

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA

MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

TÚLIO BRANDÃO XAVIER ROCHA

**ANÁLISE CINEMÁTICA COMPARATIVA DO AGACHAMENTO *WALL-SLIDE* E
ELETROMIOGRAFIA DO MÚSCULO RETO FEMORAL ANTES E APÓS
APLICAÇÃO DE ACUPUNTURA NO PONTO ST45**

Piracicaba
2011

TÚLIO BRANDÃO XAVIER ROCHA

**ANÁLISE CINEMÁTICA COMPARATIVA DO AGACHAMENTO *WALL-SLIDE* E
ELETROMIOGRAFIA DO MÚSCULO RETO FEMORAL ANTES E APÓS
APLICAÇÃO DE ACUPUNTURA NO PONTO ST45**

Dissertação apresentada ao programa de Pós graduação *Strictu sensu* da Universidade Metodista de Piracicaba, como pré-requisito para a obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Área de concentração: Educação Física

Orientador: Prof^o Dr. Guanis de Barros Vilela Júnior.

Piracicaba
2011

TÚLIO BRANDÃO XAVIER ROCHA

**ANÁLISE CINEMÁTICA COMPARATIVA DO AGACHAMENTO *WALL-SLIDE* E
ELETROMIOGRAFIA DO MÚSCULO RETO FEMORAL ANTES E APÓS
APLICAÇÃO DE ACUPUNTURA NO PONTO ST45**

Dissertação apresentada ao programa de Pós graduação *Strictu sensu* da Universidade Metodista de Piracicaba, como pré-requisito para a obtenção do título de Mestre em Educação Física.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Guanis de Barros Vilela Júnior
Orientador

Prof. Dr. Idico Pellegrinoti

Prof. Dr. João Paulo Borin

Aprovado em: 04 / 10 / 2011

Dedico esta dissertação à todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho, meus pais, minha esposa, Lília, em especial meu filho, Davi.

AGRADECIMENTOS

À toda a minha família, que contribuiu cada um a seu modo para que fosse possível realizar este curso.

Aos meus pais por terem me apoiado e acreditado no meu esforço e, apesar de todas as dificuldades, nunca deixaram de me incentivar.

À minha esposa pela paciência e compreensão.

À Valéria, Beto, Maira e Marina, que me receberam com carinho e me proporcionaram tranquilidade no início dessa empreitada.

Aos amigos Gustavo, Lu e Antônio, que foram quase que minha família por algum tempo.

Aos professores do programa de Mestrado em Educação Física, que contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional.

Ao meu orientador, Guanis, e dona Ana, por todo o apoio desde o início deste processo.

E com o receio de me esquecer de alguém, à todos os que fizeram deste ano de 2010 uma época ímpar na minha vida.

Muito obrigado!

Duas coisas são infinitas: o universo e a estupidez humana. Mas, no que respeita ao universo, ainda não adquiri a certeza absoluta.

Albert Einstein

RESUMO

A acupuntura vem sendo utilizada durante milênios para tratamento de doenças ou disfunções tanto no aspecto físico quanto psíquico, e alguns autores sugerem que a técnica é eficiente na melhora da performance de atletas. Com base nisso, o objetivo deste estudo é verificar as possíveis alterações cinemática no exercício de agachamento *wall slide* em decorrência da acupuntura aplicada em um ponto distante do local avaliado, e com isso, tentar estabelecer uma relação fisiológica entre acupuntura e movimento. Foi avaliado o músculo reto femoral, através de eletromiografia de superfície, e as variáveis cinemáticas da articulação do joelho por meio de um goniômetro eletrônico em 10 voluntários saudáveis na faixa etária de 20 a 30 anos. As variáveis analisadas foram potencial elétrico, amplitude, posição angular, velocidade e aceleração antes e após a aplicação de acupuntura no ponto ST45, situado no segundo podáctilo, e comparados os dois testes, pré e pós. Puderam ser observadas alterações significativas ($p < 0,01$) em todos os parâmetros pesquisados, e os resultados sugerem um aumento no recrutamento do reto femoral no exercício assim como uma modulação na contração deste músculo, o que leva a crêr que houve uma modulação também entre todos os outros músculos da cadeia cinética. Desta forma, a acupuntura pode ser útil na melhora da *performance* de atletas, no aumento da eficiência muscular no treinamento, melhora da coordenação e reabilitação pós lesão.

Palavras Chave – Eletromiografia; Cinemática; Acupuntura

ABSTRACT

Acupuncture has been used for millennia to treat diseases or disorders both physical and psychic, and some authors suggest that the technique is effective in improving the performance of athletes. On this basis, the aim of this study is to determine possible kinematics changes in wall slide squat as a result of acupuncture applied at a point distant from the site being assessed, and with it, trying to establish a physiological relationship between acupuncture and movement. We evaluated the rectus femoris, using surface electromyography and kinematic variables of the knee joint electronic goniometer in 10 healthy volunteers aged 20 to 30 years. The variables analyzed were electric potential, amplitude, angular position, speed and acceleration before and after acupuncture application in point ST45 located on the second toe, and compared the two tests before and after, Significant changes ($p < 0,01$) were observes in all parameter investigated, and the results suggest an increase in recruitment of the rectus femoris in the exercise as well as a modulation of the contraction of this muscle, which suggests that there was also a modulation among all the other muscles of the kinetic chain. Thus, acupuncture may be useful in improving athletic performance, increase muscle in training, improve coordination and rehabilitation after injury.

Key words – Electromyography; Kinematic; Acupuncture

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Trajeto do Meridiano do Estômago.....	23
Figura 2 – Meridiano do Estômago sobre o Reto Femoral.....	24
Figura 3 – Ponto ST45 do Meridiano do Estômago.....	24
Figura 4 – Posicionamento do indivíduo.....	50

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Potencial elétrico pré e pós acupuntura na fase isométrica para os voluntários do sexo feminino.....	54
GRÁFICO 2 - Potencial elétrico pré e pós acupuntura na fase isométrica para os voluntários do sexo masculino.....	55
GRÁFICO 3 – Amplitude do sinal eletromiográfico na fase isométrica para os voluntários do sexo feminino.....	56
GRÁFICO 4 – Amplitude do sinal eletromiográfico na fase isométrica para os voluntários do sexo masculino.....	57
GRÁFICO 5 - Amplitude do sinal eletromiográfico na fase descendente para os voluntários do sexo feminino.....	60
GRÁFICO 6 - Amplitude do sinal eletromiográfico na fase descendente para os voluntários do sexo masculino.....	61
GRÁFICO 7 - Amplitude do sinal eletromiográfico na fase ascendente para os voluntários do sexo feminino.....	63
GRÁFICO 8 - Amplitude do sinal eletromiográfico na fase ascendente para os voluntários do sexo masculino.....	64
GRÁFICO 9 – Posição angular do joelho na fase descendente para os voluntários do sexo feminino.....	66
GRÁFICO 10 – Posição angular do joelho na fase descendente para os voluntários do sexo masculino.....	67
GRÁFICO 11 – Posição angular do joelho na fase ascendente para os voluntários do sexo feminino.....	69
GRÁFICO 12 – Posição angular do joelho na fase ascendente para os voluntários do sexo masculino.....	70
GRÁFICO 13 - Velocidade angular do joelho na fase descendente para os voluntários do sexo feminino.....	71
GRÁFICO 14 - Velocidade angular do joelho na fase descendente para os voluntários do sexo masculino.....	72
GRÁFICO 15 - Velocidade angular do joelho na fase ascendente para os voluntários do sexo feminino.....	74
GRÁFICO 16 - Velocidade angular do joelho na fase ascendente para os voluntários do sexo masculino.....	75
GRÁFICO 17 - Aceleração angular do joelho na fase descendente para os voluntários do sexo feminino.....	76
GRÁFICO 18 - Aceleração angular do joelho na fase descendente para os voluntários do sexo masculino.....	77
GRÁFICO 19 - Aceleração angular do joelho na fase ascendente para os voluntários do sexo feminino.....	79
GRÁFICO 20 - Aceleração angular do joelho na fase ascendente para os voluntários do sexo masculino.....	80

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Potencial elétrico pré e pós acupuntura na fase isométrica para os voluntários do sexo feminino.....	54
TABELA 2 - Potencial elétrico pré e pós acupuntura na fase isométrica para os voluntários do sexo masculino.....	55
TABELA 3 – Amplitude do sinal eletromiográfico na fase isométrica para os voluntários do sexo feminino.....	57
TABELA 4 – Amplitude do sinal eletromiográfico na fase isométrica para os voluntários do sexo masculino.....	58
TABELA 5 - Amplitude do sinal eletromiográfico na fase descendente para os voluntários do sexo feminino.....	61
TABELA 6 - Amplitude do sinal eletromiográfico na fase descendente para os voluntários do sexo masculino.....	62
TABELA 7 - Amplitude do sinal eletromiográfico na fase ascendente para os voluntários do sexo feminino.....	64
TABELA 8 - Amplitude do sinal eletromiográfico na fase ascendente para os voluntários do sexo masculino.....	65
TABELA 9 – Posição angular do joelho na fase descendente para os voluntários do sexo feminino.....	66
TABELA 10 – Posição angular do joelho na fase descendente para os voluntários do sexo masculino.....	67
TABELA 11 – Posição angular do joelho na fase ascendente para os voluntários do sexo feminino.....	69
TABELA 12 – Posição angular do joelho na fase ascendente para os voluntários do sexo masculino.....	70
TABELA 13 - Velocidade angular do joelho na fase descendente para os voluntários do sexo feminino.....	72
TABELA 14 - Velocidade angular do joelho na fase descendente para os voluntários do sexo masculino.....	73
TABELA 15 - Velocidade angular do joelho na fase ascendente para os voluntários do sexo feminino.....	74
TABELA 16 - Velocidade angular do joelho na fase ascendente para os voluntários do sexo masculino.....	75
TABELA 17 - Aceleração angular do joelho na fase descendente para os voluntários do sexo feminino.....	77
TABELA 18 - Aceleração angular do joelho na fase descendente para os voluntários do sexo masculino.....	78
TABELA 19 - Aceleração angular do joelho na fase ascendente para os voluntários do sexo feminino.....	79
TABELA 20 - Aceleração angular do joelho na fase ascendente para os voluntários do sexo masculino.....	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Valores do ângulo articular e comportamento dos parâmetros observados.....	59
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

ST – Meridiano do estômago

PC – Meridiano do Pericárdio

SP – Meridiano do Baço-pâncreas

LI – Meridiano do Intestino Grosso

BL – Meridiano da Bexiga

GB – Meridiano da Vesícula Biliar

KI – Meridiano do Rim

CCF – Cadeia Cinética Fechada

LCA – Ligamento Cruzado Anterior

LCP – Ligamento Cruzado Posterior

sEMG – Eletromiografia de Superfície

PA – Potencial de Ação

EMG – Eletromiografia

MMII – Membros inferiores

UM – Unidades Motoras

PAUM – Potencial de Ação de Unidade Motora

TPAUM – Trem de Potencial de Ação de Unidade Motora

RMS – *Root Mean Square* - raiz quadrada dos valores quadráticos médios

FFT – Transformada Rápida de Fourier

OMS – Organização Mundial de Saúde

FCmax – Frequência cardíaca máxima

VO2max – Consumo máximo de oxigênio

uV – microvolts

Min – mínimo

Max – máximo

Q1 – primeiro quartil

Med – Mediana

Q3 – terceiro quartil

DIQ – distância interquartil

V - voluntário

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO.....	15
1.1 – Objetivo Geral.....	20
1.2 – Objetivos Específicos.....	20
2 – REVISÃO DA LITERATURA.....	21
2.1 – Acupuntura.....	21
2.1.1 – Evidências da eficácia da acupuntura.....	24
2.1.2 – Aspectos mecânicos da acupuntura.....	26
2.1.3 – Aspectos elétricos da acupuntura.....	30
2.2 – Biomecânica.....	33
2.3 – Eletromiografia.....	43
3 – MATERIAL E MÉTODOS.....	49
3.1 – População e amostra.....	49
3.2 – Aspectos éticos.....	49
3.3 – Descrição do agachamento <i>wall slide</i>	49
3.4 – Material e Instrumentos.....	50
3.5 – Modelagem da tarefa e movimento.....	51
3.6 – Aplicação da acupuntura.....	52
3.7 – Análise dos dados.....	52
3.6.1 – Análise dos dados da fase estática.....	52
3.6.2 – Análise dos dados da fase dinâmica.....	53
4 – RESULTADOS.....	53
5 – DISCUSSÃO.....	81
6 – CONCLUSÃO.....	87
REFERÊNCIAS.....	89
ANEXOS	100
ANEXO A - Certificado de aprovação no comitê de ética em pesquisa da UNIMEP	
APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido para participação na pesquisa	

1 – INTRODUÇÃO

A acupuntura é utilizada durante milênios para o tratamento de várias doenças ou disfunções tanto no aspecto físico quanto psíquico, e ainda, alguns autores sugerem ser eficiente na melhora da *performance* de atletas (PELHAM; HOLT; STALKER, 2001; LUNA; FERNANDES FILHO, 2005). Entretanto, pouca atenção é voltada para os efeitos desta técnica sobre o movimento voluntário, especialmente se existe efeito sobre o recrutamento muscular.

Os pontos de acupuntura situam-se ao longo de canais denominados Meridianos, que tem características histológicas distintas das áreas adjacentes e são associados aos planos de tecido conjuntivo, entre músculos e entre osso e músculo (LANGEVIN; YANDOW, 2002). A estimulação destes pontos exerce um efeito em regiões vizinhas ou distantes (COSTA; ARAUJO, 2008), e alguns autores afirmam que atuação da acupuntura se dá através destes canais, uma vez que existe a possibilidade de transmissão de sinais por esta via (LEE; LaRICCIA; NEWBERG, 2004; AHN, *et al.*, 2005; LANGEVIN, *et al.*, 2001; NAPADOW, *et al.*, 2009; LIN; CHEN, 2009). Assim sendo, o presente estudo parte da hipótese de que a estimulação com agulha de um ponto localizado distalmente poderia influenciar na atividade de um músculo mais proximal, situado no trajeto do mesmo Meridiano.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), uma definição ampla de Acupuntura, é a estimulação de pontos específicos do corpo, através do uso de agulhas, moxabustão, eletricidade, laser ou pressão, com propósitos terapêuticos e profiláticos além do aumento da eficiência do aparelho locomotor (SHANG, 2000; LIU *et al.*, 2009; ERNST, 2006). Esta mesma organização, em 1985, reconheceu que a Medicina Tradicional Chinesa, particularmente a fitoterapia e acupuntura, constitui em tecnologia apropriada e pode ser incorporada às

estratégias de saúde nacional (WHO, 1995). Em 2006, foi regulamentada a sua utilização pelas unidades de saúde brasileiras pela portaria nº971 do ministério da saúde (BRASIL, 2006).

Existem duas linhas básicas de pesquisa científica em acupuntura: a pesquisa clínica, que diz respeito à eficácia dos procedimentos, e a pesquisa básica, que se divide em duas grandes áreas de atuação: a neurofisiologia, que se preocupa com a ação neuroendócrina da técnica (LEE; LaRICCIA; NEWBERG, 2004), e a biofísica, em que o objeto de estudo é, basicamente, a determinação da existência ou inexistência de diferenças nas propriedades físicas entre os acupontos e não-acupontos (CRUZ, 2007).

A eficácia da acupuntura no tratamento da dor é bem documentada na literatura (ERTHAL, 2008; LIN; CHEN, 2009; WITT *et al.*, 2006; STAUD, 2007; POVOLNY, 2008). No entanto, apesar de estudos que relacionam a técnica com a melhora da *performance* e força muscular em atletas (LUNA; FERNADES FILHO, 2005; SANTOS; KAWANO; BANJA, 2008; LIN *et al.*, 2009), a pesquisa básica em acupuntura ainda encontra dificuldades em demonstrar seus mecanismos fisiológicos de ação.

Alguns fatores como as propriedades elétricas dos pontos e meridianos de acupuntura (AHN *et al.*, 2008; LEE *et al.*, 2005a; AHN *et al.*, 2010), os efeitos biomecânicos exercidos pela aplicação das agulhas (LANGEVIN *et al.*, 2001a) e a liberação de substâncias endógenas (KAWAKITA *et al.*, 2006), tem sido usados como hipóteses do seu modo de atuação. Além disso, o alto grau de coincidência entre pontos de Acupuntura e pontos gatilho miofasciais (FINANDO; FINANDO, 2010; DORSHER; FLECKENSTEIN, 2008), e a possibilidade de transmissão de sinais pelos meridianos, que são relacionados com planos de tecido conjuntivo

(LANGEVIN; CHURCHILL; CIPOLA, 2001; LANGEVIN; YANDOW, 2002; AHN *et al.*, 2010), podem ser a chave para elucidar os meios pelos quais age a técnica.

De acordo com a Medicina Tradicional Chinesa, a saúde e a funcionalidade do corpo são determinadas pelo livre fluxo da “energia vital” ou *Qi* no corpo, através dos Meridianos, mantendo o equilíbrio dinâmico entre os princípios Yin e Yang. A doença ou disfunção surge quando há alteração no fluxo dessa energia ou desequilíbrio entre os dois princípios. Através da estimulação dos pontos de Acupuntura, localizados na superfície da pele ao longo do trajeto dos Meridianos, acredita-se ser possível harmonizar o corpo e restabelecer a saúde e a função (KAPTCHUK, 2002; ERNST, 2006; HU, 2008; VANDERPLOEG; YI, 2009).

No pensamento chinês Yin e Yang são dois princípios opostos e complementares, como os dois lados de uma moeda. Yin está relacionado com flexibilidade, hipoatividade, fraqueza, negativo, etc, e Yang com rigidez, hiperatividade, força, positivo, etc. (JACKES, 2003). Desta forma, o desequilíbrio é determinado pelo excesso de *Qi* no Meridiano, estado em que se manifestam características Yang, ou deficiência, situação que se sobrepõe características Yin. Para cada caso existe uma conduta terapêutica específica. Em casos de excesso, é indicada a sedação do Meridiano, que consiste inserção da agulha em um ponto específico e manipulação lenta ou rotação no sentido anti-horário. Em contrapartida, em casos de deficiência, é indicado o tratamento de tonificação, com manipulação rápida ou rotação no sentido horário (LI, 1994; OTERO; RUSSE, 2005; ZHU, 2010).

Apesar de estudos indicarem que a acupuntura pode ser eficaz na melhora da *performance* no esporte (PELHAM; HOLT; STALKER, 2001; LUNA; FERNADES FILHO, 2005), não foram encontrados na literatura pesquisada estudos que

relacionam a técnica com parâmetros biomecânicos do movimento ou os efeitos da acupuntura sobre o movimento voluntário e a ativação muscular.

Movimentos em cadeia cinética fechada são mais seguros, do ponto de vista biomecânico, pois envolvem a ação sinérgica de vários grupos musculares, proporcionando às articulações maior estabilidade devido à co-contração de agonistas e antagonistas (SOUSA *et al.*, 2007). No agachamento, tríplice flexão do membro inferior, vários músculos são solicitados, sobretudo nas articulações do quadril, joelho e tornozelo (BRAIDOT *et al.*, 2007).

Uma forma do agachamento, conhecida como *wall slide*, é realizado com as costas do executante contra a parede e os pés posicionados à frente do corpo (ESCAMILLA *et al.*, 2009a). Esse exercício é considerado efetivo no desenvolvimento da musculatura dos membros inferiores por meio do aumento da atividade do quadríceps, isquiotibiais e tríceps sural (SOUSA *et al.*, 2007). A manutenção do centro de massa posteriormente à articulação do tornozelo aumenta o torque flexor externo no joelho, que deve ser contrabalançado pela ação do quadríceps (BOLING *et al.*, 2006).

O agachamento pode ser realizado em diferentes angulações de flexão do joelho e conseqüentemente do quadril e tornozelo, assim como o grau de abdução do quadril e distância dos pés em relação à superfície de apoio. Estas variações determinam diferentes padrões de recrutamento muscular (SOUZA *et al.*, 2007, BEVILAQUA-GROSSI *et al.*, 2005), o que pode ser influenciado também por variações na velocidade e aceleração angulares na articulação do joelho (HAGOOD *et al.*, 1990; RIBEIRO; DIONÍSIO; ALMEIDA 2005; LOSSO, *et al.* 2005). Estas variáveis são objetos de investigação da biomecânica.

Através de uma análise biomecânica, pode-se verificar sua eficiência e o risco de lesão associada. Posição, velocidade e aceleração angulares fazem parte da análise cinemática, um ramo da biomecânica, que se refere à medição do movimento sem considerar as forças que o causaram. (WINTER, 1990). Dentre as maneiras de realizar essa análise, pode-se destacar a eletrogoniometria, utilizando uma versão eletrônica do goniômetro tradicional, que permite a mensuração de ângulos articulares de forma dinâmica (PIRIYAPRASATH *et al.*, 2008).

Como maneiras de se estimar os efeitos da acupuntura no corpo, alguns autores sugerem a eletromiografia (COSTA; ARAUJO, 2008; LEE *et al.*, 2005a), que consiste na detecção de sinais provenientes da contração muscular através de eletrodos posicionados na superfície da pele (MASSÓ *et al.*, 2010). A amplitude do sinal obtido representa a soma da manifestação elétrica das unidades motoras ativas num dado instante e, portanto, reflete o grau recrutamento muscular durante o movimento (FARINA; MERLETTI; ENOKA, 2004).

Mediante a análise do sinal eletromiográfico, é possível obter informações acerca da contribuição do músculo durante o movimento, tempo de ativação, e o momento e posição em que é recrutado, quando associado a um eletrogoniômetro (DELUCA, 1997). Porém, o sinal é complexo e está sujeito a interferências, e erros de interpretação, que podem ser minimizados tomando os devidos cuidados na coleta e processamento dos dados, possibilitando obter um sinal mais fidedigno e confiável quando se pretende observar o comportamento de um músculo específico durante o movimento (DELUCA, 2006, MARCHETI; DUARTE, 2006).

Assim sendo, a presente pesquisa tem como objetivo realizar uma análise biomecânica comparativa do agachamento *wall slide* a aproximadamente 90° de flexão do joelho, bem como a atividade eletromiográfica do músculo reto-femoral,

situado no trajeto do meridiano do Estômago (ST), antes e após a estimulação do ponto ST45, localizado no segundo podáctilo, e assim, verificar se a acupuntura pode influenciar no movimento voluntário bem como na atividade de um músculo distante do local de aplicação da agulha.

1.1 – Objetivo Geral

Verificar as possíveis alterações cinemáticas no agachamento *wall slide* em decorrência da acupuntura.

1.2 – Objetivos Específicos

- Verificar a atividade eletromiográfica do músculo reto femoral em isometria na posição inferior do exercício antes e após da aplicação da acupuntura;

- Verificar a atividade eletromiográfica do músculo reto femoral nas fases ascendente e descendente antes e após a aplicação da acupuntura.

- Analisar as variáveis cinemáticas, deslocamento angular, velocidade angular e aceleração angular, na articulação do joelho durante as fases ascendente e descendente do agachamento, antes e após a aplicação da acupuntura;

- Correlacionar as variáveis cinemáticas entre si.

- Correlacionar os resultados obtidos de posição angular, velocidade angular, e aceleração angular, com a eletromiografia;

- Comparar as variáveis pesquisadas antes e imediatamente após a aplicação da acupuntura.

2 – REVISÃO DA LITERATURA

2.1 – Acupuntura

A acupuntura vem sendo utilizada no tratamento de doenças e disfunções por milhares de anos e, já há algum tempo é aceita nas culturas ocidentais, principalmente com fins de analgesia (COSTA; ARAUJO, 2008; TOUGH *et al.*, 2009). A inserção de agulhas filiformes metálicas, em regiões anatômicas previamente definidas é utilizada a fim de obter do organismo, em resposta, a recuperação global da saúde ou a prevenção de doenças. Isto ocorre através de incremento dos processos regenerativos, normalização das funções orgânicas, modulação da imunidade, harmonização das funções endócrinas, autonômicas e mentais (CRUZ, 2007).

