estudo pode ser encerrada antes do previsto?

É claro que sim. Tanto você quanto o investigador poderão decidir pelo encerramento de sua participação. Se por algum motivo você deseja retirar o seu consentimento, sua participação no estudo será encerrada e você não será prejudicada.

Minha participação será mantida em sigilo?

Se você decidir participar do estudo, somente você, seu médico e a equipe saberão de sua participação, garantindo assim a sua confidencialidade. Nos registros do estudo, você será identificada apenas pelas iniciais de seu nome.

O Comitê de Ética da Unicamp e os profissionais responsáveis pelo estudo terão acesso a todos os seus registros médicos originais para verificação dos procedimentos e informações deste estudo, com a amplitude permitida pelas leis e regulamentações aplicáveis, sem a violação de sua confidencialidade. Ao assinar o **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** você ou seu representante legal estará autorizando este acesso.

Quando houver a divulgação dos resultados do estudo:

Serão mantidos confidenciais todos os relatos que possam identifica-la, de acordo com as leis e regulamentações aplicáveis, e estes não serão publicamente disponibilizados. Se os resultados deste estudo forem publicados, sua identidade permanecerá totalmente confidencial.

Se alguma informação estiver disponível, e por algum motivo esta informação for importante para sua participação neste estudo, você será informada no momento certo.

Quem você deve contatar se tiver perguntas e problemas?

Caso você tenha algum problema, como já foi mencionado anteriormente, deverá contatar o médico responsável por este estudo e o Comitê de Ética em Pesquisa desta instituição.

A profissional responsável (Investigador Principal) é a Fisioterapeuta:

Profa. Valéria Augusto (19) 9159-8042

O telefone do Comitê de Ética em Pesquisa desta instituição é o:(19) 3521-8936

Considerações Finais:

Você tem liberdade de recusar a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, (como já foi dito), sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO, na íntegra, assinado por você (Item IV.2.d).

Nós pesquisadores devemos desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões de descontinuidade pelo Comitê de Ética desta instituição, exceto quando percebermos risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatarmos a superioridade do regime oferecido a este grupo de pesquisa.

O Comitê de Ética de Pesquisa desta instituição deverá ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal deste estudo. É papel nosso, como pesquisadores assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviarmos notificação ao Comitê de Ética de Pesquisa e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA – juntamente com nosso posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao Comitê de Ética de Pesquisa desta instituição de forma clara e sucinta, identificando a parte deste protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projeto do grupo I e II apresentados anteriormente à ANVISA, nós como pesquisadores, devemos enviá-las também à mesma ,junto com o parecer aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa, para serem anexadas ao protocolo inicial.

Relatórios parciais e final deverão ser apresentados ao Comitê de Ética de Pesquisa, de acordo com os prazos estabelecidos na Resolução CNS-MS 196/96.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Efeitos da Vitamina D na atividade elétrica muscular de pacientes acometidas por de Osteoporose

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Profa. Valéria Augusto

Li e entendi as informações contidas no Anexo II do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido referente ao estudo referido. O Investigador e sub-investigador conversaram pessoalmente comigo sobre o estudo de pesquisa e responderam todas as minhas perguntas.

A mim foi dado tempo suficiente para decidir se devo ou não participar deste estudo. Entendo que minha participação é voluntária e sou livre para participar deste estudo a qualquer momento, sem que meus cuidados médicos ou diretos legais sejam afetados.

Também entendo que os profissionais deste estudo manterão confidencialidade sobre minha identidade e sobre os dados obtidos. Estes dados e resultados poderão ser analisados pelo Comitê de Ética desta Instituição e, ao assinar este documento, dou acesso aos meus registros médicos.

E, assim, concordo em participar deste estudo como paciente de estudo de pesquisa clínica. Recebi, assim uma cópia deste documento (TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO).

Nome do paciente _____

Assinatura _____ Data _____

Nome do Investigador _____

Assinatura _____ Data _____