De acordo com a base teórica que sustenta a acupuntura, o Qi, permanece em contínuo movimento e transformação, e devido a esta natureza, não pode ser visualmente observado e, de acordo com esta base, o fluxo harmonioso de Qi determina a saúde (XUTIAN; ZHANG; LOUISE, 2009).

Qi é uma palavra que não tem tradução, que em essência significa o potencial para transformar de um estado para outro, em que os dois são intercambiáveis. Um exemplo simplista, mas que pode ajudar no entendimento, é a transformação de água em vapor quando exposta a uma fonte de calor e o retorno ao estado líquido quando a temperatura diminui.

No corpo, o Qi é comumente descrito como “Energia Vital”, e é obtido por três vias: a “energia” do ar, do alimento e a “energia” passada pelos pais. A combinação das três “energias” forma o Qi que circula pelo corpo através dos meridianos (VANDERPLOEG, 2009).

Ainda segundo o mesmo autor, o fluxo do Qi por si só determina a interrelação entre os princípios opostos e complementares Yin e Yang. O aparente antagonismo entre as duas palavras reflete a interação entre os dois, que representam dois pólos de um mesmo objeto de observação. No entanto, estes princípios não podem coexistir na mesma intensidade sendo que quando o Yin aumenta, o Yang tende a diminuir, e vice versa (LANGEVIN *et al.*, 2004a).

O princípio Yin representa o pólo negativo, e está relacionado a qualidades como flexibilidade, repouso, lentidão, vazio, etc. O Yang é representado pelo pólo positivo, relacionado com rigidez, atividade, rapidez, cheio, etc. O equilíbrio dinâmico entre estes dois princípios, ou seja, a capacidade de um ou outro se sobressaírem em momentos de necessidade, mantém o fluxo harmonioso de Qi no corpo e determina a saúde (JACKES, 2003).

Ainda de acordo com a Medicina Tradicional Chinesa, no corpo humano existe um sistema de 12 meridianos principais (DORSHER; FLECKENSTEIN, 2009; LANGEVIN; YANDOW, 2002; SOH, 2004) que se conectam aos seus respectivos órgãos e são divididos em grupos, sendo três Yin e três Yang nos membros superiores, e três Yin e três Yang nos membros inferiores (SOH, 2004). Dois meridianos, dos oito denominados Vasos Maravilhosos, são muitas vezes incluídos entre os meridianos principais, embora não possuam pontos próprios (DORSHER; FLECKENSTEIN, 2009), sendo comum encontrar na literatura o número de 14 meridianos (KAPTCHUK, 2002; AHN *et al.*, 2008; YANG *et al.*, 2009; ERNST, 2005; POVOLNY, 2008; HU, 2008; LEE; LARICCIA; NEWBERG, 2004). Shang (2007) relata a existência de 20 meridianos, provavelmente se referindo aos 12 principais mais os oito Vasos Maravilhosos.

Os meridianos principais partem dos órgãos internos individuais se estendendo para a pele, servindo de caminho ou via de condução da energia vital que circula por todo o corpo (AHN *et al.*, 2008; YANG *et al.*, 2009). Cada meridiano recebe o nome do órgão ou víscera que o originou (CRUZ, 2007; HU, 2008).

O meridiano do estômago (ST) tem origem na face, entre a órbita ocular e a margem infraorbital, diretamente inferior a pupila, e segue descendente pela parte anterior do corpo (fig 1), continuando seu trajeto descendente, sobre o ventre do músculo reto femoral (fig 2), até o leito ungueal lateral do segundo podáctilo, no ponto ST45 (fig 3) (WHO, 2009).

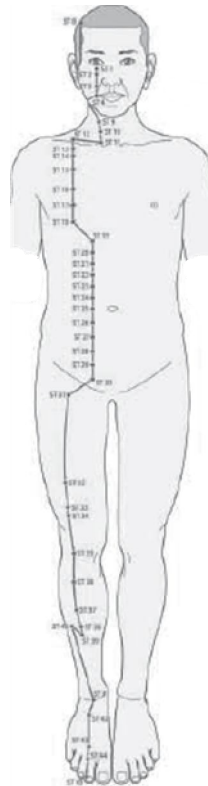


FIGURA 1 – Trajeto do Meridiano do Estômago
(Adaptado de WHO standard acupuncture point locations in the western pacific region, 2009)

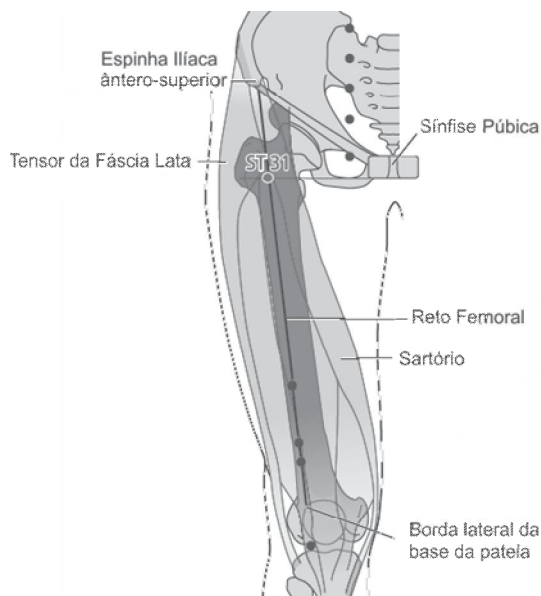


FIGURA 2 – Meridiano do Estômago sobre o Reto Femoral
(Adaptado de WHO standard acupuncture point locations in the western pacific region, 2009)

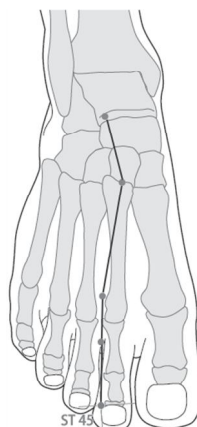


FIGURA 3 – PONTO ST45 DO MERIDIANO DO ESTÔMAGO
(Adaptado de WHO standard acupuncture point locations in the western pacific region, 2009)

2.1.1 - Evidências da eficácia da acupuntura

Alguns dos efeitos locais da aplicação da acupuntura poderiam ser descritos como prurido, hiperemia, dor, choque, adormecimento e irradiação da sensação. Yamamura *et al.* (1996) afirmam que as agulhas de acupuntura agem sobre as fibras nervosas A-delta e C, desencadeando potenciais de ação na membrana destas

fibras. Para tanto, é necessária a formação de um potencial elétrico que seja suficiente para a despolarização da membrana da célula nervosa. Através de seu estudo, os autores puderam comprovar que as agulhas de acupuntura possuem propriedades que as caracterizam como antenas receptoras de ondas eletromagnéticas do meio ambiente e que são capazes de gerar potenciais de ação nas fibras nervosas.

No início dos anos 70, foi publicado por Anderson, Ericson e Holmgren (1973 *apud* LIN; CHEN, 2009), o primeiro estudo sobre os efeitos analgésicos da acupuntura. Autores atribuem essa analgesia à liberação de opióides endógenos e à via serotoninérgica descendente inibitória da Entretanto, os resultados são discutíveis e inconvincentes, pois pesquisas sugerem que a concentração de hormônios opióides aumenta no plasma sanguíneo em decorrência da acupuntura (KISER *et al*, 1983 *apud* LIN; CHEN, 2009), enquanto outras defendem que esses opióides sejam neurotransmissores que tem sua concentração aumentada no fluido cérebroespinal (CLEMENT-JONES *et al.*, 1980 *apud* LIN; CHEN, 2009).

Apesar disso, Medeiros e Saad (2009) chegaram à conclusão de que a acupuntura age através de mecanismos fisiológicos, independentes do efeito placebo, embora exista grande dificuldade metodológica para realizar estudos controlados com acupuntura. Atualmente, as propriedades analgésicas da acupuntura são largamente aceitas (HAN, 2011).

De acordo com Santos, Kawano e Banja (2008), a acupuntura, além de ser aplicada como terapia para doenças, também é utilizada no extremo oriente para “tonificar” ou “descontrair” músculos de desportistas e trabalhadores. Além disso, estes mesmos autores afirmam que o tratamento com acupuntura pode melhorar a performance de atletas.

Lin, *et al.* (2009) demonstraram os efeitos da acupuntura sobre a recuperação de atletas de basquete. 30 atletas foram divididos em três grupos, onde o primeiro recebeu estímulo por acupuntura nos pontos PC6 e ST36, 15 minutos antes do exercício. O segundo grupo recebeu a aplicação de acupuntura 1cm distante do ponto. Não houve intervenção no grupo controle. Os resultados demonstraram que o grupo que recebeu estímulos em pontos reais de acupuntura apresentou menor FCmax, VO2max e lactato sanguíneo que os dois outros grupos, 30 minutos após o exercício. Isso significa que a recuperação após o esporte neste grupo foi mais rápida que nos grupos controle e placebo. Estes achados confirmam a eficácia da acupuntura na recuperação da capacidade cardiopulmonar e metabólica em jogadores de basquete de elite.

Luna e Fernandes Filho (2005) estudaram os efeitos da técnica em atletas velocistas. Pretendia-se avaliar parâmetros como força máxima dinâmica, força explosiva, resistência anaeróbia e velocidade em 16 atletas após a aplicação de um protocolo de acupuntura, durante dois meses, duas vezes por semana, totalizando 19 sessões. Os autores encontraram resultados positivos no que diz respeito à eficiência da acupuntura na melhora da *performance* em atletas velocistas. Um estudo similar foi realizado por Flowers II *apud* Luna e Fernandes Filho (2005), avaliando os efeitos da acupuntura em mudanças na força muscular, e concluiu que nesta variável pode ser melhorada pelo tratamento apropriado por esta técnica.

2.1.2 - Aspectos mecânicos da acupuntura

Durante os tratamentos com acupuntura, as agulhas são manipuladas para obter a sensação de agulhamento (De qi), uma reação característica da técnica, sentida tanto pelo terapeuta quanto pelo paciente, que é essencial para se obter os

efeitos terapêuticos. Esta manipulação consiste em rotação das agulhas em ambos os sentidos ou apenas um, e o paciente pode sentir um choque, dor, dormência ou peso na área ao redor da área estimulada. Simultaneamente, o terapeuta sente algo “segurando” o movimento da agulha. Classicamente, o efeito sentido pelo terapeuta é descrito como “o peixe mordendo a isca em um anzol” (LANGEVIN *et al.*, 2001).

O De qi tem um componente biomecânico definido como *needle grasp*, que é o enrolamento do tecido conjuntivo na ponta da agulha que aumenta a quantidade de força necessária para retirá-la. Uma opinião freqüente sobre mecanismo subjacente a este fenômeno seria a contração muscular no local da inserção da agulha (LANGEVIN *et al.*, 2001). Neste mesmo estudo, os autores relatam que, até aquela data, foi encontrado apenas um estudo suportando esta idéia, avaliando a atividade eletromiográfica durante o *needle grasp*, de forma não quantitativa, onde a sensação era relatada pelo acupunturista. Com base nisso, os autores partem da hipótese de que não é a contração muscular a responsável por este fenômeno, pois pode ser observado em áreas onde há pouco ou nenhum músculo esquelético, como no punho, nas palmas das mãos e solas dos pés. Observando a retirada das agulhas, foi sugerido que as camadas na superfície do músculo estariam agarrando na agulha. Portanto, apesar de a contração muscular poder contribuir para este efeito, ela não é a principal responsável.

Este estudo foi o primeiro a estabelecer uma relação entre a manipulação da agulha e eventos biomecânicos no tecido. Langevin *et al.* (2001) hipotetizaram que a força de retirada deveria ser maior nos dois tipos de manipulação comumente utilizadas na acupuntura (unidirecional e bidirecional) que a inserção sem nenhuma rotação. Essa força foi mensurada através de um braço mecânico acoplado a um computador, e os resultados demonstraram esse efeito biomecânico, que pode ser

mensurado. Como resultado, foi verificada uma força significativamente maior com rotação unidirecional em relação à rotação bidirecional, que por sua vez foi maior que nenhuma rotação. Os autores também compararam pontos clássicos de acupuntura com pontos controle e, novamente nos primeiros, as agulhas apresentaram maior resistência ao serem retiradas, independentemente da forma de manipulação.

Essa diferença na força de retirada das agulhas em acupontos e não acupontos poderia ser explicada pelo acoplamento destas com o tecido conjuntivo, fato que pôde ser observado ao ser encontrado um maior volume deste tecido na ponta da agulha nos pontos de acupuntura que nos outros pontos (LANGEVIN *et al.*, 2002).

Langevin, Churchill e Cipolla (2001) afirmam que os efeitos locais e distantes do ponto de inserção das agulhas podem ser devidos ao mesmo mecanismo subjacente: o acoplamento ente a agulha e o tecido conjuntivo, e o modo que esse tecido acompanha a rotação, gerando um sinal mecânico ao tensionar as fibras de colágeno, que transmitem essa tensão a outras células. Os efeitos de transmissão de sinais podem incluir propagação de sinais mecânicos e modulação dos impulsos aferentes através de mudanças no tecido conectivo.

Em um estudo posterior, Langevin *et al.* (2002) mensuraram a força de retirada, com e sem a penetração no músculo em humanos e em ratos, com e sem rotação, seguida de mensuração do volume de tecido conectivo na agulha. Os autores não encontraram evidências de que a maior profundidade de inserção da agulha resulte em uma maior força de retirada. Em ratos, a força de retirada e o volume de tecido conectivo na agulha foram maiores depois da rotação. Com isso,

foi confirmado que os sinais mecânicos através dos tecidos podem ser a chave para os efeitos terapêuticos da acupuntura.

No mesmo ano, os autores com base na hipótese de que a rede formada por pontos e meridianos de acupuntura pode ser vistos como uma representação da rede formada pelo tecido conectivo, suportadas por imagens de ultra som, que mostram planos de clivagem do tecido conectivo em pontos de acupuntura em indivíduos normais, observaram tecidos humanos *postmortem*, onde foi encontrado 80% de correspondência entre pontos de acupuntura e planos da fáscia inter e intramuscular no membro superior. Os autores afirmaram então que as relações anatômicas entre os meridianos e os planos de tecido conjuntivo são maneiras fisiológicas plausíveis para explicar os efeitos da acupuntura (LANGEVIN; YANDOW, 2002).

Através de observações realizadas em microscópio de uma agulha de acupuntura inserida em um tecido dissecado de rato, revelaram que uma “espiral” de tecido pode ser produzida com pelo menos uma rotação da agulha. Quando a agulha é inserida e depois girada, o tecido tende a aderir e seguir a rotação por 180 graus, quando ocorre a formação da espiral. Esse fenômeno pode ser observado com agulhas de ouro ou aço. Um fator importante parece ser o diâmetro da agulha de acupuntura, que tem de 250 a 500 micrometros. Com agulhas maiores que 1mm de diâmetro que não seguem a rotação da agulha por mais de 90 graus. Parece que as forças de atração entre a rotação da agulha e o tecido podem ser importantes para iniciar essa aderência (LANGEVIN; YANDOW, 2002).

A utilidade de se estabelecer uma aderência entre a agulha e o tecido é que sinais mecânicos são reconhecidos como mediadores importantes de informação no nível celular, pode ser transduzidos em sinais bioquímicos e bioelétricos, e podem

levar a uma série de efeitos, incluindo polimerização celular de actina, ativação da via de sinalização, síntese de proteínas e modificações na matriz extracelular que, por sua vez, pode modular a transdução de sinais mecânicos futuros entre as células. Evidências sugerem que a rigidez e a tensão induzidas por potenciais elétricos são afetadas pela composição da matriz extracelular e que mudanças nessa matriz pode ser uma forma de comunicação importante entre diferentes tipos de células (LANGEVIN; YANDOW, 2002).

Sugere-se que os meridianos de acupuntura formem uma rede pelo corpo, conectando os tecidos externos, e estes às vísceras. O tecido conjuntivo também tem essa descrição, e constitui uma rede contínua que envolve todos os músculos, ossos, tendões, e se especializa em algumas regiões para formar as meninges, pleura, peritônio, etc. Uma forma de sinal (mecânico, bioelétrico ou bioquímico), transmitido pelo meridiano pode ter funções integrativas (LANGEVIN *et al.*, 2004b; BENJAMIN, 2009).

Embora a relação entre as respostas no tecido conectivo e os efeitos clínicos permaneça inconclusiva, esta parece ser uma maneira de se começar a entender a Medicina Tradicional Chinesa e seus mecanismos, como por exemplo, a propagação de sinais pelos meridianos (NAPADOW *et al.*, 2009)

2.1.3 - Aspectos elétricos da acupuntura

Desde os anos 50, de acordo com Shang (2007), foi descoberto e confirmado por técnicas refinadas que muitos pontos de acupuntura e meridianos têm alta condutância elétrica, embora os resultados sejam algumas vezes confusos. Essa propriedade tem sido utilizada com sucesso na localização dos pontos na terapia

com acupuntura, e foi posteriormente suportada por achados preliminares da existência de alta densidade de junções comunicantes no epitélio próximo aos pontos e meridianos, que são proteínas hexagonais complexas que formam canais entre células adjacentes, facilitando sua comunicação e capacidade de conduzir eletricidade.

Ahn *et al.* (2005), utilizaram o método de 4 eletrodos para mensurar a impedância elétrica ao longo dos meridianos do Pericárdio (PC) e Baço-Pâncreas (SP) tendo como controle pontos paralelos em 23 sujeitos. Para cada série de agulhas foi introduzida uma corrente, e mensurada a voltagem entre elas. Os meridianos de acupuntura foram determinados através de palpação e medição proporcional e os planos de tecido conjuntivo abaixo destes segmentos foram analisados através de um scanner de ultra som.

Como resultado deste estudo foi encontrado menor impedância através do meridiano do Pericárdio, mas não através do meridiano do Baço-Pâncreas quando comparados a seus respectivos controles. As imagens de ultra som tanto dos locais experimentais quanto controle, mostraram que o contato da agulha com o tecido conjuntivo pode explicar a diminuição na impedância verificada no meridiano do Pericárdio. No entanto, a ausência de resultado significativo no meridiano do Baço-Pâncreas pode ser devido à maior dificuldade em se definir este meridiano pelo ultra-som, além da proximidade entre o meridiano e seu controle (AHN *et al.*, 2005).

Ahn *et al.* (2008) citam que outras pesquisas reportaram que os pontos de acupuntura possuíam uma maior condutividade elétrica quando comparado com outras regiões, e que os meridianos serviriam como canais para corrente elétrica, porém, faz algumas críticas a estes estudos como amostras pequenas, falta de rigor no desenho ou descrição dos processos e análise estatística, além da utilização de

eletrodos de superfície, que pode ser influenciado por vários fatores externos. Lee *et al.* (2005b) sugerem que existe mudanças nas propriedades elétricas do meridiano de acordo com o estado de saúde do indivíduo. Essas mudanças envolvem alterações na condutividade elétrica e regularidade do padrão de resposta.

Costa e Araujo (2008) realizaram um estudo com o intuito de comparar os efeitos imediatos da acupuntura local e adjacente ao músculo tibial anterior. Para isso, foi avaliada a atividade eletromiográfica deste músculo na posição de repouso e em um movimento isométrico de dorsiflexão antes e após a aplicação da acupuntura nos meridianos do Estômago (ST) e Baço-Pâncreas (SP), bem como a força gerada. Dois grupos receberam o estímulo por acupuntura, o primeiro sobre o ponto ST36, localizado sobre o tibial anterior, e o segundo sobre o SP9, adjacente ao músculo. Os autores encontraram reduções significativas na atividade eletromiográfica do músculo antes e após a aplicação da acupuntura em ambos os grupos na contração isométrica. Segundo estes autores, a diminuição nos valores de RMS após a acupuntura indica que a atividade do músculo foi reduzida para permitir o relaxamento. Entretanto não foram encontradas diferenças significativas entre os dois grupos. No grupo ST, a força de dorsiflexão diminuiu e no grupo SP não houve diferença significativa, e os autores argumentam que a acupuntura adjacente ao músculo não age pelo mesmo mecanismo reflexo que a estimulação local.

Rancan *et al.* (2009) avaliaram por meio de eletromiografia dos músculos masseter e temporal, e a força máxima de mordida em pacientes com disfunção temporomandibular antes e após serem submetidos a 3 meses de terapia com acupuntura. Foram selecionados os meridianos do Intestino Grosso (LI), Estômago (ST), Bexiga (BL), Vesícula Biliar (GB), Rim (KI), e um ponto extra fora de meridiano (HN). Dentre estes, Os pontos escolhidos pelos pesquisadores foram LI4, ST6, ST7,

BL2, GB14, GB20, SI18, SI19, LR3, ST36, GB34, ST44, KI3 e HN3. Como resultado, foi encontrado uma diminuição da atividade eletromiográfica dos músculos masseter e temporal em repouso, bem como um aumento na força de mordida. Dos meridianos escolhidos, apenas Estômago, Vesícula Biliar e Intestino delgado possuem trajeto que passam sobre estes músculos, e os pontos ST6, ST7, GB14, LI18 e LI19, estimulados pelos autores, se situam sobre os ventres musculares (WHO, 2009)

Autores como Costa e Araújo (2008), Rancan *et al.* (2009), afirmam que a acupuntura pode influenciar na atividade muscular e na força produzida pelo músculo. Entretanto estes estudos são pouco conclusivos no que se refere à atividade eletromiográfica, no primeiro caso por não ter havido diferença entre os dois grupos, apesar do aumento da força na estimulação local, e diminuição da atividade quando estimulados ambos os pontos, local e adjacente. No segundo caso, o protocolo utilizado envolvendo uma grande quantidade de pontos, não possibilita dizer se o resultado foi devido à um efeito sistêmico, local, ou um caso de transmissão de sinais pelo meridiano.

2.2 - Biomecânica

O interesse humano pelo movimento vem desde os tempos pré históricos com desenhos nas cavernas, pinturas e estátuas. Porém, a primeira investigação sistemática foi realizada por Leonardo da Vinci no século XV. Desde então, muitas bases teóricas e técnicas experimentais foram desenvolvidas para a análise cinemática dos sofisticados movimentos humanos (AN & CHAO, 1985). Uma das funções mais importantes do sistema musculoesquelético é promover da sustentação e mobilidade, é razoável admitir que fatores mecânicos tenham um

papel importante na função do sistema. A fim de determinar esses fatores, os movimentos devem ser quantificados em termos mecânicos precisos

Em análise cinemática, uma descrição quantitativa completa e acurada é necessária, pois o mais simples movimento requer um grande volume de dados e variáveis, que incluem posição, velocidade e aceleração, tanto lineares quanto angulares, absolutas (em relação ao referencial espacial) e relativas (em relação a outros segmentos). Para descrever estas variáveis, é necessário um sistema de coordenadas. Através de um sistema inercial, o deslocamento absoluto e, portanto, velocidade e aceleração, podem ser descritos. Por outro lado, através de coordenadas locais, ligadas a cada segmento, o movimento relativo entre eles pode ser calculado (AN & CHAO, 1985).

Os segmentos do corpo humano, com exceção das mãos e pés, podem ser idealizados realisticamente como corpos rígidos para uma proposta de análise biomecânica. Durante o movimento, as alterações no formato e tamanho que ocorrem nos tecidos moles são relativamente pequenas, tendo pouca importância na análise (TAMBORINDEGUY, 2009). Desta forma, os dados obtidos em uma análise cinemática são cruciais para avaliar eficiência do movimento.

Dentre os métodos de medição em biomecânica, especialmente para análise cinemática, podemos destacar a goniometria eletrônica, através da qual podem ser mensuradas as variações dos ângulos articulares e, conseqüentemente, derivados velocidade e aceleração.

Os eletrogoniômetros são uma versão eletrônica do goniômetro manual universal, com a vantagem de poderem ser acoplados aos segmentos, mensurando a variação da posição angular das articulações de forma dinâmica (PORTO *et al.*, 2005).

Existem dois tipos de eletrogoniômetro, que apresentam mecanismos de funcionamento distintos. Porém, aqui, abordaremos apenas o eletrogoniômetro potenciométrico. O deslocamento angular das hastes altera a resistência do potenciômetro que, por sua vez, provoca uma variação na voltagem e permite o registro quantitativo da alteração da posição articular (NORKIN; WHITE, 1995).

Entretanto, os eletrogoniômetros sofrem com as mesmas dificuldades de alinhamento com o eixo articular que os goniômetros universais, de acordo com Tesio *et al.* (1995). Da mesma forma, nas articulações onde ocorrem movimentos de translação, a posição do eixo articular, chamada também de centro de rotação instantânea, varia ao longo do movimento e a precisão da medida pode ser prejudicada. Além disso, a fixação dos braços do equipamento nos membros pode sofrer alteração da posição durante o movimento devido ao deslocamento relativo da pele (MINNS; OLIVER, 1983).

Através do método citado acima, podem ser obtidas a posição em função do tempo e assim, podem ser calculadas as variáveis cinemáticas de interesse, ou seja, deslocamento, velocidade e aceleração (AMADIO *et al.*, 1999).

Hagood *et al.* (1990), demonstraram que o aumento da velocidade angular no movimento de flexão-extensão isocinética do joelho em cadeia aberta, fez variar a atividade eletromiográfica do músculo antagonista por um mecanismo de coativação, com finalidade manter a estabilidade articular. Ribeiro, Dionísio e Almeida (2007), verificaram que a atividade eletromiográfica do reto femoral e isquiotibiais teve seu valor aumentado com o aumento da velocidade do movimento de flexão-extensão do joelho também em cadeia aberta. No entanto, os músculos vastos lateral e medial não sofreram alterações. Para estes autores, um aumento na velocidade angular média acarreta maiores valores de aceleração angular.

A aceleração é relacionada ao esforço muscular (LOSSO *et al.* 2005), e portanto, maior ativação, que pode ser produzida pelos efeitos conhecidos como somação temporal e espacial de potenciais de unidades motoras (DELUCA, 1997). Aceleração angular é um dado utilizado para o cálculo de torque ou momento angular e, desta forma são diretamente relacionados aos momentos de força articulares e, por isso, altas acelerações podem ser um fator predisponente à lesão (LOSSO *et al.*, 2005).

Exercícios em cadeia cinética fechada (CCF) são comumente utilizados tanto em programas de fortalecimento quanto em reabilitação (BEVILAQUA-GROSSI *et al.*, 2005). Do ponto de vista biomecânico, esses exercícios são considerados mais seguros, produzindo forças que oferecem menor risco às estruturas devido à co-contracção de músculos agonistas e antagonistas que proporcionando estabilidade articular (SOUSA *et al.*, 2007).

Dentre estes, o agachamento é o exercício mais popular para fortalecimento da musculatura dos membros inferiores (BRAIDOT *et al.*, 2007). De forma clássica, é realizado com o praticante posicionando uma barra sobre os ombros, atrás do pescoço e empunhadura com as palmas voltadas para frente. Em seguida, executa a flexão dos quadris, joelho e tornozelo, mantendo a coluna em posição neutra, até as coxas ficarem paralelas ao chão, e retorna à posição inicial (ESCAMILLA *et al.*, 2009b).

Uma variação do exercício, conhecido como agachamento *wall slide*, é realizado apoiado em uma parede, com os membros inferiores à frente do corpo (BEVILAQUA-GROSSI *et al.*, 2005; ESCAMILLA, *et al.*, 2009a). O posicionamento dos pés distantes do apoio vertical resulta em os joelhos estarem posicionados sobre os tornozelos na posição inferior do movimento (ESCAMILLA *et al.*, 2009a).

Earl, Schmitz e Arnold (2001) relatam que este tipo de agachamento aumenta em aproximadamente 20% a atividade do quadríceps, pois requer do executante a manutenção do centro de massa sobre os quadris e cria um maior momento flexor externo, que deve ser contrabalançado pela ativação deste grupo muscular. De acordo com Cook e Kiesel (2006), a posição requer atividade elevada do quadríceps em relação aos flexores plantares e extensores do quadril, onde estes últimos teriam uma ação estabilizadora no movimento. A força de atrito entre as costas do executante e a parede durante o movimento poderia dificultar a execução do movimento, mas estas forças podem ser reduzidas ao utilizar uma superfície lisa (BOLING *et al.*, 2006).

O joelho é a maior articulação sinovial do corpo humano e também uma das mais complexas. Essa complexidade resulta principalmente das várias estruturas que a compõe e as controvérsias aparecem na sua classificação funcional, pois além de permitir movimentos de uma articulação tipo gínglimo (flexão e extensão), também permite certo grau de rotação, motivo pelo qual alguns autores a classificam como articulação condilar, tendo em vista a forma das superfícies que se articulam (ALVES *et al.*, 2009). Os movimentos de rotação têm pequena amplitude e não serão considerados neste estudo, que analisa apenas o movimento realizado no plano sagital. Várias articulações diartrodiais compõem o joelho: as articulações tibiofemoral, patelofemoral e tibiofibular proximal (FISK, 2004).

Devido à geometria e a pouca congruência das superfícies que se articulam no joelho, a estabilidade da articulação deve ser assegurada por componentes passivos, como ligamentos e meniscos, e ativos, representados pela musculatura. Essas estruturas se interagem de uma maneira complexa para estabilizar o joelho através da amplitude de movimento (FISK, 2004).

Os ligamentos cruzados anterior (LCA) e posterior (LCP) limitam tanto a flexão quanto a extensão excessiva, e os movimentos da tíbia contra o fêmur agindo sinergicamente aos ligamentos, o grupo do quadríceps produz uma força anterior na tíbia, contribuindo com o LCP, e o gastrocnêmio, os isquiotibiais e o sóleo produzem uma força posterior, colaborando com a ação do LCA. Escamilla *et al.* (2009b) consideram o agachamento *wall-slide* a 90° de flexão do joelho seguro para ambos os ligamentos, LCA e LCP, e em um estudo anterior, evidenciaram que forças de cisalhamento posterior baixas a moderadas, resistidas principalmente pelo LCP, foram geradas durante o agachamento para todos os ângulos de flexão do joelho. Baixas forças, resistidas pelo LCA foram geradas entre 0 e 60° do movimento (ESCAMILLA, 2001a).

Vários músculos cruzam a articulação do joelho. Na face anterior, podem ser descritos o sartório, um músculo biarticular, que origina na espinha ilíaca ântero-superior e insere medialmente na porção proximal da tíbia, e flexiona o quadril e o joelho. O quadríceps inclui quatro músculos. Destes, apenas o reto femoral é biarticular, originando-se na espinha ilíaca anteroinferior e se inserindo na patela juntamente com os três vastos (lateral, medial e intermédio), que se originam na porção proximal do fêmur. Estes músculos agem na perna através do ligamento patelar que une este osso à tuberosidade da tíbia (KENDALL *et al.*, 1995 p. 212). O reto femoral flexiona o quadril, e os quatro juntos (reto femoral, vasto lateral, medial e intermédio) estendem o joelho. Devido à origem do primeiro na espinha ilíaca, a ação deste músculo biarticular no joelho está diretamente relacionada com a posição da pelve.

Os três isquiotibiais, semimembranoso, semitendinoso e bíceps femoral, compõem a musculatura posterior da coxa. A porção longa do bíceps se origina na

tuberosidade isquiática na pelve por um tendão comum com o semitendinoso, e a porção curta tem uma origem extensa, na parte lateral do fêmur. O semimembranoso também se origina na tuberosidade isquiática e desce posteriormente adiante ao bíceps. Os músculos semitendinoso e semimembranoso se inserem na parte medial e proximal da tíbia enquanto o bíceps femoral se insere na parte lateral, na cabeça da fíbula. O glúteo máximo é um poderoso extensor e rotador externo do quadril, pois suas fibras são orientadas inferior e lateralmente. Esse músculo tem uma função estabilizadora importante para as articulações do quadril, joelho e tornozelo (GUPTA; SINGHAL; CASEBOLT, 2009). O tensor da fáscia lata e o glúteo máximo se unem na banda iliotibial que se inserem na porção distal, lateral do fêmur, na patela e no tubérculo anterolateral da tíbia (FISK, 2004; KENDALL *et al.*, 1995 p. 227).

Alguns músculos posteriores da perna também têm ação na articulação do joelho. Um deles é o gastrocnêmio, que se origina através de duas cabeças nos côndilos femorais medial e lateral e se inserem no calcâneo através do tendão de Aquiles, juntamente com o sóleo, que apesar de não cruzar o joelho, age como extensor da articulação por tracionar posteriormente a tíbia (FISK, 2004).

Bevilaqua-Grossi *et al.* (2005) avaliaram a atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial oblíquo vasto lateral oblíquo e vasto lateral longo em contração isométrica, em dois ângulos de flexão do joelho no agachamento *wall slide*: 45° e 60° de flexão do joelho em indivíduos “normais” e com síndrome de dor femoropatelar. De acordo com os resultados, o exercício executado a 60° apresentou maior ativação dos músculos nos dois grupos, quando comparado ao agachamento *wall slide* a 45°. Isto ocorre devido a um aumento da atividade do reto

femoral nesta posição que demanda uma maior estabilização da patela por parte dos vastos medial e lateral.

De acordo com Sousa *et al.* (2007), podemos observar um recrutamento da musculatura do quadríceps, isquiotibiais e tríceps sural em agachamentos livres. Um torque de flexão é gerado na articulação do tornozelo quando a linha de gravidade se desloca anteriormente à articulação talo-crural. O sóleo, além de desacelerar a dorsiflexão do tornozelo, cria um torque de extensão no joelho. Assim, toda a cadeia cinética da extremidade inferior é recrutada através da aplicação da força axial no segmento distal.

Chandler, Wilson e Stone (1989) relatam, com base em experimentos, que os agachamentos com a coxa paralela ao solo (0° - 100°) não causam lesões e instabilidade em joelhos saudáveis. Por outro lado, a utilização de cargas externas tende a aumentar a força de cisalhamento e, provavelmente, solicita maior atividade dos estabilizadores dinâmicos da articulação do joelho (HATTIN *et al.*, 1989).

Os isquiotibiais agem como estabilizadores do joelho, através de uma tração posterior na tíbia, com o objetivo de contrapor as forças impostas pelo quadríceps. O grau de atuação destes músculos na pelve depende dos ângulos do joelho e quadril e dos comprimentos musculares individuais. Assim, a tensão desenvolvida pelos isquiotibiais pode ser aumentada pela flexão do tronco, o que também desloca o centro de gravidade anteriormente, diminuindo o torque de flexão do joelho (SOUSA *et al.*, 2007).

Em um estudo realizado por estes autores teve como objetivo comparar a atividade eletromiográfica dos músculos reto femoral, bíceps femoral, tibial anterior e sóleo, no agachamento livre, associando a posições do tronco ereto com dois ângulos de flexão do joelho (40° e 60°), e na posição de tronco fletido a 45° com três

ângulos de flexão do joelho (40°, 60° e 90°). A ativação do músculo reto femoral foi maior, quando comparada aos outros músculos, nos ângulos de 60° com tronco ereto, assim como 60° e 90° com tronco fletido. Nesta última situação, a demanda de força extensora é muito grande, exigindo uma maior ativação do reto femoral em comparação ao bíceps, que tem a sua ativação diminuída em função da aproximação de sua origem e inserção nesta posição. Quanto ao reto femoral, o grau de ativação no movimento aumentou com elevação do ângulo de flexão do joelho a 90°, em concordância com os achados de Escamilla *et al.* (2001a), que afirmam que a maior atividade do reto femoral é produzida entre 80° e 90° de flexão do joelho.

Durante o agachamento, o reto femoral é, provavelmente, mais efetivo como extensor do joelho quando o tronco se encontra numa posição mais ereta, que mantém a pelve próxima a uma posição neutra, fazendo com que distância entre a origem e inserção do músculo seja maior em comparação a quando o tronco é fletido (ESCAMILLA *et al.*, 1998). Durante o agachamento sem carga, o músculo reto femoral apresenta uma atividade semelhante à dos vastos na fase descendente (excêntrica), porém na fase ascendente, tanto o vasto lateral quanto o medial apresentam cerca de 50% mais atividade que o reto femoral, com o pico ocorrendo entre 90° e 60° de flexão do joelho (ISEAR *et al.*, 1997).

Estes mesmos autores quantificaram as ações musculares, em sujeitos normais treinados, nas atividades em CCF (agachamento e leg press), e observou a co-ativação do reto femoral com o gastrocnêmio nestes tipos de atividades, que contrai excêntrica para controlar a dorsiflexão do tornozelo durante a flexão do joelho e para realizar flexão plantar durante a extensão. A justificativa da ativação do

gastrocnêmio durante a extensão é realizar uma ação sinérgica com o bíceps femoral para estabilizar o joelho posteriormente (ESCAMILLA *et al.*, 1998).

A atividade dos isquiotibiais também é maior durante a fase ascendente do agachamento, com o bíceps femoral apresentando maior atividade que o semimembranoso e semitendinoso. No agachamento sem carga excedente, os isquiotibiais apresentam maior atividade entre 90 e 60° da fase ascendente (ISEAR, *et al.*, 1997). Uma das finalidades da atividade dessa musculatura é prover certa estabilidade ao joelho, no intuito de minimizar o deslocamento anterior da tíbia em relação ao fêmur, reduzindo assim, a tensão no LCA (ESCAMILLA, *et al.*, 1998). Como os isquiotibiais são músculos biarticulares, não se pode determinar com certeza se esses músculos atuam excentricamente durante a fase descendente e concentricamente durante a fase ascendente, como é comumente aceito. Na realidade, esse grupo muscular pode atuar próximo à isometria em ambas as situações, pois durante a fase descendente ele encurta no joelho e alonga no quadril e, na fase ascendente, ele alonga no joelho e encurta no quadril (ESCAMILLA *et al.*, 2001b). De modo similar, o músculo reto femoral poderia apresentar o mesmo comportamento, pois ele se encurta no joelho e alonga no quadril na fase descendente, e ao contrário na fase ascendente.

Além desses, a atividade do glúteo máximo pode ser observado no exercício quando realizados com maiores ângulos de flexão do quadril, principalmente na fase concêntrica, com o intuito de estender a articulação do quadril (BRAIDOT *et al.*, 2007).

2.3 – Eletromiografia

Eletromiografia de superfície (EMG) é um método para captar a atividade elétrica dos músculos e, portanto, constitui uma maneira de explorar e testar a integridade do sistema motor (MASSÓ *et al.*, 2010). Nas últimas décadas tem crescido o número de estudos que utilizam a eletromiografia com o objetivo de investigar a função muscular (SODEMBER; KNUTSON, 2000), além de mudanças no padrão de ativação relacionadas ao comprimento do músculo (BABAULT *et al.*, 2003) ou como efeito do treinamento (CHIMERA *et al.*, 2004). Para o presente estudo, a utilização da técnica é pertinente, pois pretende-se avaliar alterações na atividade muscular em decorrência da acupuntura.

A contração muscular e a produção de força são causadas pelo deslocamento relativo dos filamentos no interior do músculo, que é provocado por um efeito elétrico conhecido como potencial de ação (PA), que resulta na mudança do potencial de membrana da célula muscular. A EMG se baseia no fenômeno do acoplamento eletromecânico do músculo, que se dá a partir dos potenciais de ação que viajam pelos túbulos t, permitindo o transporte de íons cálcio (Ca^{++}) para o interior do músculo. Estes íons são os responsáveis pela facilitação da contração muscular (BARROS, 2007). O sinal representa a voltagem gerada pelo fluxo iônico através da membrana das fibras musculares que propaga pelos tecidos, alcançando a superfície, onde o eletrodo está localizado (DELUCA, 1997). Este sinal complexo é afetado pelas propriedades anatômicas e fisiológicas dos músculos e do esquema de controle do sistema nervoso, bem como as características da instrumentação utilizada para detectar e observar estes dados (DELUCA, 2006).

A manifestação elétrica é acompanhada de uma contração das fibras musculares. Para sustentar a contração, as unidades motoras (UMs) devem ser

ativadas repetidamente, e sequência resultante de potenciais de ação de unidade motoras (PAUMs) é chamada de trem de potencial de ação da unidade motora (TPAUM). A forma da onda dos PAUMs permanecerá constante se a relação geométrica entre os eletrodos e as fibras musculares ativas também permanecerem constantes, se as propriedades do eletrodo não mudarem, e se não houver mudanças significativas nas propriedades bioquímicas do tecido muscular. Alterações bioquímicas no interior do músculo podem afetar a velocidade de condução na fibra e as propriedades de filtragem do tecido. O TPAUM pode ser descrito pelos intervalos interpulsos e a forma da onda do PAUM. O sinal EMG é formado pela superposição matemática dos PAUMs (DELUCA, 2006).

Apesar da eletromiografia de superfície (sEMG) ser largamente utilizada atualmente, ainda permanece cercada de limitações e controvérsias, exigindo do profissional ou pesquisador que elege este método, cuidados no momento de coletar e avaliar seus dados. DeLuca (1997) deixa isto muito claro na frase “sEMG é simples de usar e, portanto, fácil de abusar”. Como o estudo eletromiográfico interage com inúmeros fatores que podem influenciar os dados obtidos, é prudente ter consciência de que nem tudo que é apresentado como “sinal” representa o estado real do músculo (ou músculos) avaliado.

Para que a análise eletromiográfica seja fidedigna, alguns cuidados devem ser tomados. Estes envolvem a configuração dos eletrodos e a distância entre eles, a localização dos eletrodos em relação à junção miotendinosa e ao ponto motor, a presença de *crosstalk*, definido como a captação de sinais indesejados provenientes de outros músculos que não aquele de interesse na superfície do eletrodo, e filtragem espacial causada pela presença de tecido adiposo sob a superfície (MARCHETTI; DUARTE, 2006).

O sinal EMG pode ser adquirido não apenas por um único eletrodo, mas pode resultar de uma combinação de sinais originados de vários detectores, sendo classificado como monopolar, bipolar e multipolar (DUCHENE; GOUBEL, 1993).

A utilização de eletrodos com configuração diferencial é preferível. O sinal detectado em dois eletrodos é subtraído um do outro, resultando na diferença entre eles e o modo comum é rejeitado como ruído. Esse tipo de arranjo de eletrodos, referido também como um tipo de filtro *high pass*, é conhecido como bipolar ou simples diferencial, em que a distância entre os dois eletrodos determina a filtragem (DELUCA, 1997; VILJOEN, 2005). Eletrodos associados a amplificadores (eletrodos ativos) podem reduzir a contaminação do sinal por ruído, principalmente em tarefas dinâmicas. Tendo em vista a baixa amplitude do sinal EMG durante a aquisição dos dados, é necessário amplificar o sinal para que possa ser processado. Porém, devem ser tomados alguns cuidados para suas características não serem modificadas (MERCHETTI; DUARTE, 2006).

Os eletrodos são comumente posicionados com base em referências anatômicas e várias fontes de interferência podem distorcer o sinal. Em contrações dinâmicas, a movimentação do músculo sob a pele pode ter um efeito considerável sobre o momento de ativação, pois a posição da zona de inervação muda com o tempo. Além disso, este movimento pode alterar a posição das unidades motoras, alterando, assim, o volume captado pelo eletrodo. Isso quer dizer que se a fibra muscular muda de comprimento durante a contração, a posição do eletrodo deveria, similarmente, se alterar, o que não é possível com as técnicas atuais. Portanto, por razões práticas, a estabilidade do sinal somente pode ser alcançada se a contração permanece isométrica (DELUCA, 1997).

Entretanto, Farina *et al.* (2001) discutem em que situações a eletromiografia poderia ser utilizadas em tarefas dinâmicas. Os autores afirmam que a estabilidade do sinal pode ser afetada pelo deslocamento relativo das fibras musculares e movimentação dos cabos. Potvin e Bent (1997) afirmam a linearidade do sinal pode ser afetada pela velocidade de execução do movimento e que no monitoramento da fadiga, a técnica pode ser empregada em tarefas dinâmicas. Barr, Miller e Chapin (2010), ponderam que em tarefas desse tipo, algumas posições favorecem o aparecimento de *crosstalk*. No entanto, no presente estudo, será verificado a atividade do reto femoral antes e após a aplicação da acupuntura, sem a pretensão de fazer uma análise quantitativa acurada dessa ativação. Alguns autores fazem uso dessa técnica em tarefas dinâmicas com bons resultados (MASSÓ *et al.*, 2010; FELICI, 2006). Ainda Sacco *et al.* (2009) afirmam que com o posicionamento correto dos eletrodos em relação à zona de inervação, o erro pode ser reduzido consideravelmente.

DeLuca (1997) afirma que na perna, algo em torno de 17% da atividade elétrica dos músculos adjacentes pode ser detectada como *crosstalk*. O posicionamento correto dos eletrodos e a filtragem do sinal podem ser maneiras de reduzir consideravelmente este erro.

Grande quantidade de gordura subcutânea também pode ter um efeito negativo na amplitude e na quantidade de *crosstalk* na sEMG. A gordura aumenta a distância entre as fibras musculares, local de origem do sinal elétrico, e os eletrodos aumentando a filtragem espacial deste sinal e, portanto causando uma diminuição na sua amplitude. Da mesma forma, a quantidade de *crosstalk* aumenta, pois reduz as distâncias relativas entre as fibras musculares de interesse e os eletrodos

localizados sobre diferentes posições, fazendo com que o potencial de ação pareça similar em cada eletrodo (KUIKEN; LOWERY; STOYKOV, 2003).

A EMG também pode ter sua confiabilidade alterada pela presença de ruído, que pode ser geralmente definido como sinais elétricos que não fazem parte do sinal desejado. A amplitude do sinal EMG antes da amplificação é de 0 a 10mV, e pode adquirir ruído enquanto viaja através dos diferentes tecidos. É importante também conhecer suas características categorizando-os em (1) ruído de equipamentos eletrônicos, que não podem ser eliminados, mas podem ser reduzidos utilizando equipamentos de alta qualidade; (2) ruído do ambiente, caracterizados por radiações eletromagnéticas, presentes na superfície do corpo. Este tipo de ruído, geralmente, tem amplitude três vezes maior que o sinal EMG; (3) movimento do artefato, que pode causar irregularidades nos dados e são causados pela interface eletrodo-pele e os cabos dos eletrodos. Podem ser reduzidos utilizando um modelo de estudo apropriado; (4) instabilidade do sinal, afetado pela taxa de disparo das unidades motoras, situadas na faixa de frequência de 0 a 20Hz, considerado inconveniente, e sua remoção através da aplicação de filtros é importante (KONRAD, 2005).

Em biomecânica, existem três aplicações que dominam o uso da sEMG. Pode ser utilizada como indicador do início da ativação muscular e intensidade dessa ativação, sua relação com a força produzida pelo músculo, e como indicador de fadiga (DeLUCA, 1997).

Para os objetivos do presente estudo, apenas as duas primeiras aplicações são importantes. No primeiro caso, o sinal é fornecido pela sequência de tempo de um músculo durante o movimento. Para determinação do momento de ativação muscular, somente é relevante determinar se o segmento muscular sob o eletrodo está ativo, isto é, se está ocorrendo contração, o que pode ser conseguido

verificando se o sinal EMG origina no músculo de interesse e se a amplitude do sinal é maior que amplitude do ruído do equipamento (DeLUCA, 2006). A intensidade da ativação muscular, ou seja, a quantidade de unidades motoras (UMs) recrutadas durante a contração é obtida através da análise da amplitude do sinal gerado (MASSÓ *et al.*, 2010; BURDEN, 2010).

O sinal eletromiográfico é a soma dos potenciais de ação gerados nas UMs ativas sob a pele (MERLETTI; FARINA, 2008), e pode ser relacionada com a força gerada na articulação. Porém esta relação não é linear sendo alvo de discussão por vários autores, pois a maioria dos movimentos requerem a ação de vários músculos, e o sinal pode sofrer interferência de ruído. Entretanto, a amplitude reflete a quantidade de energia contida no sinal, sendo um indicador de atividade muscular, e pode ser obtida através de diferentes métodos de análise, entre eles RMS (root mean square), que é a raiz quadrada de média dos valores quadráticos, e o envoltório linear, que é o resultado da retificação por onda completa do sinal e atenuação através da aplicação de filtros (MARCHETTI; DUARTE, 2006).

Um fenômeno conhecido como *amplitude cancellation*, isto é, a anulação das fases negativas e positivas dos PAUMs pode subestimar o grau de contração muscular (HUG, 2011; FARINA *et al.*, 2010), sobretudo quando são realizadas contrações prolongadas próximas à fadiga, o que aumenta a amplitude do sinal (BOUILLARD; GUÉVEL; HUG, 2010).

3 – MATERIAL E MÉTODOS

3.1 – População e amostra

A amostra foi composta por cinco mulheres (idade média de $21,4 \pm 1$ anos, massa média de $65,8 \pm 10$ Kg, estatura média de $1,64 \pm 0,04$ metros) e cinco homens (idade média de $23,2 \pm 2$ anos, massa média de $76,8 \pm 12$ Kg, estatura média de $1,77 \pm 0,02$ metros), todos estudantes universitários, escolhidos por conveniência de forma a atender os requisitos da pesquisa. Os únicos critérios de inclusão foram ter entre 20 e 30 anos e não ter histórico recente de trauma no joelho ou quadril.

3.2 – Aspectos éticos

O projeto foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da UNIMEP sob o protocolo 56/10 (ANEXO A). Todos os voluntários assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido aceitando participar da pesquisa como sujeito (APÊNDICE A).

3.3 – Descrição do agachamento *wall-slide*

O agachamento foi realizado a partir da posição inicial do executante apoiado contra uma superfície lisa de fórmica, com o tronco ereto, as mãos por trás da cabeça, os com joelhos completamente estendidos, e MMII à frente do corpo, distantes da vertical de modo que quando agachasse os joelhos não ultrapassassem a ponta dos pés. Estes estavam paralelos, afastados entre si aproximadamente à

largura do quadril. Todos os voluntários trajavam camisa de malha, o que reduziria o atrito. A distância horizontal entre a superfície e os pés para cada voluntário foi marcada no chão de maneira que no segundo teste os MMII ficassem na mesma posição.

A partir desta posição, os voluntários foram orientados a flexionar ambos os joelhos, agachando-se até que a coxa ficasse paralela ao solo, resultando em aproximadamente 90 a 100° de flexão nesta articulação, mantendo isometria por cerca de três segundos e, ao sinal sonoro, retornaram à posição inicial.

Os voluntários realizaram três repetições do exercício, das quais foi escolhida a melhor, em que a angulação do joelho foi mais próxima da amplitude de movimento total.

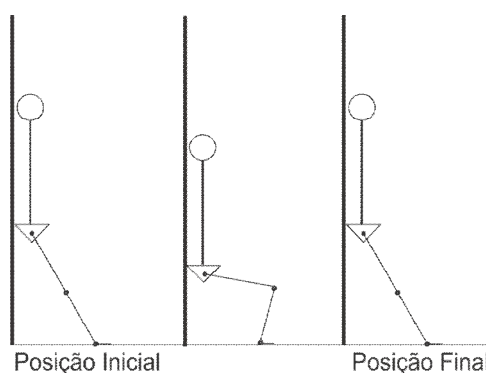


FIGURA 4 – Posicionamento do indivíduo

3.4 – Material e Instrumentos

- Aparelho de eletromiografia da marca EMG System do Brasil[®] com 6 canais
- Eletrodos de superfície Ag/AgCl da marca Meditrace[®]
- Eletrogoniômetro marca EMG System do Brasil[®]
- Notebook da marca Dell[®]
- Software para tratamento dos dados Origin 8.0

- Agulhas filiformes de 0,25 x 30mm, da marca DONGBANG® com disparador de 4,5cm

- Aparelho de barbear

- Algodão

- Álcool 70%.

3.5 - Modelagem da tarefa de movimento

A velocidade de execução da tarefa foi auto selecionada, ficando o voluntário livre para executá-la da maneira que fosse mais confortável.

Para coleta do sinal eletromiográfico, os eletrodos de referência foram posicionados sobre o músculo reto femoral direito, a uma distância média entre a espinha ilíaca ântero-superior e a base da patela, e com a distância inter-eletrodo de 1cm, conforme recomenda o DeLuca (2006). Foram utilizados eletrodos descartáveis de Ag/AgCl. Um goniômetro eletrônico da marca EMG System do Brasil® foi posicionado na parte medial do joelho direito dos voluntários com o braço fixo paralelo à tibia, o braço móvel paralelo ao fêmur, fixadas utilizando fitas de velcro®, e o eixo do goniômetro no centro da articulação. O eletrodo terra foi posicionado sobre a articulação esternoclavicular esquerda. Tanto os eletrodos quanto o goniômetro estavam acoplados a um conversor analógico-digital de 6 canais também da marca EMG System do Brasil®. O sinal foi captado através do *software* Dataq® 2.3.4 e, posteriormente, exportados para o *software* Origin® 8.0 onde foram analisados.

Os eletrodos não foram retirados entre os testes, e todos os cuidados para redução de ruídos foram tomados.

3.6 – Aplicação da acupuntura

Logo em seguida ao primeiro teste de cada voluntário, isto é, a primeira série de agachamentos, foi solicitado ao indivíduo que se sentasse e estimulou-se o ponto ST45, situado no leito ungueal lateral do segundo podáctilo, da perna direita (WHO, 2009) por 10 minutos. A agulha foi inserida com o auxílio do disparador e manipulada no sentido horário (tonificação) até atingir o *the Qi* (LANGEVIN & YANDOW, 2001; AHN *et al.*, 2005) no ato da inserção e aos cinco minutos. Ao completar o tempo, a agulha foi retirada e, imediatamente após, repetiu-se o procedimento de coleta dos dados.

3.7 – Análise dos dados

Os dados referentes à eletromiografia foram separados no Origin® em três fases – excêntrica, isométrica e concêntrica, que caracterizam as contrações estáticas e dinâmicas. O nível de significância utilizado foi $p < 0,05$.

3.7.1 – Análise dos dados da fase estática

Os valores de potencial elétrico e tempo pré e pós foram normalizados pelo valor máximo e calculados os valores da RMS (raiz quadrada dos valores quadráticos médios) dos quais foram analisados os parâmetros amplitude e ângulo de fase, também normalizados em relação aos valores máximos. Todos os dados foram submetidos ao teste de Wilcoxon para amostras pareadas, a fim de comparar

os valores pré e pós aplicação da acupuntura. A associação dos resultados do grupo como um todo foi testada através do teste de McNemar.

3.6.2 – Análise dos dados da fase dinâmica

A partir dos valores de tempo e posição, foi derivada a velocidade e aceleração angulares que foram atenuados através da transformada rápida de Fourier (FFT) com frequência de 6Hz. Os dados referentes ao potencial elétrico foram processados utilizando um filtro passa-alta de Fourier com frequência de corte de 1Hz, e em seguida o sinal foi retificado em onda completa e atenuado também através da transformada rápida de Fourier com frequência de 6Hz. para se obter o envoltório linear. Todos os valores (tempo, posição, velocidade, aceleração e potencial elétrico) foram normalizados pelo valor máximo.

Foi realizado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados e, com o resultado negativo, os dados entre-testes para cada indivíduo, então, foram comparados utilizando o teste Wilcoxon para amostras pareadas e correlacionados utilizando o coeficiente de Pearson. Os dados intra-teste foram também correlacionados utilizando o coeficiente de correlação de Pearson em ambos os testes, pré e pós acupuntura.

4 - RESULTADOS

Na fase isométrica, todos os parâmetros individuais foram diferentes ($p < 0,05$) após a aplicação da acupuntura em comparação com o teste pré acupuntura, quando submetidas ao teste de Wilcoxon. No entanto, não pôde ser observado

nenhum padrão nestas alterações, isto é, para alguns voluntários os valores aumentaram e para outros, diminuíram em módulo após a acupuntura. Os gráficos e tabelas a seguir ilustram estas alterações.

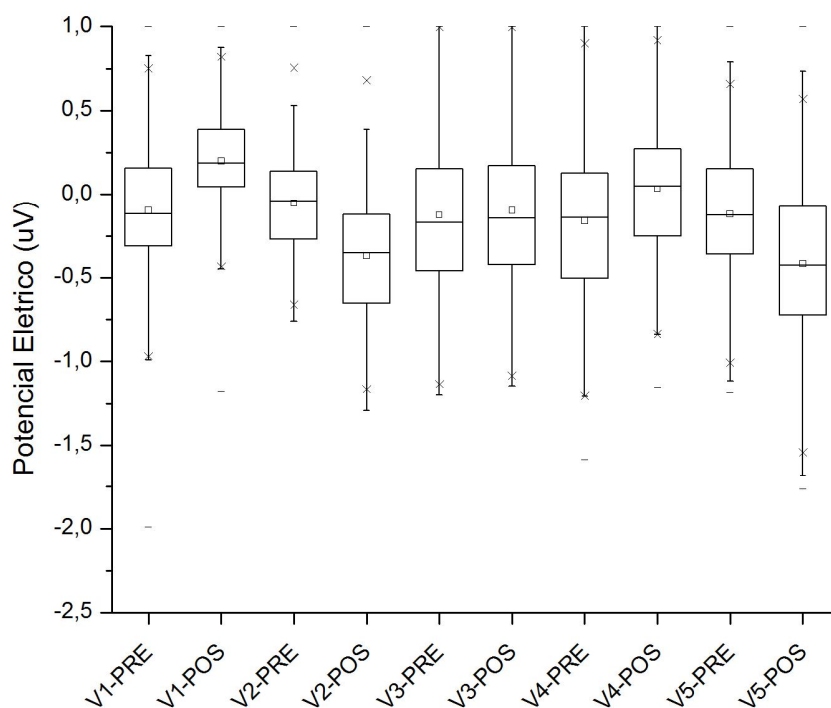


GRÁFICO 1 - Potencial elétrico pré e pós acupuntura na fase isométrica para os voluntários do sexo feminino

	V1		V2		V3		V4		V5	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Min	-1,991	-1,177	-0,758	-1,291	-1,199	-1,147	-1,585	-1,154	-1,181	-1,763
Q1	-0,31	0,045	-0,268	-0,653	-0,444	-0,409	-0,502	-0,252	-0,359	-0,721
Med	-0,11	0,191	-0,036	-0,351	-0,161	-0,133	-0,138	0,051	-0,119	-0,417
Q3	0,157	0,386	0,140	-0,119	0,158	0,179	0,127	0,272	0,153	-0,072
Max	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DIQ	0,468	0,340	0,409	0,533	0,602	0,588	0,629	0,524	0,512	0,649

TABELA 1 - Potencial elétrico na fase isométrica antes e após aplicação da acupuntura para os voluntários do sexo feminino

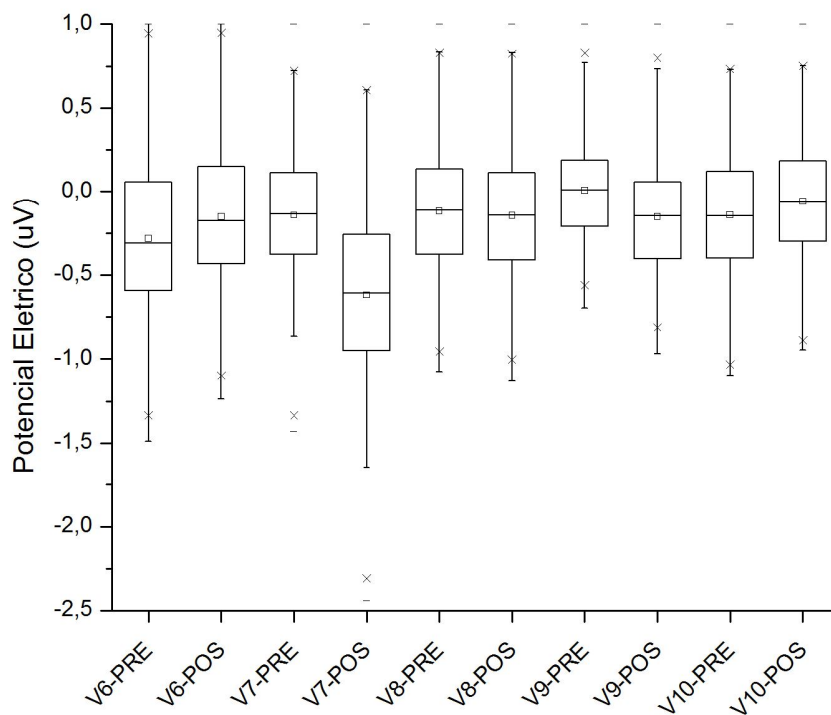


GRÁFICO 2 - Potencial elétrico pré e pós acupuntura na fase isométrica para os voluntários do sexo masculino.

	V6		V7		V8		V9		V10	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Min	-1,487	-1,237	-1,427	-2,44	-1,076	-1,126	-0,696	-0,968	-1,097	-0,947
Q1	-0,593	-0,432	-0,376	-0,95	-0,375	-0,409	-0,209	-0,403	-0,398	-0,298
Med	-0,308	-0,177	-0,134	-0,607	-0,111	-0,138	0,011	-0,147	-0,146	-0,064
Q3	0,056	0,151	0,113	-0,256	0,133	0,112	0,187	0,056	0,121	0,184
Max	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DIQ	0,650	0,584	0,489	0,694	0,509	0,521	0,397	0,46	0,52	0,483

TABELA 2 - Potencial elétrico pré e pós acupuntura na fase isométrica para os voluntários do sexo masculino.

Pode-se verificar no gráfico acima que para os voluntários 1, 3, 4 e 6, ocorreu um aumento da mediana dos valores após a aplicação de acupuntura, o que demonstra que para 40% dos sujeitos a técnica apresentou caráter excitatório. Para

os voluntários 2, 5, 7, 8, 9 e 10 os valores diminuíram, demonstrando uma ação inibitória da acupuntura. Para os voluntários 2, 5, 7, 8 e 9 a distância interquartil dos valores de potencial elétrico aumentou, o que pode representar maiores ajustes na ativação muscular durante o movimento. Para os voluntários 1, 3, 4, 6 e 10 essa distância diminuiu, representando menor variação da diferença de potencial entre os eletrodos e, possivelmente, maior coordenação dos disparos.

Os gráficos e tabelas 3 e 4 demonstram as variações na amplitude do sinal eletromiográfico antes e após a aplicação da acupuntura na fase isométrica.

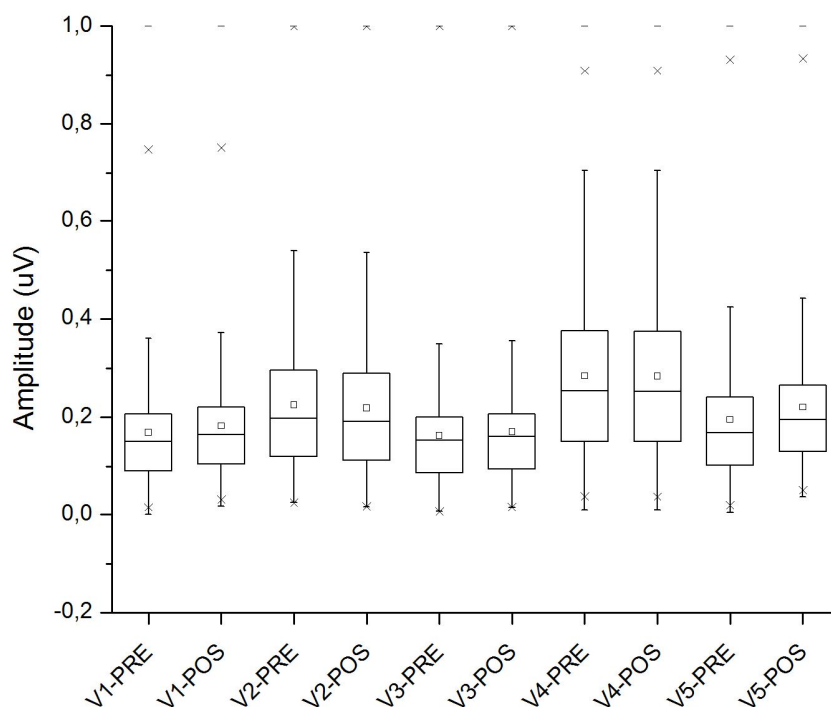


GRÁFICO 3 - Amplitude do sinal eletromiográfico na fase isométrica para os voluntários do sexo feminino.

	V1		V2		V3		V4		V5	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Min	0,0007	0,0173	0,0241	0,0160	0,0060	0,0147	0,0093	0,0086	0,0047	0,0360
Q1	0,0901	0,1051	0,1195	0,1122	0,0865	0,0945	0,1513	0,1507	0,1024	0,1306
Med	0,1518	0,1658	0,1982	0,1916	0,1534	0,1608	0,2533	0,2528	0,1687	0,1948
Q3	0,2070	0,2201	0,2958	0,2900	0,2030	0,2099	0,3759	0,3754	0,2408	0,2647
Max	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DIQ	0,1169	0,1149	0,1763	0,1778	0,1164	0,1154	0,2246	0,2247	0,1384	0,1340

TABELA 3 – Amplitude do sinal eletromiográfico na fase isométrica para os voluntários do sexo feminino.

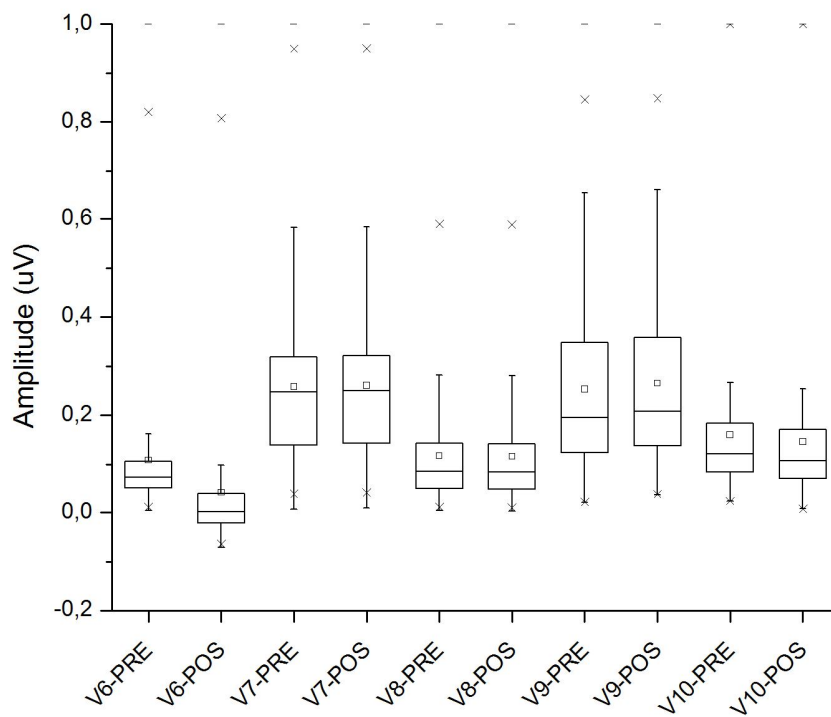


GRÁFICO 4 - Amplitude do sinal eletromiográfico na fase isométrica para os voluntários do sexo masculino.

	V1		V2		V3		V4		V5	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Min	0,0038	-0,071	0,0061	0,0098	0,0042	0,0027	0,0205	0,0364	0,0233	0,0072
Q1	0,05	-0,022	0,1392	0,1424	0,0488	0,0473	0,1239	0,1381	0,0844	0,0694
Med	0,0716	0,0011	0,2476	0,2504	0,0882	0,0868	0,1951	0,2082	0,1216	0,1072
Q3	0,1059	0,038	0,3188	0,3213	0,1431	0,1417	0,3484	0,359	0,1838	0,1704
Max	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DIQ	0,0558	0,0600	0,1796	0,1789	0,0942	0,0944	0,2244	0,2208	0,0994	0,101

TABELA 4 – Amplitude do sinal eletromiográfico na fase isométrica para os voluntários do sexo masculino.

Para os voluntários 1, 3, 5, 7 e 9, conforme o gráfico acima, a mediana aumentou, o que significa maior quantidade de energia no sinal e portanto maior ativação muscular. Para os voluntários 2, 4, 6, 8 e 10, estes valores diminuiram. Para os voluntários 1, 3, 5, 7 e 9, a distância interquartil diminuiu, mostrando maior homogeneidade nos dados após a acupuntura e, portanto, maior coordenação entre disparos de UMs.

O quadro 1 mostra a posição angular do joelho nos dois testes e, resumidamente, o comportamento dos valores referentes aos parâmetros observados no teste pós acupuntura em relação ao teste pré acupuntura, se aumentaram (1) ou diminuiram (0).

QUADRO 1 – Valores do ângulo articular e comportamento dos parâmetros observados.

	Pré	Pós	Potencial	Amplitude	Ângulo de Fase
V 01	75°	82°	1	1	1
V 02	108°	96°	0	0	1
V 03	97°	96°	1	1	0
V 04	101°	101°	1	0	0
V 05	93°	91°	0	1	0
V 06	95°	92°	1	0	1
V 07	98°	85°	0	1	0
V 08	96°	100°	0	0	1
V 09	80°	80°	0	1	1
V 10	89°	90°	0	0	1

Pode ser observado no quadro 1 que houve variação da posição angular do joelho tanto entre voluntários quanto entre testes (pré e pós acupuntura), para a maioria deles. No entanto, as diferenças verificadas nos valores de potencial, amplitude e ângulo de fase não apresentaram relação com a angulação, demonstrando que as alterações encontradas foram independentes da posição. Os valores de ângulo de fase também não apresentaram relação com nenhuma outra variável.

Com o teste de McNemar foi verificado se existe associação entre os pares de variáveis (potencial-amplitude; potencial-ângulo de fase; amplitude-ângulo de fase), apresentando resultado negativo. Esse dado indica o caráter estocástico destas variáveis, além das diferenças individuais no que diz respeito ao controle motor e recrutamento muscular no movimento.

Nas fases descendente e ascendente do exercício, que correspondem às contrações excêntrica e concêntrica, respectivamente, todos os parâmetros avaliados (amplitude do sinal eletromiográfico, posição, velocidade e aceleração) apresentaram, individualmente, diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os testes pré e pós acupuntura quando submetidas ao teste de Wilcoxon. Os gráficos e tabelas a seguir ilustram estas alterações.

A amplitude do sinal eletromiográfico apresentou um aumento da mediana em 90% dos voluntários na fase descendente, ou excêntrica, após a aplicação da acupuntura, como pode ser verificado nos gráficos e tabelas 5 e 6.

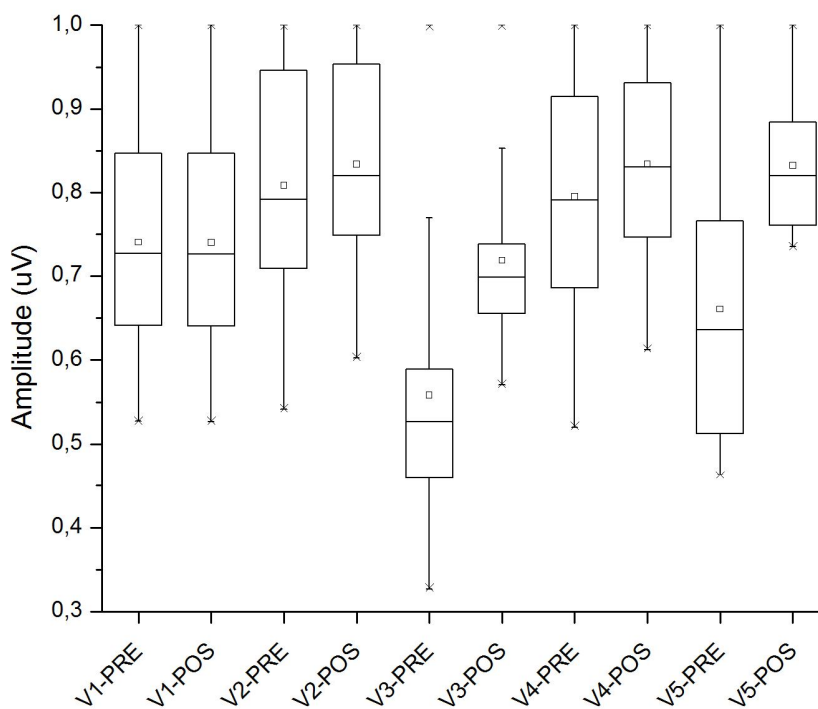


GRÁFICO 5 – Amplitude do sinal eletromiográfico na fase descendente para os voluntários do sexo feminino.

	V1		V2		V3		V4		V5	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Min	0,5273	0,5271	0,5414	0,6028	0,3267	0,5708	0,5203	0,6122	0,4628	0,7352
Q1	0,6418	0,6417	0,709	0,748	0,4592	0,6552	0,6881	0,7479	0,513	0,76
Med	0,7168	0,7266	0,7925	0,8203	0,5268	0,6983	0,7921	0,8319	0,6411	0,8231
Q3	0,8482	0,8482	0,9461	0,9533	0,5892	0,738	0,9168	0,9327	0,7652	0,8843
Max	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DIQ	0,2064	0,2065	0,237	0,2053	0,13	0,0829	0,2287	0,1849	0,2522	0,1243

TABELA 5 - Amplitude do sinal eletromiográfico na fase descendente para os voluntários do sexo feminino.

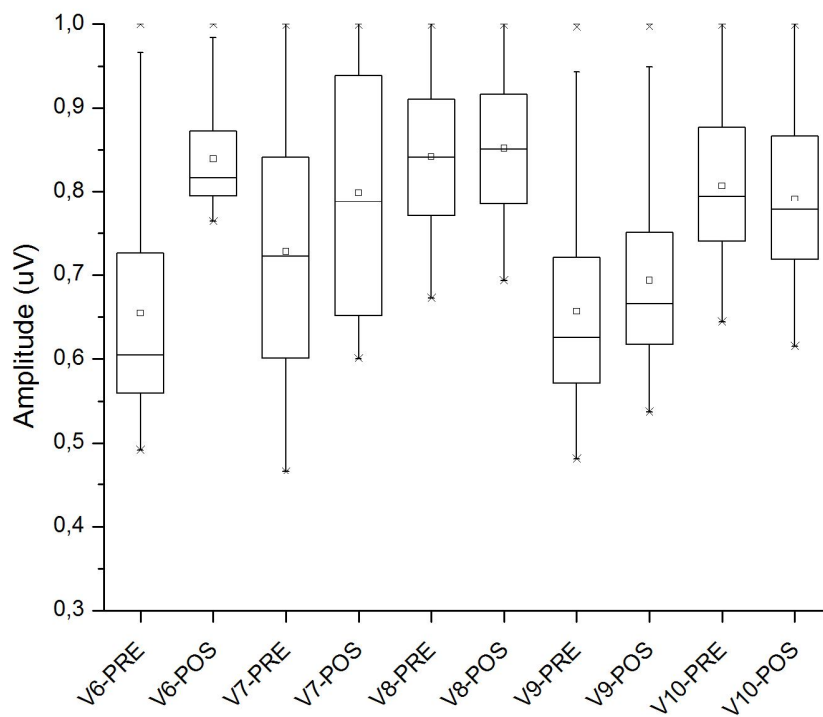


GRÁFICO 6 – Amplitude do sinal eletromiográfico na fase descendente para os voluntários do sexo masculino.

	V1		V2		V3		V4		V5	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Min	0,4917	0,7638	0,4664	0,6007	0,6726	0,693	0,4815	0,5371	0,6444	0,6154
Q1	0,5594	0,7952	0,6014	0,6523	0,7732	0,7873	0,5725	0,6183	0,7399	0,7187
Med	0,6053	0,8165	0,7237	0,7892	0,8414	0,8513	0,6263	0,6663	0,7959	0,7792
Q3	0,7261	0,8727	0,8432	0,9399	0,9108	0,9164	0,7221	0,7519	0,8766	0,8665
Max	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DIQ	0,1667	0,0775	0,2418	0,2875	0,1377	0,1291	0,1496	0,1336	0,1367	0,1478

TABELA 6 - Amplitude do sinal eletromiográfico na fase descendente para os voluntários do sexo masculino.

Este aumento na mediana significa maior ativação do reto femoral durante o movimento, e a diminuição da distância interquartil para 70% dos voluntários após a acupuntura, representa maior coordenação de disparos para estes indivíduos.

Para 90% dos voluntários foram verificadas correlações negativas significativa entre amplitude do sinal e a posição na fase descendente ($p < 0,01$). Assim, a atividade do reto femoral aumentou conforme o joelho se aproximou de 90° , quando o torque gerado na articulação é maior e, portanto, ocorre maior solicitação muscular. Entre amplitude e velocidade, também foram encontradas correlações negativas significativas ($p < 0,01$) em 80% dos voluntários, demonstrando que em velocidades maiores ocorreram menores níveis de recrutamento muscular, o que possivelmente está relacionado à inércia do segmento. Também foram encontradas correlações positivas significativas ($p < 0,01$) entre a amplitude do sinal eletromiográfico e a aceleração em 90% dos voluntários, indicando que as duas variáveis são diretamente proporcionais, ou seja, o grau de ativação muscular é responsável pela aceleração do segmento.

Os gráficos e tabelas 7 e 8 a seguir mostram o comportamento da amplitude do sinal eletromiográfico antes e após a aplicação da acupuntura durante a fase ascendente, ou concêntrica do movimento. Todos os valores de mediana aumentaram após a aplicação da acupuntura, e a distância interquartil diminuiu também para todos os voluntários.

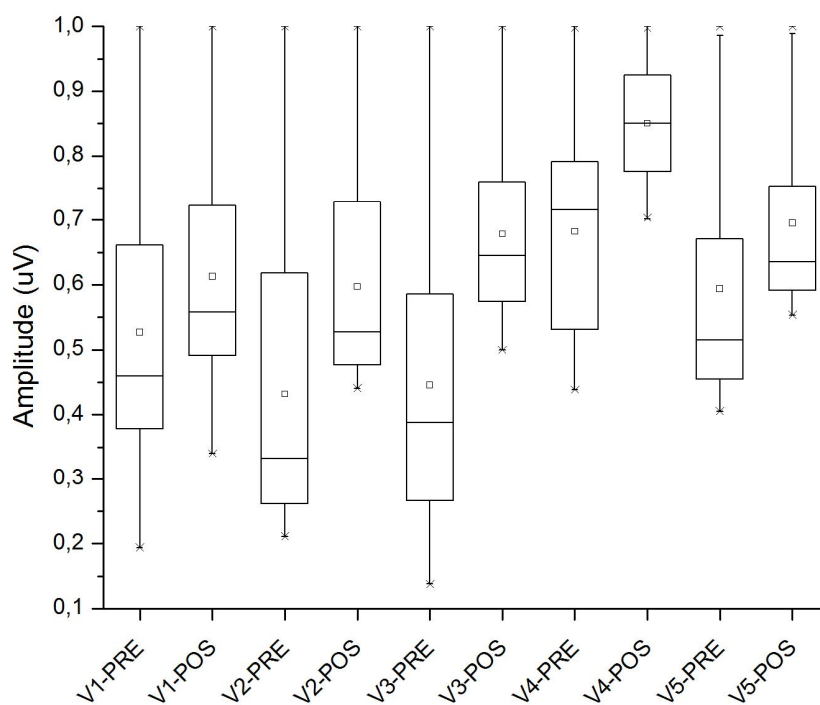


GRÁFICO 7 - Amplitude do sinal eletromiográfico na fase ascendente para os voluntários do sexo feminino.

	V1		V2		V3		V4		V5	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Min	0,194	0,3401	0,211	0,4406	0,1381	0,4996	0,4381	0,7011	0,4051	0,5533
Q1	0,3781	0,4908	0,262	0,4768	0,2661	0,5739	0,5308	0,7758	0,455	0,5908
Med	0,45985	0,5578	0,3328	0,527	0,3882	0,6448	0,7161	0,8505	0,5149	0,6357
Q3	0,661	0,7225	0,6179	0,7291	0,5862	0,7597	0,7907	0,9253	0,6704	0,7525
Max	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DIQ	0,2829	0,2317	0,3559	0,2523	0,3201	0,1858	0,2599	0,1495	0,2154	0,1617

TABELA 7 - Amplitude do sinal eletromiográfico na fase ascendente para os voluntários do sexo feminino.

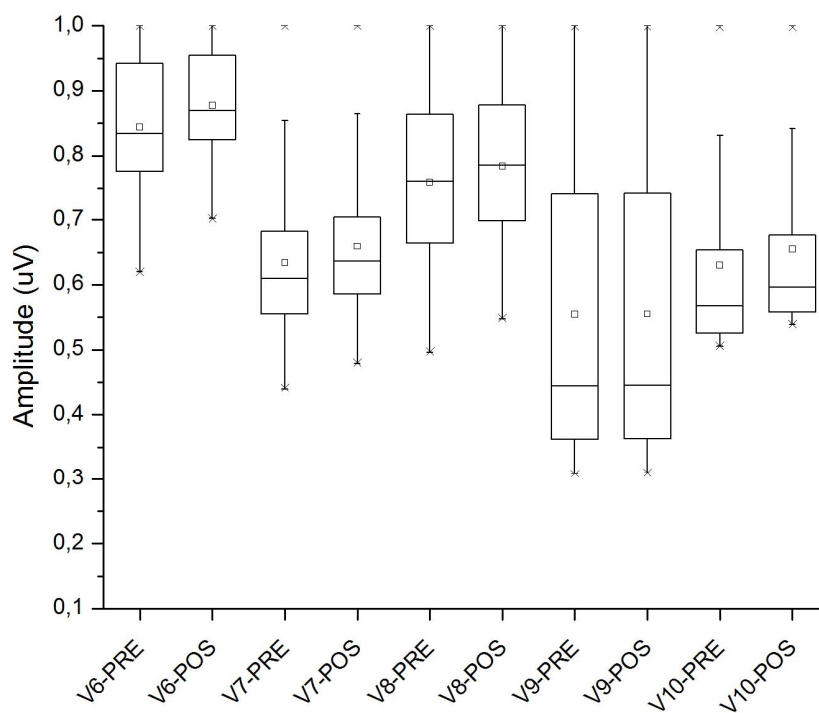


GRÁFICO 8 - Amplitude do sinal eletromiográfico na fase ascendente para os voluntários do sexo masculino.

	V6		V7		V8		V9		V10	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Min	0,6199	0,7018	0,4398	0,4787	0,4957	0,5476	0,3082	0,3096	0,5055	0,5388
Q1	0,777	0,8251	0,5553	0,5862	0,664	0,6986	0,3619	0,3632	0,5259	0,5578
Med	0,8361	0,8715	0,6094	0,6364	0,7612	0,7858	0,444	0,4452	0,5687	0,59775
Q3	0,943	0,9554	0,6818	0,7038	0,8638	0,8778	0,7419	0,7425	0,6532	0,6765
Max	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DIQ	0,1661	0,1303	0,1265	0,1176	0,1998	0,1792	0,38	0,3793	0,1273	0,1187

TABELA 8 - Amplitude do sinal eletromiográfico na fase ascendente para os voluntários do sexo masculino.

O aumento da mediana representa maior atividade muscular e, a menor distância interquartil demonstra, assim como na fase descendente, menor variância nos valores e uma modulação da contração muscular e, portanto, maior coordenação.

Foram encontradas correlações negativas significativas ($p < 0,01$) entre a amplitude do sinal eletromiográfico e a posição em 90% dos voluntários na fase ascendente, demonstrando novamente que a atividade do reto femoral foi maior próximo à angulação de 90°. Entre amplitude e velocidade, foram encontradas correlações negativas significativas ($p < 0,01$) em 60% dos voluntários, possivelmente devido à contribuição de outros músculos no movimento. Entre amplitude e aceleração foram encontradas correlações positivas significativas ($p < 0,01$) em 90% dos voluntários, reafirmando a proporcionalidade entre as duas variáveis.

Nos gráficos e tabelas 9 e 10, referentes à posição na fase descendente, a mediana para todos os sujeitos variou entre os testes demonstrando que o valor que

ocupa a posição central, entre a extensão e flexão do joelho, variou no tempo entre os dois testes.

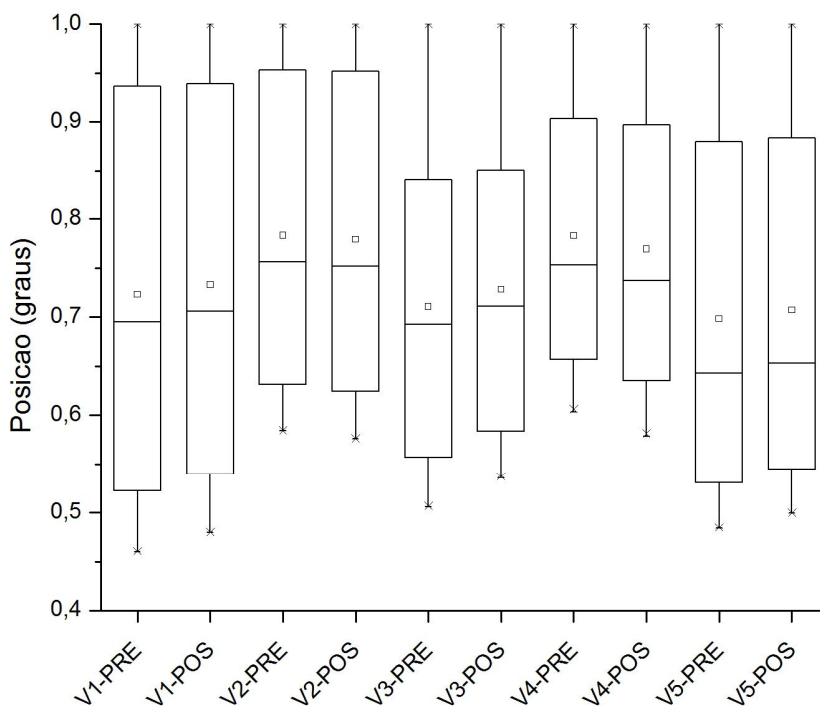


GRÁFICO 9 – Posição angular do joelho na fase descendente para os voluntários do sexo feminino.

	V1		V2		V3		V4		V5	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Min	0,4602	0,4798	0,5844	0,5761	0,5059	0,5360	0,6037	0,5787	0,4843	0,4996
Q1	0,5242	0,5415	0,6315	0,6241	0,5565	0,5836	0,6586	0,6370	0,5306	0,5445
Med	0,6991	0,7101	0,7565	0,7516	0,6949	0,7135	0,7552	0,7397	0,6444	0,6550
Q3	0,9381	0,9404	0,9528	0,9519	0,8409	0,8506	0,904	0,8979	0,88	0,8836
Max	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DIQ	0,4139	0,3988	0,3213	0,3277	0,2843	0,2669	0,2454	0,2609	0,3494	0,3391

TABELA 9 – Posição angular do joelho na fase descendente para os voluntários do sexo feminino.

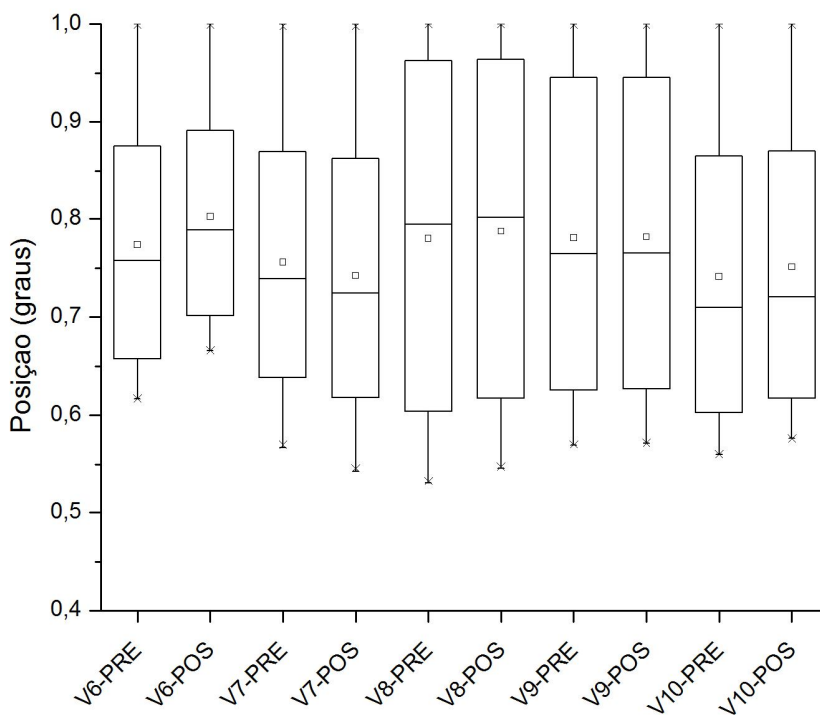


GRÁFICO 10 – Posição angular do joelho na fase descendente para os voluntários do sexo masculino.

	V6		V7		V8		V9		V10	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Min	0,6166	0,6657	0,5669	0,5427	0,5301	0,546	0,5697	0,5713	0,5602	0,5765
Q1	0,6575	0,7014	0,6384	0,6182	0,605	0,6183	0,6268	0,6281	0,6029	0,6176
Med	0,7576	0,7886	0,7393	0,7247	0,7972	0,8041	0,7661	0,7670	0,7124	0,7231
Q3	0,8756	0,8915	0,8717	0,8646	0,9635	0,9648	0,9472	0,9474	0,8651	0,8701
Max	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DIQ	0,2180	0,1901	0,2333	0,2463	0,3585	0,3464	0,3204	0,3192	0,2621	0,2524

TABELA 10 – Posição angular do joelho na fase descendente para os voluntários do sexo masculino.

Os casos de assimetria entre as distâncias do mínimo e do máximo em relação à mediana podem indicar o tempo de permanência nas diversas posições durante a execução do exercício. Verifica-se então que para todos os voluntários

foram apresentadas maiores variações da posição nos primeiros graus do movimento com relação ao tempo, e portanto maiores velocidades iniciais em ambos os testes, antes e após a aplicação da acupuntura.

Na fase descendente, foram encontradas correlações positivas significativas ($p < 0,01$) entre posição e velocidade em 60% dos voluntários. Este resultado reafirma maiores velocidades iniciais diminuindo conforme o joelho se aproximava da flexão. Entretanto, em contraste com o observado nos gráficos acima, esta relação não foi linear para todos os sujeitos sugerindo para alguns casos picos de velocidade nas menores angulações do joelho.

Para todos os voluntários, foram encontradas correlações negativas significativas ($p < 0,01$) entre posição e o módulo da aceleração na fase descendente, demonstrando maiores variações da velocidade no início do movimento, quando a posição angulação foi maior. Este fato pode significar maior atividade nos músculos que compõem a cadeia cinética, no sentido de acelerar o segmento para vencer a inércia. A aceleração oscilou no final do movimento, provavelmente pelos ajustes do sistema nervoso central no sentido de parar a flexão na posição determinada.

Os gráficos e tabelas 11 e 12 referem-se à variação da posição na fase ascendente. Assim como na fase descendente, o valor da mediana variou entre os dois testes. No entanto, esta variação não foi homogênea, aumentando em 60% dos voluntários, o que pode ser devido às diferentes angulações entre os testes e às variações na posição central na série de dados. Nestes casos, a distância da mediana em relação ao valor máximo também foi maior, demonstrando maior variação nos maiores graus do movimento.

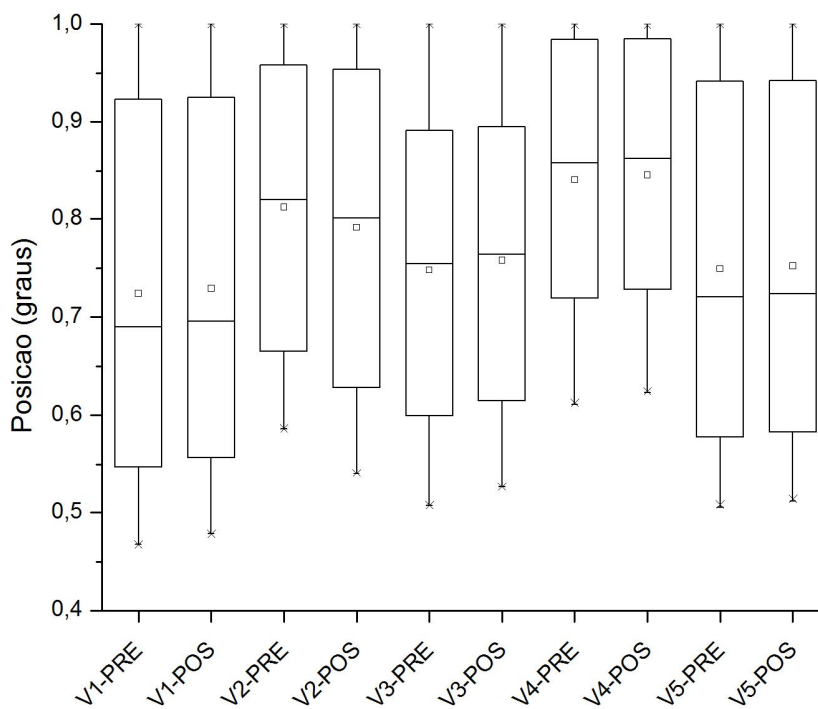


GRÁFICO 11 – Posição angular do joelho na fase ascendente para os voluntários do sexo feminino.

	V1		V2		V3		V4		V5	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Min	0,4676	0,4781	0,586	0,5402	0,5073	0,5263	0,6109	0,6229	0,5054	0,5112
Q1	0,5476	0,5565	0,6650	0,6279	0,5993	0,6148	0,7193	0,7279	0,5778	0,5828
Med	0,6936	0,6996	0,8205	0,8006	0,7544	0,7639	0,8584	0,8628	0,7207	0,724
Q3	0,9233	0,9248	0,9581	0,9535	0,8912	0,8954	0,9846	0,9851	0,9418	0,9425
Max	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DIQ	0,3757	0,3682	0,293	0,3255	0,2919	0,2806	0,2653	0,2571	0,364	0,3597

TABELA 11 – Posição angular do joelho na fase ascendente para os voluntários do sexo feminino.

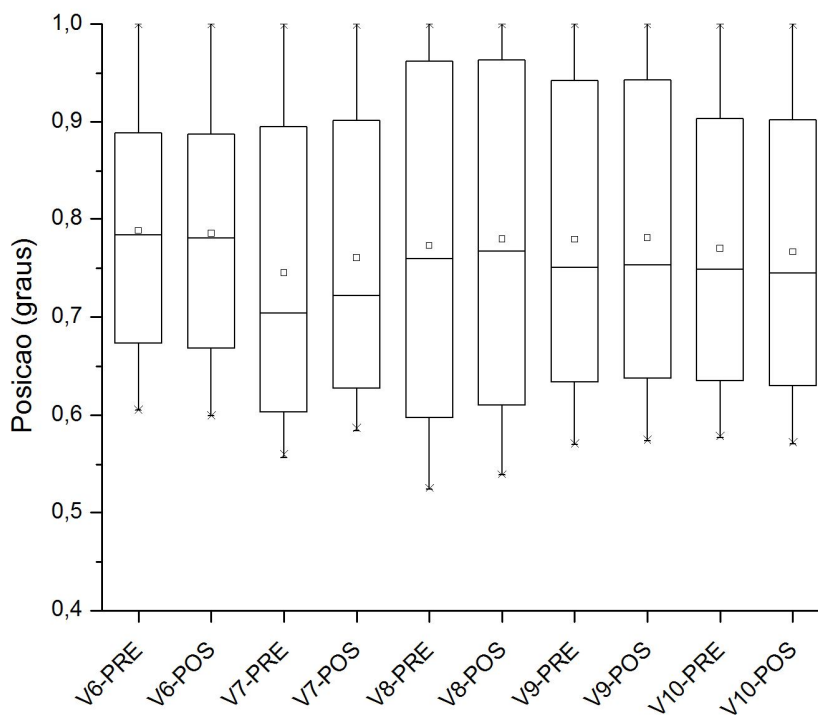


GRÁFICO 12 – Posição angular do joelho na fase ascendente para os voluntários do sexo masculino.

	V6		V7		V8		V9		V10	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Min	0,6051	0,5993	0,5571	0,584	0,5238	0,5381	0,5703	0,5741	0,5769	0,5705
Q1	0,6744	0,6696	0,6036	0,6277	0,5979	0,61	0,6341	0,6374	0,6354	0,6298
Med	0,7860	0,7829	0,7037	0,7217	0,7642	0,7713	0,7508	0,753	0,7512	0,7474
Q3	0,8904	0,8888	0,8952	0,9016	0,9622	0,9633	0,9423	0,9428	0,9036	0,9021
Max	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DIQ	0,2160	0,2192	0,2916	0,2739	0,3642	0,3532	0,3081	0,3054	0,2682	0,2723

TABELA 12 – Posição angular do joelho na fase ascendente para os voluntários do sexo masculino.

Na fase ascendente, foram encontradas correlações positivas significativas ($p < 0,01$) entre posição e velocidade em 30% dos voluntários, e negativas em 20%. Esse resultado pode ter sido influenciado pelos fatores citados anteriormente, que

são o fato de o movimento ter sido realizado contra a gravidade e contra o atrito com a superfície, além das diferentes estratégias de movimento adotadas pelos sujeitos. Para todos os voluntários foram encontradas correlações negativas significativas ($p < 0,01$) entre posição e o módulo da aceleração demonstrando que ocorreram maiores variações da velocidade nas maiores angulações do movimento. Nesta fase, ocorreu menor variação da aceleração nos graus inferiores devido ao fato de não haver necessidade de controlar a posição do joelho.

A velocidade de execução do exercício também variou entre os testes na fase descendente, de acordo com os gráficos e tabelas 13 e 14.

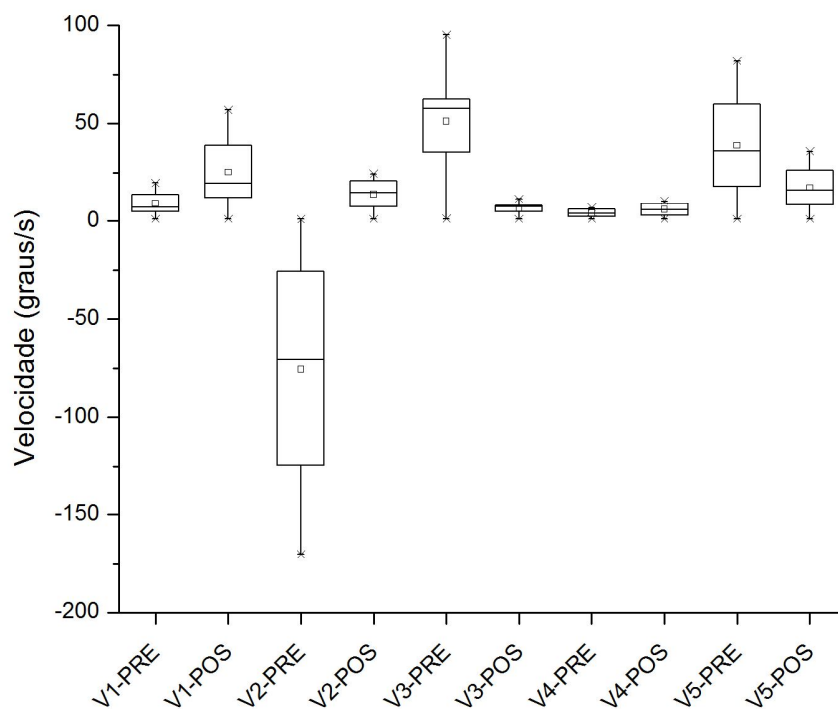


GRÁFICO 13 – Velocidade angular do joelho na fase descendente para os voluntários do sexo feminino.

	V1		V2		V3		V4		V5	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Min	1	1	-170,4	1	1	1	1	1	1	1
Q1	4,8	12,343	-124,4	7,288	35,4	4,878	2,245	2,95	18,027	8,341
Med	7,333	19,904	-70,52	14,657	57,793	7,403	4,091	5,841	36,152	16,156
Q3	13,887	39,467	-25,73	20,778	62,588	7,944	6,213	9,163	59,859	26,378
Max	19,78	57,058	1	24,432	95,29	11,631	6,989	10,379	82,025	35,935
DIQ	9,086	27,123	98,70	13,489	27,188	3,065	3,967	6,212	41,831	18,036

TABELA 13 - Velocidade angular do joelho na fase descendente para os voluntários do sexo feminino.

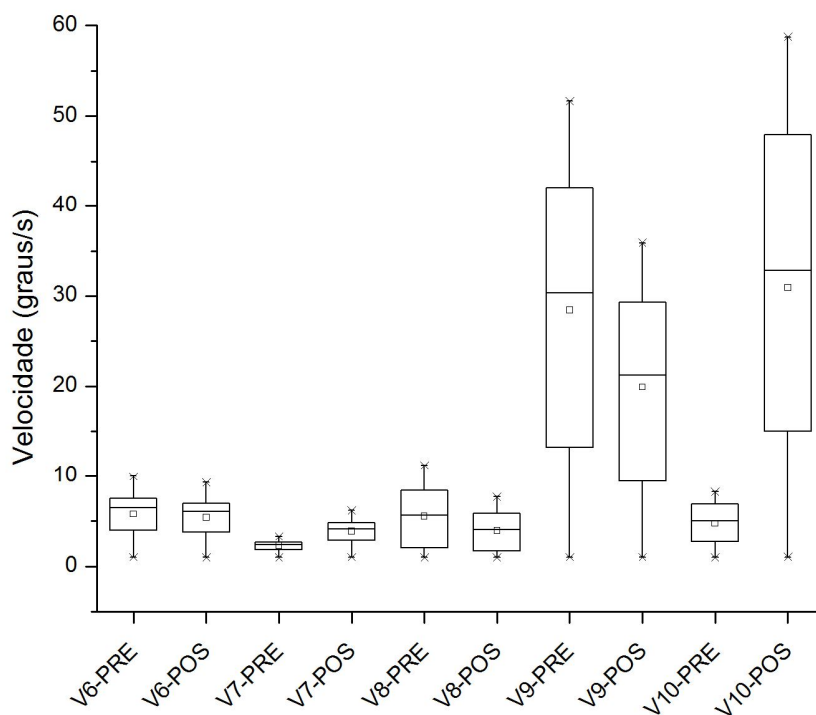


GRÁFICO 14 – Velocidade angular do joelho na fase descendente para os voluntários do sexo masculino.

	V6		V7		V8		V9		V10	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Min	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q1	3,9956	3,7684	1,8365	2,8759	2,1127	1,7272	13,3401	9,5003	2,7606	15,0309
Med	6,4846	6,0686	2,3925	4,1228	5,6647	4,0485	30,6429	21,4191	4,9923	32,8151
Q3	7,4819	6,9902	2,7308	4,8816	8,4393	5,8617	42,5235	29,603	6,8961	47,9869
Max	9,9623	9,2826	3,2978	6,1530	11,2274	7,6839	51,6683	35,9022	8,2450	58,7366
DIQ	3,4862	3,2218	0,8943	2,0056	6,3265	4,1345	29,1834	20,1026	4,1354	32,956

TABELA 14 - Velocidade angular do joelho na fase descendente para os voluntários do sexo masculino.

Para o voluntário 2, no teste pré acupuntura, parece ter ocorrido um viés nos dados que não pôde ser corrigido, e influenciou na representação gráfica da velocidade. Em 60% dos voluntários, os valores medianos diminuíram após a aplicação da acupuntura e, nestes casos, a distância interquartil diminuiu, demonstrando que o movimento foi executado de maneira mais homogênea e, portanto, com menores picos aceleração.

Nos gráficos e tabelas 15 e 16 pode ser observado que a mediana dos valores de velocidade na fase ascendente diminuiu em 70% dos casos após a aplicação da acupuntura.

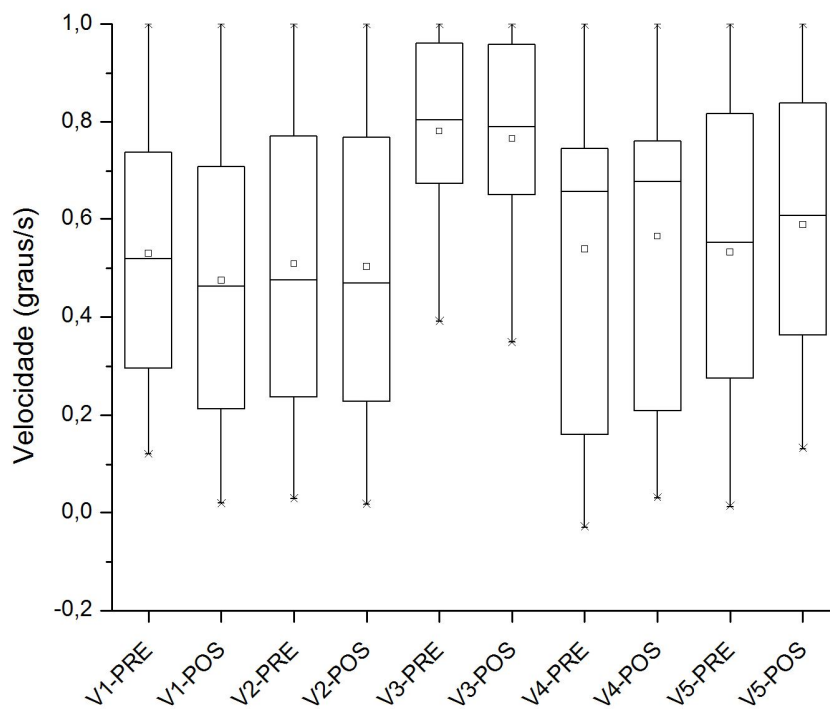


GRÁFICO 15 – Velocidade angular do joelho na fase ascendente para os voluntários do sexo feminino.

	V1		V2		V3		V4		V5	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Min	0,1210	0,0187	0,0283	0,0171	0,3919	0,3492	-0,03	0,0290	0,0118	0,1314
Q1	0,2953	0,2133	0,2375	0,2288	0,6737	0,6507	0,1614	0,2096	0,2754	0,3631
Med	0,5196	0,4637	0,4756	0,4696	0,8042	0,7904	0,658	0,6777	0,5522	0,6064
Q3	0,7386	0,7081	0,7711	0,7684	0,9612	0,9584	0,7458	0,7604	0,8167	0,8389
Max	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DIQ	0,4432	0,494	0,5335	0,5396	0,2875	0,3077	0,5844	0,5508	0,5413	0,4757

TABELA 15 - Velocidade angular do joelho na fase ascendente para os voluntários do sexo feminino.

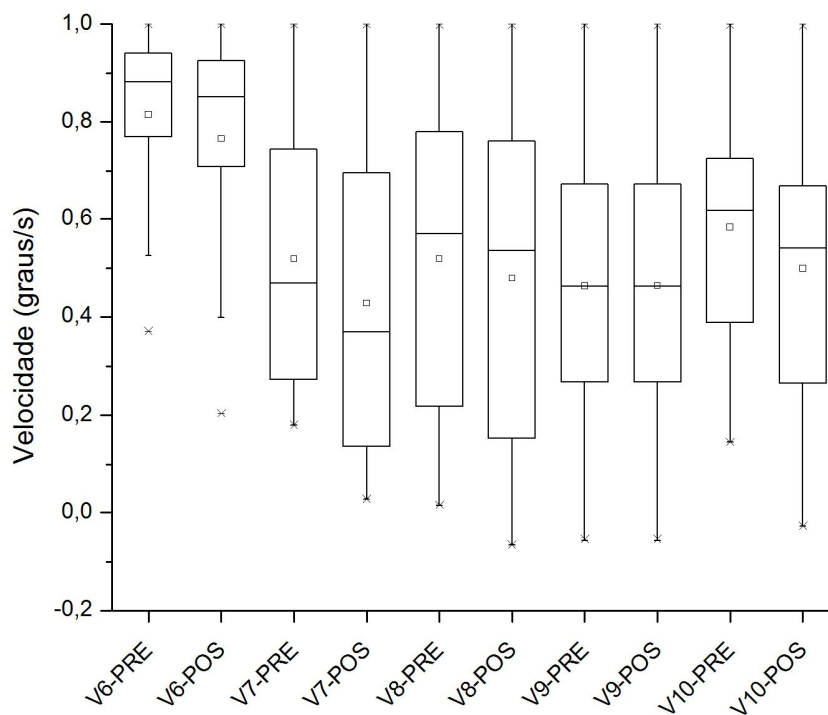


GRÁFICO 16 - Velocidade angular do joelho na fase ascendente para os voluntários do sexo masculino.

	V6		V7		V8		V9		V10	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Min	0,3715	0,204	0,1802	0,0267	0,0142	-0,066	-0,057	-0,056	0,1451	-0,027
Q1	0,7790	0,7201	0,2728	0,1366	0,2176	0,1534	0,2681	0,2684	0,3883	0,2647
Med	0,8832	0,8521	0,4688	0,3694	0,5723	0,5372	0,4631	0,4633	0,6227	0,5465
Q3	0,9423	0,9269	0,7443	0,6964	0,7797	0,7616	0,6728	0,6729	0,7252	0,6697
Max	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DIQ	0,1632	0,2068	0,4715	0,5598	0,562	0,6081	0,4046	0,4045	0,3368	0,4049

TABELA 16 - Velocidade angular do joelho na fase ascendente para os voluntários do sexo masculino.

Nos casos em que a mediana diminuiu, a variância do conjunto de dados aumentou, ao contrário da fase descendente, sugerindo maiores picos de aceleração.

Na fase descendente, houve também variação da aceleração entre os testes. Conforme os gráficos e tabelas 17 e 18, a mediana aumentou em 70% dos voluntários no teste pós acupuntura e, para estes a distância interquartil diminuiu, demonstrando que houve menos variação na aceleração para estes voluntários, portanto, menores picos de atividade muscular sugerindo uma modulação da contração em toda a cadeia cinética.

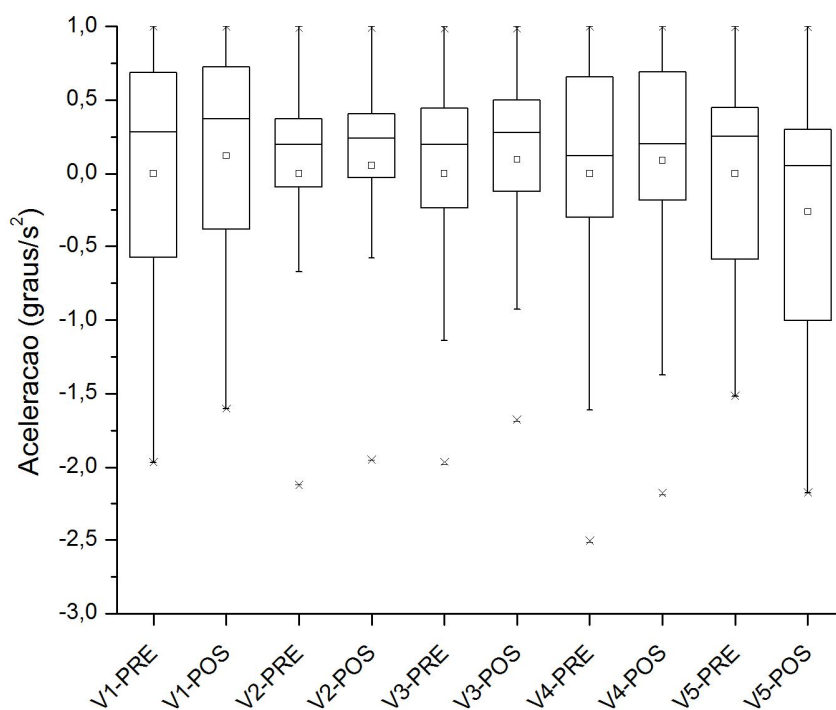


GRÁFICO 17 - Aceleração angular do joelho na fase descendente para os voluntários do sexo feminino.

	V1		V2		V3		V4		V5	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Min	-1,965	-1,602	-2,126	-1,949	-1,978	-1,688	-2,515	-2,192	-1,517	-2,18
Q1	-0,563	-0,371	-0,088	-0,027	-0,238	-0,117	-0,291	-0,172	-0,585	-1,003
Med	0,291	0,378	0,198	0,243	0,206	0,284	0,133	0,213	0,254	0,058
Q3	0,697	0,734	0,372	0,408	0,444	0,498	0,672	0,702	0,448	0,303
Max	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DIQ	1,260	1,106	0,461	0,435	0,682	0,616	0,963	0,875	1,034	1,306

TABELA 17 - Aceleração angular do joelho na fase descendente para os voluntários do sexo feminino.

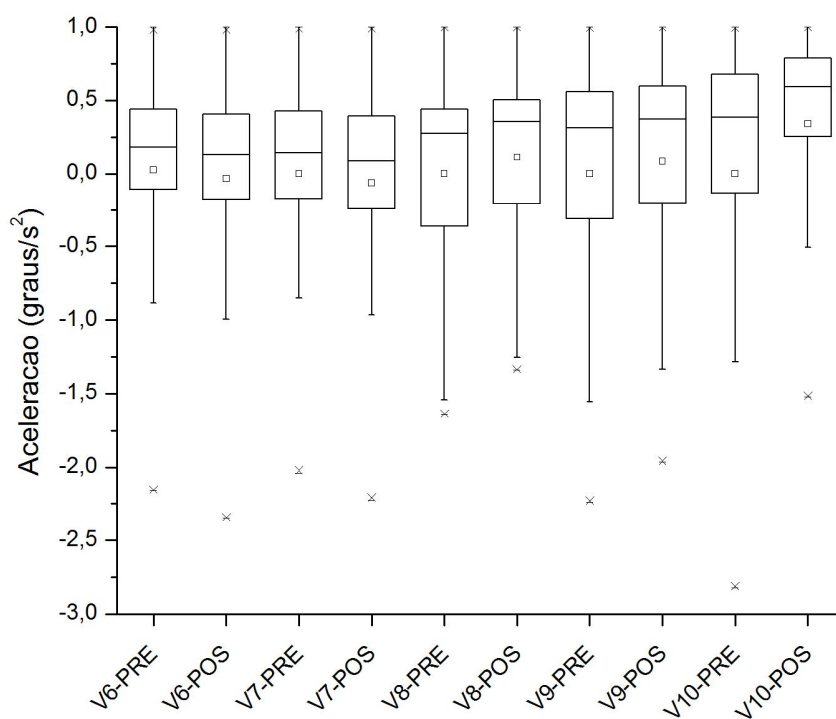


GRÁFICO 18 - Aceleração angular do joelho na fase descendente para os voluntários do sexo masculino.

	V6		V7		V8		V9		V10	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Min	-2,164	-2,351	-2,037	-2,228	-1,64	-1,338	-2,24	-1,962	-2,819	-1,52
Q1	-0,107	-0,172	-0,166	-0,24	-0,327	-0,175	-0,295	-0,184	-0,133	0,252
Med	0,181	0,133	0,143	0,089	0,275	0,358	0,315	0,374	0,407	0,609
Q3	0,44	0,407	0,431	0,395	0,443	0,507	0,559	0,597	0,679	0,788
Max	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DIQ	0,547	0,579	0,598	0,635	0,771	0,682	0,855	0,781	0,813	0,536

TABELA 18 - Aceleração angular do joelho na fase descendente para os voluntários do sexo masculino.

Este dado está de acordo com os valores de velocidade, apesar da diferença de 10%, que pode ser justificada pela presença do viés no voluntário 2.

A mediana dos dados referentes à aceleração na fase ascendente aumentou em 60% dos indivíduos, como pode ser visto nos gráficos e tabelas 19 e 20. Em todos estes, a distância interquartil diminuiu, com exceção do voluntário 6 onde aumentaram tanto a mediana quanto a distância interquartil.

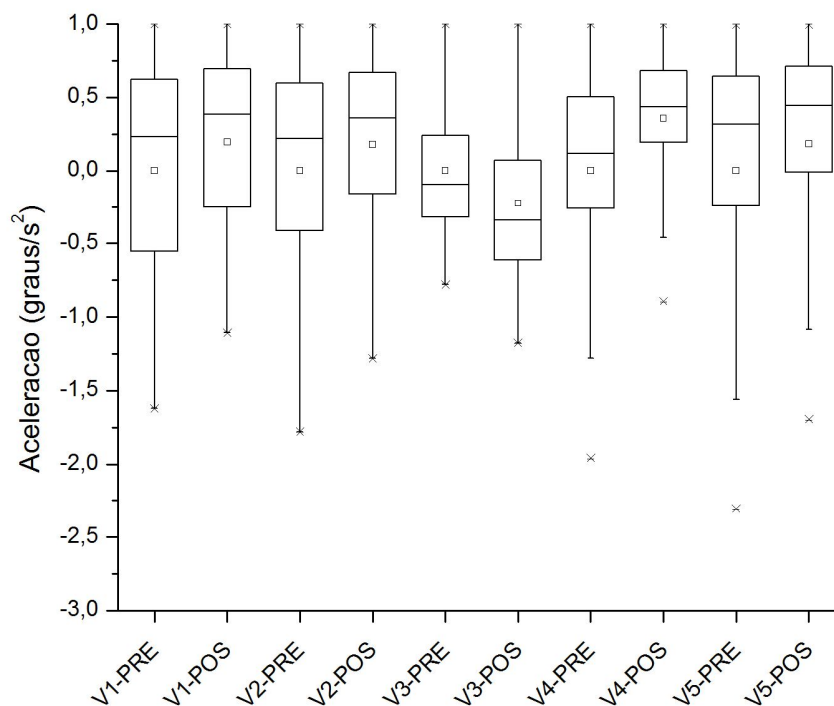


GRÁFICO 19 - Aceleração angular do joelho na fase ascendente para os voluntários do sexo feminino.

	V1		V2		V3		V4		V5	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Min	-1,621	-1,106	-1,778	-1,281	-0,778	-1,176	-1,961	-0,896	-2,313	-1,698
Q1	-0,554	-0,249	-0,412	-0,159	-0,318	-0,613	-0,26	0,1932	-0,241	-0,011
Med	0,2399	0,3891	0,2195	0,3592	-0,096	-0,3410	0,117	0,4345	0,3179	0,4444
Q3	0,6222	0,6963	0,5993	0,6710	0,2406	0,0707	0,5055	0,6833	0,6466	0,7121
Max	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DIQ	1,1764	0,9455	1,0118	0,8307	0,5585	0,6834	0,7653	0,4901	0,8881	0,7234

TABELA 19 - Aceleração angular do joelho na fase ascendente para os voluntários do sexo feminino.

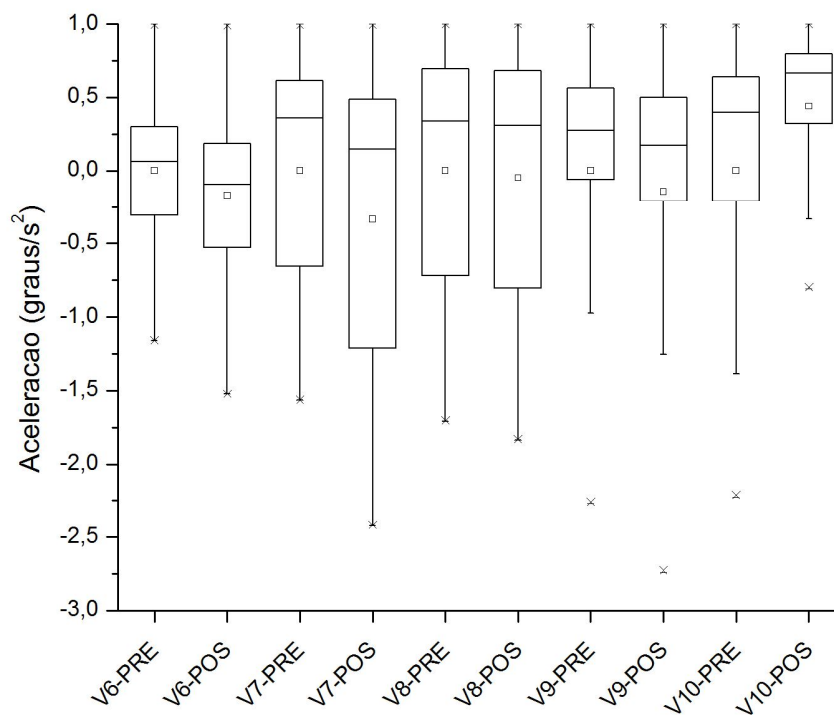


GRÁFICO 20 - Aceleração angular do joelho na fase ascendente para os voluntários do sexo masculino.

	V6		V7		V8		V9		V10	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Min	-1,158	-1,521	-1,564	-2,42	-1,706	-1,836	-2,274	-2,740	-2,228	-0,805
Q1	-0,298	-0,516	-0,656	-1,209	-0,718	-0,801	-0,058	-0,209	-0,209	0,323
Med	0,064	-0,093	0,36	0,146	0,345	0,313	0,275	0,172	0,408	0,6691
Q3	0,3063	0,1897	0,6168	0,4888	0,6965	0,6819	0,5633	0,5012	0,6409	0,7991
Max	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DIQ	0,6047	0,7064	1,2733	1,6986	1,4154	1,4833	0,622	0,7105	0,8504	0,4756

TABELA 20 - Aceleração angular do joelho na fase ascendente para os voluntários do sexo masculino.

Como nesta fase o movimento foi realizado contra a ação da gravidade, e o atrito imposto pela superfície, pode-se sugerir que diferentes estratégias de

movimento foram adotadas nos dois testes, o que poderia ser a causa destas variações na aceleração.

Foram encontradas correlações nulas entre velocidade e aceleração em ambas as fases do movimento, para todos os voluntários. Este fato indica total independência entre as duas variáveis.

Comparando as três fases do exercício, na fase isométrica, pôde ser verificado um aumento da amplitude dos sinal eletromiográfico em 50% dos voluntários e maior homogeneidade nos valores em 70% deles, demonstrando uma possível modulação da contração e maior coordenação dos disparos. Em contrapartida, na fase descendente, aumentou para 80% dos voluntários, e na fase ascendente, para todos os voluntários. Esse dado demonstra diferentes estratégias de movimento adotadas pelos voluntários em cada fase do teste.

5 - DISCUSSÃO

Na fase isométrica, foram encontradas alterações em todos os parâmetros avaliados após a aplicação da acupuntura. As variações encontradas para cada sujeito nesta fase demonstram diferentes estratégias adotadas para realizar o movimento, ou seja, como a atividade do reto femoral variou, conforme o quadro 1, variou também a atividade dos outros músculos que fazem parte da cadeia cinética.

No agachamento, de acordo com Escamilla *et al.* (2009b), Sousa *et al.* (2007), Bevilaqua-Grossi *et al.* (2005) e Fisk (2004), vários músculos podem ser solicitados, dentre eles o reto femoral que tem uma ação direta na extensão do joelho juntamente com os vastos e isquiotibiais, onde estes últimos agem promovendo uma tração posterior da tibia sinergicamente com o sóleo e gastrocnêmio, ao passo que o

glúteo máximo, que realiza extensão do quadril, e o sóleo, que realiza flexão plantar no tornozelo, age indiretamente no joelho em cadeia fechada. Não foi possível comparar os voluntários devido às características individuais. Entretanto, a acupuntura parece ter agido na modulação da ativação de cada um destes músculos durante o movimento, o que significa que, como a técnica teve ação sobre a atividade do reto femoral, a contribuição de cada músculo da cadeia cinética foi alterada durante o movimento.

Quando comparados os voluntários que realizaram isometria em menor angulação (n=5) com os que realizaram em maior angulação (n=5) no teste pré e pós acupuntura, para o primeiro grupo, os valores de potencial aumentaram para três indivíduos após a acupuntura, e os valores de amplitude aumentaram para quatro indivíduos. No grupo de maior angulação, os valores de potencial aumentaram para todos os indivíduos após a acupuntura, e os valores de amplitude diminuíram para quatro indivíduos. Apesar disto, não foram verificadas diferenças significativas quando comparadas as médias dos valores de cada parâmetro entre os dois grupos, o que reforça o fato de diferentes estratégias de movimento serem adotadas pelos indivíduos. Também não foram observadas diferenças significativas entre as médias de potencial elétrico e amplitude quando comparados homens e mulheres, provavelmente devido às variações na angulação do joelho.

Os achados de Costa e Araújo (2008) corroboram, em parte, os resultados referentes à amplitude. Os autores avaliaram a atividade elétrica (RMS) do músculo tibial anterior antes e após a aplicação de acupuntura em dois grupos, estimulando um ponto local e um adjacente e observaram uma diminuição dos valores RMS para o músculo em isometria em ambos os grupos. Segundo os autores, a atividade elétrica foi reduzida para permitir relaxamento. Rancan et. al.(2009) encontraram

diminuição da atividade elétrica e aumento da força em um músculo no trajeto dos meridianos estudados. Entretanto, o aumento nos valores aqui encontrados não concorda com os achados dos autores acima. Possivelmente, o fato de os valores de amplitude do sinal eletromiográfico terem aumentado para alguns voluntários após a aplicação da acupuntura, se deve ao fato de que a estratégia de movimento alterou.

Ângulo de fase se refere ao tempo entre duas séries de sinal e pode ser utilizado para mensurar a coerência entre elas (SAFRI; MURAYAMA, 2007). Os valores de ângulo de fase, gerados a partir do cálculo de RMS da transformada rápida de Fourier (FFT), não foram conclusivos neste estudo, isto é, não foram verificadas relações entre variável e nenhum outro parâmetro pesquisado. Entretanto, não está descartada a possibilidade ser um processo estocástico.

Os resultados das fases descendente e ascendente, onde ocorreram contrações excêntricas e concêntricas, respectivamente, também demonstram que os testes pré e pós acupuntura foram diferentes em todos os parâmetros avaliados.

Nas variações encontradas na amplitude do sinal eletromiográfico do reto femoral na fase descendente pode ser verificado que o músculo foi mais recrutado no teste pós acupuntura na maioria dos voluntários. Na fase ascendente, um recrutamento maior do músculo foi observado para todos os indivíduos, fato que indica modulação da contração do reto femoral, maior número de unidades motoras ativas (KLEISSEN *et al.*, 1998) e, portanto um aumento da sua contribuição para o movimento, em relação aos outros músculos que compõem a cadeia cinética.

O fenômeno conhecido como *needle grasp*, ou seja, o enrolamento do tecido conjuntivo na ponta da agulha (LANGEVIN *et al.*, 2001; LANGEVIN *et al.*, 2002; LANGEVIN; YANDOW, 2002) poderia ter influência sobre os mecanorreceptores do

reto femoral, através do meridiano, que segue os planos de clivagem da fáscia, tendo efeito sobre a intensidade de ativação do músculo. Outra hipótese seria que a corrente elétrica gerada entre a agulha e o tecido, poderia transmitir sinais através desta mesma via, o que alteraria o potencial de repouso do músculo tornando-o mais susceptível à contração (LEE; LaRICCIA; NEWBERG, 2004; LEE *et al.*, 2005a; LEE, *et al.* 2005b). Esse efeito poderia ser o mesmo em todas as fases do movimento.

A diminuição da variabilidade dos dados após a acupuntura sugere maior coordenação no disparo das unidades motoras no músculo e, portanto maior eficiência do movimento. Os fenômenos conhecidos como somação temporal (maior frequência de disparo na mesma unidade motora) e espacial (ativação de um número maior de unidades motoras por intervalo de tempo) são responsáveis por sustentar a contração muscular e sua capacidade de gerar tensão (DeLUCA, 1997; DeLUCA; 2006). Como a amplitude do sinal eletromiográfico é a soma matemática de todos os potenciais gerados no músculo em um dado instante, quanto menor a variância dos dados, maior deve ser a sincronia entre os disparos na unidade motora.

As correlações negativas verificadas entre amplitude do sinal eletromiográfico do reto femoral e posição nas fases descendente e ascendente são justificadas pelo fato de que quanto menor a posição angular do joelho, maior é o momento flexor externo, determinado não só pela massa do segmento, mas também do indivíduo, que deve ser contrabalançado pela atividade muscular (COOK; KIESEL, 2006). Este fato indica que, apesar da sinergia entre os músculos da cadeia, o reto femoral é diretamente envolvido na execução do movimento.

As diferenças encontradas no comportamento da amplitude nas fases estática e dinâmica podem refletir, novamente, diferentes estratégias de recrutamento muscular nas duas etapas do movimento. Entretanto, a acupuntura parece ter agido na modulação da contração muscular do reto femoral e, conseqüentemente, em toda a cadeia.

Contradizendo Richardson e Bullock (1986), Hagood *et al.* (1990) e Ribeiro *et al.* (2005), a velocidade angular do joelho diminuiu para 60% dos voluntários na fase descendente, e para todos na fase ascendente apesar do aumento na atividade eletromiográfica do reto femoral verificado em 80% dos sujeitos na fase descendente e todos eles na fase ascendente, e o aumento na aceleração angular. Portanto, os valores de velocidade parecem não ter relação direta com a aceleração angular na articulação.

Não foi possível estabelecer relação entre a aplicação da acupuntura com a posição e velocidade de execução do exercício, pois estas variáveis não foram controladas. Através dos gráficos de posição da fase descendente, pode-se verificar maior variação nas angulações superiores do movimento, indicando maior velocidade angular no início desta fase, diminuindo conforme o joelho se aproxima do menor ângulo de flexão, fato este verificado tanto no teste pré quanto no pós acupuntura. De acordo com Okasaki (2009) a velocidade tem uma relação inversa com a precisão do movimento e, sendo que os voluntários foram instruídos a parar quando “a coxa estivesse paralela ao solo”, seria esperado que fossem feitos “ajustes” quando o movimento se aproximasse desta posição. Na fase ascendente, entretanto, não foi observado um comportamento homogêneo dos dados referentes à posição, o que poderia ser explicado pelo fato de que não há a necessidade de ter

um controle preciso sobre a angulação do joelho, que aumentará até a total extensão.

A velocidade na fase descendente apresentou redução dos valores e na distância interquartil para pouco mais da metade dos voluntários no teste pós acupuntura em relação ao teste pré, o que significa menores picos de aceleração possivelmente provocados por outros músculos que compõem a cadeia cinética uma vez que a amplitude do reto femoral aumentou após a técnica. Na fase ascendente, os valores de velocidade diminuíram em 70% dos voluntários após a acupuntura, porém acompanhados do aumento da variância, o que possivelmente pode ter ocorrido sugerindo maiores picos de aceleração durante o movimento.

Novamente contradizendo Ribeiro et. al. (2005), pôde-se observar uma relação inversa quase perfeita entre velocidade e aceleração, demonstrando que os picos de velocidade, são os períodos de menores acelerações, e vice versa. Após acelerado pela contração muscular, o segmento adquire velocidade, mantida pela inércia e, desta forma, não é necessário aceleração e, portanto, contração muscular para manter o movimento.

Na fase descendente, o aumento da aceleração pode ser relacionado com o aumento da atividade muscular em toda a cadeia cinética, concordando com os dados da amplitude do reto femoral e com a correlação significativa apresentada em 90% dos indivíduos entre estas duas variáveis, não excluindo a atividade dos outros músculos que agem sinergicamente entre si durante o agachamento. Contudo, apesar da sinergia entre os extensores do quadril, flexores do joelho e flexores plantares, parece ter ocorrido uma modulação da contração destes músculos após a aplicação da acupuntura que acentuou a atividade do reto femoral. Na fase ascendente, apesar da correlação em 90% dos voluntários entre aceleração e

amplitude do sinal eletromiográfico do reto femoral, foi encontrada uma diferença entre a porcentagem de voluntários que apresentaram aumento na aceleração e aumento na atividade do reto femoral. Este fato demonstra que outros músculos que não foram avaliados podem ser os responsáveis pelo aumento da aceleração do movimento em apenas 60% dos indivíduos.

6 - CONCLUSÃO

A aplicação da acupuntura no ponto ST45, situado no segundo dedo do pé pode ser responsável pelas alterações na ativação do músculo reto femoral durante o agachamento *wall slide* em todas as fases do movimento e, possivelmente, na atividade dos outros músculos da cadeia.

Na fase isométrica, foram encontradas alterações na atividade elétrica do músculo reto femoral para todos os indivíduos individualmente, indicando diferentes estratégias de movimento antes e após a acupuntura. Isso demonstra que a técnica pode ter atuado no sinergismo muscular durante o movimento. No entanto, nesta fase, pôde ser verificada maior coordenação nos disparos para alguns indivíduos e para outros não, o que novamente remete à idéia de modulação da atividade muscular.

No presente estudo, o ângulo de fase não apresentou nenhum padrão, apontando um comportamento estocástico.

Para a maioria dos voluntários na fase descendente, a ativação do reto femoral no exercício aumentou, e para todos eles na fase ascendente. Além disso, houve modulação da contração deste músculo durante o movimento, sugerindo maior coordenação no disparo de unidades motoras deste músculo. Pode-se sugerir

também uma modulação da contração dos sinergistas, que não foram avaliados. Através dos outros parâmetros cinemáticos pôde-se notar que apesar dos vários músculos que compõe a cadeia, o reto femoral é diretamente relacionado com a aceleração angular do joelho neste movimento, mas a atuação de cada músculo da cadeia depende de fatores individuais.

Estes achados podem indicar que estímulos gerados pela aplicação da agulha de acupuntura podem influenciar músculos distantes do local de aplicação, no trajeto do meridiano além de contribuir para melhorar a coordenação no movimento. Uma limitação deste estudo foi determinar se a ação da acupuntura se deu através do meridiano ou não, e a ausência de um grupo controle.

Assim sendo, a acupuntura demonstra ser útil na melhora do recrutamento muscular e na coordenação de disparos de unidades motoras, contribuindo assim para maior rendimento de muscular em atletas, no aumento da eficiência no treinamento de força, bem como para recuperação pós lesão.

Mais estudos são sugeridos neste sentido para corroborar se as alterações foram mesmo provocadas pela acupuntura e se outros músculos e outros meridianos apresentam resultados semelhantes.

REFERÊNCIAS

ALVES, P. H. M. *et al.* Lesão do ligamento cruzado anterior e atrofia do músculo quadríceps femoral. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 25, n. 1, pp. 146-156, 2009. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6789/4483> >

ANDERSON S. A. *et al.* Electroacupuncture: effect on pain threshold measured with electrical stimulation of teeth. *Brain*, v. 63, pp. 393-396, 1973. *apud* LIN, J. G.; CHEN, W. L. Review: Acupuncture Analgesia in Clinical Trials. *Am J Chinese Med*, v. 37, n. 1, pp. 1-18, 2009. Disponível em: <<http://www.worldscinet.com/ajcm/37/3701/S0192415X09006679.html>>

AHN, A. C. *et al.* Electrical impedance along connective tissue planes associated with acupuncture meridians. *BMC Complem Altern M*, Boston, v. 5, n. 10, pp. 2005. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/1472-6882/5/10>>

AHN, A. C. *et al.* Electrical properties of acupuncture points and meridians: A systematic review. *Bioelectromagnetics*, v. 29, n. 4, pp. 245-256, 2008. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bem.20403/abstract>>

AHN, A. C. *et al.* Electrical impedance of acupuncture meridians: the relevance of subcutaneous collagenous bands. *PLoS ONE*, v. 5, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0011907>>

AMADIO, A. C. *et al.* Introdução à biomecânica para análise do movimento humano: descrição e aplicação dos métodos de medição. *Rev Bras Fisioter*, São Carlos, v. 3, n. 2, pp. 41-54, 1999. Disponível em: <<http://www4.fct.unesp.br/docentes/fisio/augusto/artigos%20cient%EDficos/Introdu%20E7%E3o%20E0%20Biomec%E2nica%20para%20An%E1lise%20do%20Movimento.pdf>>

AN, K. N.; CHAO, E. Y. Kinematic analysis of human movement. *Ann Biomed Eng*, v. 12, pp. 585-597, 1984. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/qm162jghk5024452/>>

BABAULT, N. *et al.* Effect of quadriceps femoris muscle length on neural activation during isometric and concentric contractions. *J Appl Physiol*, v. 94, pp. 983-990, 2003. Disponível em: <<http://jap.physiology.org/content/94/3/983.full>>

BARR, K. M.; MILLER, A. L.; CHAPIN, K. B. Surface electromyography does not accurately reflect rectus femoris activity during gait: Impact of speed and crouch on vasti-to-rectus crosstalk. *Gait Posture*, v. 32, n. 3, pp. 363-368, 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966636210001682>>

BARROS, T. E. P. Estudo eletromiográfico do músculo masseter em indivíduos submetidos à cirurgia de terceiros molares inferiores. 2007. 117 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

BENJAMIN, Mike. The fascia of the limbs and back – a review. *J Anat*, v. 214, n. 1, pp. 1-18, 2009. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-7580.2008.01011.x/full>>

BEVILAQUA-GROSSI, D. *et al.* Avaliação eletromiográfica dos músculos estabilizadores da patela durante exercício isométrico de agachamento em indivíduos com síndrome da dor femoropatelar. *Rev Bras Med Esporte*, v. 11, n 3, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-86922005000300001&script=sci_arttext&tlng=pt>

BOLING, M. *et al.* Hip adduction does not affect VMO emg amplitude or VMO:VL ratios during a dynamic squat exercise. *J Sport Rehabil*, v. 15, pp.195-205, 2006. Disponível em: <<http://www.ftsport.com.br/wp-content/uploads/2011/01/Hip-Adduction-Does-not-Affect-VMO-EMG.pdf>>

BOUJILIAD, K.; GUÉVEL, A.; HUG, F. The electromyographic fatigue threshold is not a valid tool to assess muscle function. *J Electromyogr Kines*, v. 21, pp 229-235, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1050641110001719>>

BRAIDOT, A. A. *et al.* Biomechanics of front and back squat exercises. *J. Phys.: Conf. Ser.* v. 90, 2007. Disponível em: <http://iopscience.iop.org/1742-6596/90/1/012009/pdf/1742-6596_90_1_012009.pdf>

BRASIL, Portaria N°971 de 3 de Maio de 2006, 9 p. Disponível em: <<http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/PNPIC.pdf>>

BURDEN, A. How should we normalize electromyograms obtained from healthy participants? What we have learned from over 25 years of research. *J Electromyogr Kines*, v. 20, pp. 1023-1035, 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1050641110001008>>

CHANDLER, T.J.; WILSON, G.D.; STONE, M.H. The effect of the squat exercise on knee stability. *Med Sci Sports Exerc.* v. 21, n. 3, pp. 299-303, 1989. Disponível em: <http://journals.lww.com/acsm-msse/abstract/1989/06000/the_effect_of_the_squat_exercise_on_knee_stability.12.aspx>

CHIMERA, N. J. *et al.* Effects of Plyometric Training on Muscle-Activation Strategies and Performance in Female Athletes. *J Athl Train*, v. 39, n. 1, pp. 24-31, 2004. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC385258/>>

CLEMENT-JONES, V. *et al.* Increased β -endophin but not met-enkephalin level in human cerebrospinal fluid after acupuncture for recurrent pain. *The Lancet*, v. 316, n. 8201, pp. 946–949, 1980, *apud* LIN, J. G.; CHEN, W. L. Review: Acupuncture Analgesia in Clinical Trials. *Am J Chin Med*, v. 37, n. 1, pp. 1-18, 2009a. Disponível em: <<http://www.worldscinet.com/ajcm/37/3701/S0192415X09006679.html>>

COOK, G.; KIESEL, K. Impaired Patterns of Posture and Function. In. VOIGHT, M.L., HOOGENBOOM, B.J., PRENTICE, W.E. *Musculoskeletal Interventions – Techniques for Therapeutic Exercise*. 2006 p. 114. ISBN: 0-07-145768-2. Disponível em : http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=lebegqbLVL4C&oi=fnd&pg=PT127&dq=%22wall+squat%22&ots=Y4FrCP-yRL&sig=Tqg69bQpdpofZTI_u--NiDlej1A#v=onepage&q=%22wall%20squat%22&f=false

COSTA, L. A.; ARAUJO, J. E. The immediate effects of local and adjacent acupuncture on the tibialis anterior muscle: a human study. *Chinese Medicine*, v. 3, n. 17, 2008. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/y280568x8huq42p2/>

CRUZ, C. P. T. Medidas e análise estatística em sinais bioelétricos sobre pontos de acupuntura. 2007. 165 f. Dissertação (Mestrado em Física), Departamento de Física Teórica e Experimental, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal 2007. Disponível em: <http://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/ClaudiaPTC.pdf>

DeLUCA, C. J. The use of surface electromyography in biomechanics. *J Appl Biomech*, v. 13, n.2, p. 135-163, 1997. Disponível em: <http://myweb.wvu.edu/~chalmers/biomechanics.pdf>

DeLUCA, C. J. Electromyography. *Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation*. (John G. Webster, Ed.) John Wiley Publisher, 98-109, 2006.

DORSHER, P. T.; FLECKENSTEIN J. Trigger points and classical acupuncture points – Part 1: Qualitative and quantitative anatomic correspondences. *German Journal of Acupuncture & Related Techniques*, v. 51, n. 3, pp. 15-24, 2008. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0415641208001239>

DORSHER, P.T.; FLECKENSTEIN J. Trigger points and classical acupuncture points - part 3: Relationships of myofascial referred pain patterns to acupuncture meridians. *German Journal of Acupuncture & Related Techniques*, v. 52, n. 1, pp. 9-14, 2009. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0415641209000022>

DUCHENE, J.; GOUBEL, F. Surface electromyogram during voluntary contraction: processing tools and relation to physiological events. *Crit Rev Biomed Eng*, v. 21, n. 4, 313-397, 1993. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8243094/>

EARL, J. E.; SCHMITZ, R. J.; ARNOLD, B. L. Activation of the VMO and VL during dynamic mini-squat exercises with and without isometric hip adduction. *J Electromyogr Kines*, v. 11, n. 6, pp. 381-386, 2001. Disponível em <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1050641101000244>

ERNST, E. Acupuncture – a critical analysis. *J Intern Med*, v. 259, n. 2, pp. 125–137, 2006. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2796.2005.01584.x/full>

ERTHAL, V. *et al.* Estudo experimental da ação antinociceptiva da acupuntura e da radiação laser no acuponto E36 (zusanli). In: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA, 2008. p. 209-212.

ESCAMILLA, R. F. *et al.* Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Med Sci Sport Exer*, v. 30, n. 4, 1998. Disponível em: <http://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/1998/04000/Biomechanics_of_the_knee_during_closed_kinetic.14.aspx>

ESCAMILLA, R. F. Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. *Med Sci Sports Exerc*, v. 33, n. 1, pp. 127-141, 2001a. Disponível em <http://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/2001/01000/Knee_biomechanics_of_the_dynamic_squat_exercise.20.aspx>

ESCAMILLA, R. F. Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. *Med Sci Sport Exer*, v. 33, n. 9, pp. 1552-1566, 2001b. Disponível em: <http://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/2001/09000/Effects_of_technique_variations_on_knee.20.aspx>

ESCAMILLA, R. F. *et al.* Patellofemoral joint force and stress during the one-leg squat and wall squat. *Med Sci Sport Exer*. v. 41, n. 4, pp. 879-888, 2009a. Disponível em: <http://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/2009/04000/Patellofemoral_Joint_Force_and_Stress_during_the.18.aspx>

ESCAMILLA, R. F. *et al.* Cruciate Ligament Force during the Wall Squat and the One-Leg Squat. *Med Sci Sport Exer*, v. 41, n. 2, pp. 408–417, 2009b. Disponível em <http://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/2009/02000/Cruciate_Ligament_Force_during_the_Wall_Squat_and.20.aspx>

FARINA, D. *et al.* Effect of Joint Angle on EMG Variables in Leg and Thigh Muscles. *Engineering in Medicine and Biology*, IEEE, v. 20, n. 6, pp. 62-71, 2001. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=982277>

FARINA, D.; MERLETTI, R.; ENOKA, R. M. The extraction of neural strategies from the surface EMG. *J Appl Physiol*, v. 96, pp. 1486-1495, 2004. Disponível em: <<http://jap.physiology.org/content/96/4/1486.full.pdf+html>>

FARINA, D. *et al.* Decoding the neural drive to muscles from the surface electromyogram. *Clin Neurophysiol*. v. 121, pp. 1616-1623, 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1388245710003457>>

FELICI, F. Neuromuscular responses to exercise investigated through surface EMG. *J Electromyogr Kines*, v. 16, pp 578-585. In: 2006 ISEK CONGRESS KEYNOTE LECTURE. 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1050641106001039>>

FINANDO, S.; FINANDO, D. Fascia and the mechanism of acupuncture. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*, v. 15, n. 2, pp. 168-176, 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1360859210000422>>

FISK, J. A. Evaluating the accuracy of knee kinematics measured in six degrees of freedom using surface markers. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia), Escola de Engenharia, University of Pittsburgh, 2004.

FLOWERS II, C. V. The relationship of acupuncture point manipulation and muscle strength changes. U.S.A. (s.l.), (s.n.), tese (Doutorado em Medicina Oriental), 34 p. Abril 1987. *apud* LUNA, M. P.; FERNANDES FILHO, J. Efeitos da acupuntura na performance de atletas velocistas de alto rendimento do Rio de Janeiro. *Fitness & Performance Journal*, vol 4, n 4, 199-214, 2005. Disponível em: <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2951851>>

GUPTA, A; SINGHAL, K.; CASEBOLT, J. B. Effects of bidirectional hip machine on gluteus maximus electromyography muscle activity. Texas Woman's University, Motion Analysis Laboratory, Denton, Texas. Agosto de 2009. Disponível em: <http://dynavecmed.com/Documents/Research_Executive_Summary.pdf>

HAGOOD, S. *et al.* The effect of joint velocity on the contribution of the antagonist musculature to knee stiffness and laxity. *Am J Sports Med.* n.18, n. 2, pp. 182-187, 1990. Disponível em: <<http://ajs.sagepub.com/content/18/2/182.short>>

HAN, Ji-Sheng. Acupuncture analgesia: Areas of consensus and controversy. *Pain*, v. 152, pp. 41-48, 2011. Disponível em: <<http://nri.bjmu.edu.cn/html/2011publish/1101.pdf>>

HATTIN, H. C.; PIERRYNOWSKI, M.R.; BALL, K.A. Effect of load, cadence, and fatigue on tibio-femoral joint force during a half squat. *Med Sci Sports Exerc*, v. 21, n. 5, pp. 613-618, 1989. Disponível em: <http://journals.lww.com/acsm-msse/abstract/1989/10000/effect_of_load,_cadence,_and_fatigue_on.19.aspx>

HU, Xiang-long. Research on Meridians in China. *J Acupunct Tuina Sci*, v. 6, n. 5, pp. 257-258, 2008. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/1pj514u3ww2731p8/>>

HUG, F. Can muscle coordination be precisely studied by surface electromyography? *J of Electromyogr and Kines*, v. 21, pp. 1-12, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1050641110001355>>

ISEAR, J. A. *et al.* EMG analysis of lower extremity muscle recruitment patterns during an unloaded squat. *Med Sci Sports Exerc*, v. 29, n. 4, pp. 532-539, 1997. Disponível em: <http://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/1997/04000/EMG_analysis_of_lower_extremity_muscle_recruitment.16.aspx>

JACQUES, L. M. *Categorias Epistemológicas e Bases Científicas da Medicina Tradicional Chinesa*. Dissertação (Mestrado em Ciências). 2003, 147 f. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em <<http://oscarhome.soc-sci.arizona.edu/ftp/TeseMestradoLilianJacques.pdf>>

KAPTCHUK, T. J. Acupuncture: theory, efficacy, and practice. *Ann Intern Med*, v. 136, n. 5, 374-383, 2002. Disponível em: <<http://www.annals.org/content/136/5/374.short>>

KAWAKITA, K. *et al.* How Do Acupuncture and Moxibustion Act? – Focusing on the Progress in Japanese Acupuncture Research. *J Pharmacol Sci*, v. 100, n. 5, pp.443-459. 2006. Disponível em: <http://www.jstage.jst.go.jp/article/jphs/100/5/443/_pdf>

KENDALL, F. P. *et al.* *Provas de Funções Musculares*. 4ª ed. Manole, São Paulo SP: 1995. 453 p.

KISER, R. S. *et al.* Acupuncture relief of chronic pain syndrome correlates with increased plasma met-enkephalin concentration. *The Lancet*, v. 322, n. 8364 1394–1396, 1983, *apud* LIN, J. G.; CHEN, W. L. Review: Acupuncture Analgesia in Clinical Trials. *Am J Chin Med*, v. 37, n. 1, pp. 1-18, 2009. Disponível em: <<http://www.worldscinet.com/ajcm/37/3701/S0192415X09006679.html>>

KLEISSEN, R. F. M. *et al.* Electromyography in the biomechanical analysis of human movement and its clinical application. *Gait Posture*, v. 8, n. 2, pp. 143-158, 1998. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966636298000253>>

KONRAD, P. *The ABC of EMG – A practical introduction to kinesiological electromyography*. Noraxon Inc. USA. 2005. 60 p.

KUIKEN, T. A.; LOWERY, M. M.; STOYKOV, N. S. The effect of subcutaneous fat on myoelectric signal amplitude and cross-talk. *Prosthet Orthot Int*, v. 27, n. 1, 48-54, 2003. Disponível em: <<http://poi.sagepub.com/content/27/1/48.short>>

LANGEVIN, H. M., *et al.* Biomechanical response to acupuncture needling in humans. *J Appl Physiol*, v. 91, n. 6, pp. 2471-2478, 2001. Disponível em: <<http://jap.physiology.org/content/91/6/2471.short>>

LANGEVIN, H. M.; CHURCHILL, D. L.; CIPOLA, M. J. Mechanical signaling through connective tissue: a mechanism for the therapeutic effect of acupuncture. *FASEB J*, v. 15, n. 12, 2001. Disponível em <<http://www.fasebj.org/content/15/12/2275.full.pdf+html>>

LANGEVIN, H. M.; YANDOW J. A. Relationship of acupuncture points and meridians to connective tissue planes. *Anat Record*, v. 269, n. 6, pp. 257-265, 2002. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ar.10185/full>>

LANGEVIN, H. M. *et al.* Evidence of connective tissue involvement in acupuncture. *FASEB J*, v. 16, n. 8, pp. 872-874, 2002. Disponível em: <<http://www.fasebj.org/content/16/8/872.full>>

LANGEVIN, H. M. *et al.* Yin Scores and Yang Scores: A new method for quantitative diagnostic evaluation in traditional chinese medicine research. *J Altern Complem Med*, v. 10, n. 2, pp. 389-395. 2004a. Disponível em: <<http://www.liebertonline.com/doi/abs/10.1089/107555304323062392>>

LANGEVIN, H. M. *et al.* Tissue displacements during cupuncture using ultrasound elastography techniques. *Ultrasound in Med. & Biol.*, v. 30, n. 9, pp. 1173–1183, 2004b. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301562904001784>>

LEE, B. Y.; LaRICCIA, P. J.; NEWBERG, A. B. Acupuncture in theory and practice – Part 1: Theoretical Basis and Physiologic effects. *Clinical Perspectives in Complementary & Alternative Medicine*, Series Editor, 2004. Disponível em: <<http://www.worldscinet.com/ajcm/33/3305/S0192415X05003405.html>>

LEE, M. S. *et al.* Differences in electrical conduction properties between meridians and non-meridians. *Am J Chinese Med*, v. 33, n. 5, 723–728, 2005a. Disponível em <<http://www.worldscinet.com/ajcm/33/3305/S0192415X05003405.html>>

LEE, Y., *et al.* Effects of acupuncture on potential along meridians of healthy subjects and patients with gastric disease. *Am J Chinese Med*, v. 33, n.6, pp. 879-885, 2005b. Disponível em: <<http://www.worldscinet.com/ajcm/33/3306/S0192415X05003478.html>>

LI, C. The knowledge and skill of mr. du shiaoshan's acupuncture manipulation. *J Chin Med*, n. 45, pp. 30-32, 1994. Disponível em: <<http://homepage.mac.com/sweiz/files/article/45-30.pdf>>

LIN, J. G.; CHEN, W. L. Review: Acupuncture Analgesia in Clinical Trials. *Am J Chin Med*, v. 37, n. 1, pp. 1-18, 2009. Disponível em: <<http://www.worldscinet.com/ajcm/37/3701/S0192415X09006679.html>>

LIN, Z. P. *et al.* Effects of acupuncture simulation on recovery ability of male elite basketball athletes. *Am J Chin Med*, v. 37, n. 3, pp. 471-481, 2009.

LIU, Sen-Yung *et al.* Acupuncture stimulation improves balance function in stroke patients: a single-blinded controlled, randomized study. *Am J Chin Med*, v. 37, n. 3, 483–494, 2009. Disponível em: <<http://www.worldscinet.com/ajcm/37/3703/S0192415X09006990.html>>

LOSSO, I. R. *et al.* Análise cinemática tridimensional da descarga manual de sacos de cimento. In: XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Porto Alegre, RS, Brasil, 29 out a 01 nov de 2005. Disponível em: <[http://www.guanis.org/biomecanica/analise%20cinematica %2004.pdf](http://www.guanis.org/biomecanica/analise%20cinematica%202004.pdf)>

LUNA, M. P.; FERNANDES FILHO, J. Efeitos da acupuntura na performance de atletas velocistas de alto rendimento do Rio de Janeiro. *Fitness & Performance Journal*, vol 4, n 4, 199-214, 2005. Disponível em: <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2951851>>

MARCHETTI, P. H. DUARTE, M. Instrumentação em Eletromiografia. Universidade de São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.fefiso.edu.br/grupoestudo/pdfs/06.pdf>>

MASSÓ, N. *et al.* Surface electromyography applications in the Sport. *Apunts Med Esport*, v. 45, n. 165, 121-130, 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1886658110000204>>

MEDEIROS, R.; SAAD, M. Acupuntura: efeitos fisiológicos além do efeito placebo. *O Mundo da Saúde*, v. 33, n. 1, pp. 69-72, 2009. Disponível em: <http://www.saocamilo-sp.br/pdf/mundo_saude/66/69a72.pdf>

MERLETTI, R.; FARINA, D. Surface EMG processing: Introduction to the special issue. Editorial. *Biomedl Signal Procesl*. v. 3, pp. 115-117, 2008.

MINNS, R.J.; OLIVER, R.J. A Digital Electrogoniometer for Clinal Use. *Clin Phys Physiol M*, v. 4, n. 1, pp. 89-90, 1983. Disponível em: <<http://iopscience.iop.org/0143-0815/4/1/009>>

NAPADOW, V. *et al.* The Status and Future of Acupuncture Mechanism Research. *J Altern Complem Med*, v. 14, n. 7, pp. 861-869, 2009. Disponível em: <<http://www.liebertonline.com/doi/abs/10.1089/acm.2008.SAR-3>>

NORKIN, C. C., WHITE, D.J. Measurement of Joint Motion: A Guide to Goniometry. 2 ed. Philadelphia: F.A. Davis Company, 1995. 241 p.

OKASAKI, V. H. A. Controle de movimentos rápidos e precisos direcionados a alvos espaciais. 2009. 204 f. Tese (Doutorado em Educação Física). Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em <http://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&q=okasaki+2007+cameras+alta+frequencia&btnG=Pesquisar&lr=&as_ylo=&as_vis=0>

PELHAM, T. W.; HOLT, L. E.; STALKER, R. Acupuncture in Human Performance. *J Strength Cond Res*, v. 15, n. 2, pp. 266-271, 2001. Disponível em: <http://www.lifewave-swiss.ch/pdf/lifewave_suisse_research_48_human_performance.pdf>

PIRIYAPRASARTH, P. *et al.* The reliability ff knee joint position testing using electrogoniometry. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 9, n.6, 2008. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1471-2474-9-6.pdf>>

PORTO, F. *et al.* Construção e calibração de um eletrogoniômetro de joelho de baixo custo com sistema de four-bar linkage. In: XXVIII SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DO ESPORTE – Atividade Física e Esporte no Ciclo da Vida; 2005; São Paulo, SP: Edição Especial da Revista Brasileira de Ciência e Movimento; 2005. p. 92. Disponível em: <http://www.pucrs.br/uni/poa/feng/microg/labs/nuba/producao/2005/trabalhos_artigos_2005_11_POSTER.pdf>

POTVIN, J. R.; BENT, L. R. A validation of techniques using surface emg signals from dynamic contractions to quantify muscle fatigue during repetitive tasks. *J Electromyogr Kines*, v. 7, n. 2, pp. 131-139, 1997. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1050641196000259>>

POVOLNY, B. Acupuncture and traditional Chinese medicine: an overview. *Techniques in Regional Anesthesia and Pain Management*, v. 12, n. 2, pp. 109-110, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1084208X08000037>>

RANCAN, S. V. *et al.* Acupuncture and temporomandibular disorders: a 3-month follow-up EMG study. *J Altern Complem Med*, v. 15, n. 12, 1307–1310, 2009. Disponível em: <<http://www.liebertonline.com/doi/abs/10.1089/acm.2009.0015>>

RIBEIRO, D. C. *et al.* Análise eletromiográfica do quadríceps durante a extensão do joelho em diferentes velocidades. *Acta Ortopédica Brasileira*, v. 13, n. 4, pp. 189-193, 2005. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/aob/v13n4/a08v13n4.pdf>>

RIBEIRO, G.; DIONÍSIO, V. C.; ALMEIDA, G. L. Electromyographic activity during one-legged squatting under different foot positions. *Rev Bras Med Esporte*, v. 13, n. 1, pp. 43-46, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbme/v13n1/10.pdf>>

RICHARDSON, C.; BULLOCK, M. I. Changes in muscle activity during fast, alternating flexion-extension movements of the knee. *Scand J Rehabil Med*, n.18, pp. 51-58, 1986. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3775302>>

SACCO, I. C.N. *et al.* A method for better positioning bipolar electrodes for lower limb EMG recordings during dynamic contractions. *J Neurosci Meth*. v. 180, n. 1, pp. 133-137, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165027009001435>>

SAFRI, N. M.; MURAYAMA, N. Comparison of EEG-EMG time delays calculated by phase estimates and inverse FFT. *ELEKTRIKA*, v. 9, n. 7, 2007. Disponível em: <<http://www.fke.utm.my/elektrika/dec07/paper1dec07.pdf>>

SANTOS, V. C.; KAWANO, M. M.; BANJA, R. A. Acupuntura na melhora da performance em atletas juvenis de handebol. *Revista Saúde e Pesquisa*, v. 1, n. 3, pp. 331-335, 2008. Disponível em: <<http://cesumar.br/pesquisa/periodicos/index.php/saudpesq/article/view/835/701>>

SHANG, C. The past, present and future of meridian system research. *Clinical Acupuncture and Oriental Medicine*, v. 1, n. 2, pp. 115–124, 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1461144900900288>>

SHANG, C. Prospective tests on biological models of acupuncture. *eCAM*, v. 6, n. 1, 31-39, 2007. Disponível em: <<http://www.hindawi.com/journals/ecam/2009/302403/abs/>>

SILVA, D. F. Psicologia e Acupuntura: Aspectos históricos, políticos e teóricos. *Psicologia, Ciência e Profissão*, v. 27, n. 3, pp. 418-429, 2007. Disponível em <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1414-98932007000300005&script=sci_arttext>

SODERBERG, G. L.; KNUTSON, L. M. A guide for use and interpretation of kinesiologic electromyographic data. *Phys Ther*, v. 80, n. 5, pp. 485-498, 2000. Disponível em <<http://www.physicaltherapyjournal.com/content/80/5/485.short>>

SOH, Kwang-Sup. Bonghan duct and acupuncture meridian as optical channel of biophoton. *J Korean Phys Soc*, v. 45, n. 5, 1196-1198, 2004. Disponível em <<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=16673827>>

SOUSA, C. O. *et al.* Atividade eletromiográfica no agachamento nas posições de 40o, 60o e 90o de flexão do joelho. *Rev Bras Med Esporte*, v. 13, n. 5, pp. 310-316, 2007. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbme/v13n5/06.pdf>>

STAUD, R. Mechanisms of acupuncture analgesia: Effective therapy for musculoskeletal pain? *Current Rheumatology Reports*, v. 9, n. 6, pp. 473-481, 2007. Disponível em <<http://www.springerlink.com/content/y4652832t8043j88/>>

TAMBORINDEGUY, A. C. Avaliação da força e do momento tibiofemoral durante a pedalada: uma orientação para a reabilitação. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano), Escola de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

TESIO, L. *et al.* Flexible electrogoniometers: kinesiological advantages with respect to potentiometric goniometers. *Clin Biomach*, v. 10, n. 5. pp. 275-277, 1995. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/026800339500017F>>

TOUGH, E. A. *et al.* Acupuncture and dry needling in the management of myofascial trigger point pain: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Eur J Pain*, v. 13, n. 1, pp. 3-10, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1090380108000554>>

VANDERPLOEG, K.; YI, X. Acupuncture in modern society. *J Acupunct Meridian Stud*, v. 2, n. 1, pp. 26–33, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2005290109600121>>

VILJOEN, S. Analysis of crosstalk signals in a cylindrical layered volume conductor – Influence of the anatomy, detection system and physical properties of the tissue. 104 f. Dissertação (Mestrado em bioengenharia), Universidade de Pretória, AS, 2005. Disponível em: <<http://upetd.up.ac.za/thesis/available/etd-08082005-113739/>>

XUTIAN, S.; ZHANG, L.; LOUISE, W. New exploration and understanding of traditional chinese medicine. *Am J Chin Med*, v. 37, n. 3, pp. 411-426, 2009. Disponível em: <<http://www.worldscinet.com/ajcm/37/3703/S0192415X09006941.html>>

WINTER, D. A. Biomechanics and motor control of human movement. 2ª Ed, Wiley-Interscience: 1990. 277 p.

WITT, C. M. *et al.* Acupuncture in patients with osteoarthritis of the knee or hip. *Arthritis & Rheumatism*, v. 54, n. 11, pp. 3485-3493, 2006. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/art.22154/full>>

WHO. World Health Organization Guidelines for clinical research on acupuncture. ISBN: 929-061-114-6, 1995. Disponível em: <http://www.wpro.who.int/publications/pub_9290611146.htm>

WHO. World Health Organization. Who standard acupuncture point locations in the western pacific region. ISBN: 978-92-9061-248-7, 2009, Partes 2 e 3. Disponível em: <http://www.wpro.who.int/publications/PUB_9789290613831.htm>

YAMAMURA, Y. *et al.* Aspectos elétricos das agulhas de acupuntura. *Rev Paul Acupunt*, v.2, n. 1, pp. 2-6, 1996. Disponível em: <<http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IscScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=184451&indexSearch=ID>>

YANG, H. Q., *et al.* On optics of human meridians. *Sci China Ser G-Phys Mech Astron*, v. 52, n. 4, pp. 502-507, 2009. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/066l82498j531802/>>

ZHU, J. Mechanism of traditional acupuncture: An approach in quantitative physics. *Medical Acupuncture*, v. 22, n. 1, pp. 45-47, 2010. Disponível em: <<http://www.liebertonline.com/doi/abs/10.1089/acu.2009.0713>>

ANEXOS

ANEXO A – Certificado de aprovação no comitê de ética em pesquisa da UNIMEP



CEP-UNIMEP
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto de pesquisa intitulado "**Efeitos biomecânicos da aplicação de acupuntura no ponto E45 sobre o exercício de agachamento**" sob o protocolo nº 56/10, do Pesquisador **PROF. DR. Guanis B. Viela Junior**, está de acordo com a Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/1996, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – UNIMEP.

We certify that the research project with title "**Biomechanics effects of acupuncture point SK45 over squat**", protocol nº 56/10, by Researcher **DR. Guanis de Barros Viela Junior**, is in agreement with the Resolution 196/96 from Conselho Nacional de Saúde/MS and was approved by the Ethical Committee in Research at the Methodist University of Piracicaba – UNIMEP.

Piracicaba, 29 de junho de 2010

Prof. Dr. Cesar Romero Amaral Vieira
Coordenador CEP - UNIMEP

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Cesar Romero Amaral Vieira", is written over a horizontal line. The signature is fluid and cursive.

APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido para participação na pesquisa.

Efeitos biomecânicos da aplicação de acupuntura no ponto E45 sobre o exercício de agachamento

Túlio Brandão Xavier Rocha (pesquisador)
Dr. Guanis de Barros Vilela Junior (coordenador)
Curso de Mestrado em Educação Física / FACIS/UNIMEP

Justificativa

Vários estudos demonstram a eficácia da acupuntura no controle da dor, mas poucos e controversos são os que relacionam a técnica com o movimento. A existência física dos meridianos não é consenso entre os pesquisadores, apesar das várias pesquisas, sob muitos pontos de vista, que tentam elucidar as propriedades dos mesmos.

Objetivos do estudo

Verificar os efeitos biomecânicos da aplicação da acupuntura no ponto E45 (localizado no segundo dedo do pé) sobre o exercício de agachamento.

Procedimentos e duração do estudo

Este estudo terá duração de 12 meses sendo dois dias dedicados à coleta de dados. Os procedimentos serão:

- Tricotomia e limpeza com álcool do local onde serão posicionados os eletrodos;
- Execução, filmagem e coleta do sinal eletromiográfico durante o exercício de agachamento apoiado na parede;
- Aplicação da acupuntura no ponto E45 durante 10 minutos;
- Novamente execução, filmagem e coleta do sinal eletromiográfico durante o exercício de agachamento apoiado na parede;

Cuidados prévios

Caso ocorra alguma urgência, senhor (a) será atendido (a) na enfermaria da instituição e caso seja necessário, será transportado (a) para hospitais públicos conforme procedimento já estabelecido pela instituição.

Benefícios do estudo

Podemos enumerar como principais contribuições deste projeto:

- Desenvolver um método para a correção de padrões alterados de movimento, postura e condições dolorosas bem como prevenção de doenças degenerativas, aquisição de habilidades motoras e melhoria da eficiência muscular no gesto esportivo.
- Construção de conhecimento para a promoção da saúde, qualidade de vida e reabilitação.

Riscos e inconveniências

Pode ocorrer durante ou após a aplicação da acupuntura, dor, parestesia, queda de pressão ou um pequeno sangramento. Por ser um procedimento invasivo, pode haver risco de infecção. Esses efeitos serão minimizados pela presença de profissionais especialistas e pelo acompanhamento das condições de saúde, além da utilização de material descartável (agulhas, eletrodos, e luvas). No entanto, se houver alguma intercorrência, o atendimento será feito na enfermaria da própria instituição e se houver necessidade será transportado para hospitais públicos. Esclarecimentos quanto aos procedimentos deste estudo devem ser dirigidas aos responsáveis pelo mesmo, através dos telefones: 3124.1515, ramal 1240 ou 1277 com o Prof. Dr. Guanis de Barros Vilela Junior, ou 8230-7007 com o mestrando Túlio Brandão Xavier Rocha, antes, durante e após o término da pesquisa. Se houver algum dano com nexos causal inerente a este estudo, indenizações serão feitas conforme indica a Resolução 196/96.

Ressarcimentos

Não haverá necessidade de nenhum tipo de ressarcimento financeiro junto aos participantes do projeto, uma vez que a coleta de dados ocorrerá no local onde estas pessoas realizam suas atividades.

Confidencialidade

Todas as informações que dizem respeito a sua identidade serão mantidas em sigilo e os dados coletados, utilizados somente para fins didáticos e de pesquisa. O senhor (a) não é obrigado a participar deste estudo e pode desistir de sua participação durante a realização do mesmo a qualquer momento, sem qualquer prejuízo. Solicitamos que se isto ocorrer, o (a) senhor (a) nos avise. O senhor (a) não terá nenhuma despesa para participar das avaliações e também não receberá nenhum pagamento por isto. Se o senhor (a) concordar voluntariamente em participar deste estudo e autorizar o uso de suas imagens exclusivamente para os fins científicos desta pesquisa, deve assinar este documento na presença de uma testemunha.

Assinatura do voluntário (a)

Data / /

Declaro que obtive de forma apropriada o Consentimento Livre e Esclarecido deste voluntário para a participação neste estudo.

Assinatura do pesquisador

Data / /