

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA**

**ANA PAULA REHME SIQUEIRA**

**ELETROMIOGRAFIA E TESTE DE FORÇA MÁXIMA PARA AVALIAÇÃO DE  
PROTOCOLO DE ACUPUNTURA PARA DOR DE JOELHO DE  
CORREDORES**

**DISSERTAÇÃO**

**CURITIBA**

**2016**

**ANA PAULA REHME SIQUEIRA**

**ELETROMIOGRAFIA E TESTE DE FORÇA MÁXIMA PARA AVALIAÇÃO DE  
PROTOCOLO DE ACUPUNTURA PARA DOR DE JOELHO DE  
CORREDORES**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para a obtenção do título de “Mestre em Engenharia Biomédica” – Área de Concentração: Engenharia Biomédica.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Leandra Ulbricht.  
Coorientador: Prof. Dr. Eddy Krueger.

**CURITIBA**

**2016**

À minha Ominha, minha velhinha amada  
Aos meus pais que me deram a vida  
À minha filha Fernanda que a tornou muito melhor

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família, principalmente à minha mãe Rose e ao meu pai Siqueira que sempre tiveram uma palavra de incentivo.

À minha orientadora, professora Leandra que sempre foi extremamente caprichosa nas correções e sempre esteve disposta a ajudar.

Ao meu coorientador Eddy que foi importantíssimo para que as coletas iniciassem da maneira correta, disponibilizou seu tempo e sempre teve muita paciência com todos que o procuraram.

Agradeço também ao pessoal do LAERG pelo companheirismo e ao Lucas pela ajuda.

Agradeço à minha amiga Wally que foi uma ótima ajudante e companheira no início das coletas. Com certeza me diverti muito mais porque você estava junto comigo! Muito obrigada por tudo e pela torcida.

Agradeço à minha amiga Tyta, que esteve sempre pronta a colaborar e me ajudou a entender matemática por meio de um reforço positivo extremamente animador e ao Dr Chen por toda a ajuda e ensinamentos.

A todos os atletas voluntários que participaram do estudo e me deram o grande prazer das suas companhias durante cinco semanas. Vocês foram ótimos! Muito obrigada.

Aos meus grandes amigos que estiveram ao meu lado durante este tempo de estudo e torceram por mim.

“Acredite que você pode assim você já está no meio do caminho”.

Theodore Roosevelt

SIQUEIRA, Ana Paula Rehme. **Eletromiografia e teste de força máxima para avaliação de protocolo de acupuntura para dor de joelho de corredores.** 2015. 88f. Dissertação – Programa de Pós Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

## RESUMO

A dor em membros inferiores é muito comum em atletas e pode representar um aspecto limitante ao rendimento. De acordo com estudos epidemiológicos, entre 27% e 70% dos corredores apresentam algum tipo de lesão durante o período de um ano, que causa desconforto durante os treinos e gera desempenho abaixo do esperado em competições. Na busca da atenuação e/ou solução para a dor de atletas corredores, a acupuntura pode ser benéfica, já que esta técnica é conhecida pelos seus efeitos de analgesia aplicados em região de joelho. O objetivo deste estudo foi de analisar os parâmetros relacionados à dor de joelho correlacionando os parâmetros de força das musculaturas avaliadas em corredores submetidos ao tratamento de acupuntura. Foi realizado um estudo descritivo no período de janeiro a junho de 2015, com 34 corredores, com idade de 20 a 52 anos, de ambos os sexos, que apresentassem dor em região de joelho. Os voluntários preencheram o Questionário de Dor McGill e a Escala Visual Analógica e foram submetidos ao teste de força máxima com avaliação eletromiográfica dos músculos reto femoral, vasto lateral e vasto medial e avaliação de força do quadríceps. Receberam semanalmente cinco atendimentos seguindo o protocolo de acupuntura desenvolvido neste estudo. Após, foram novamente submetidos ao teste de força e preenchimento do questionário e da escala de dor. Todos os voluntários relataram sentir diminuição da dor de joelho após o tratamento, que foi avaliada por meio do Questionário de Dor McGill que obteve inicialmente mediana de 17,5 e após o tratamento, 6,5 (melhora de 62,9%). E por meio da Escala Visual Analógica (EVA), que inicialmente obteve média de 6,0 e após o tratamento, média de 3,0 (melhora de 50,0%) e  $p < 0,001$  para ambos. A média de força do membro afetado foi de 20kgf e esta foi aumentada para 27kgf após o tratamento (incremento de 34% e  $p < 0,001$ ). Para o membro contralateral, a força média inicial era de 22kgf e após o tratamento foi de 27,90kgf (incremento de 25% e  $p < 0,001$ ). Para comprovar o ganho de força por meio da amplitude do sinal eletromiográfico, verificou-se aumento no número de recrutamento de unidades motoras para os três músculos avaliados em ambos os membros. O músculo reto femoral do membro afetado teve incremento de 43% ( $p < 0,001$ ), o músculo vasto medial de 25% ( $p < 0,001$ ) e vasto lateral de 16% ( $p = 0,025$ ). Para o membro contralateral, o músculo reto femoral teve incremento de 17% ( $p = 0,023$ ), o músculo vasto medial de 32% ( $p = 0,029$ ) e o músculo vasto lateral de 27% ( $p = 0,002$ ). Quanto à frequência mediana não houve diferença na velocidade de condução dos potenciais de ação, em ambos os membros. Conclui-se que o protocolo proposto se mostrou eficaz na diminuição da sintomatologia dolorosa em região de joelhos de atletas corredores, interferindo no ganho de força e no equilíbrio muscular.

**Palavras-Chaves:** Eletromiografia. Acupuntura. Protocolo. Dor de joelho. Corrida.

SIQUEIRA, Ana Paula Rehme. *Electromyography and maximum strength test for evaluation protocol for pain of acupuncture runners knee*. 88f. Dissertation – Graduate Program in Biomedical Engineering of Federal University of Technology – Paraná. Curitiba, 2016.

### **ABSTRACT**

*Pain in the lower members is very common in athletes and may represent a limiting aspect to income. According to epidemiological studies, between 27% and 70% of the runners have some type of injury during the period of one year, which causes discomfort during practice and generates poor performance in competitions. In the pursuit of mitigation and / or solution to the pain of running athletes, acupuncture may be beneficial, as this technique is known for its analgesic effects applied on knee area. The objective of this study was to analyze parameters related to knee pain correlating the musculature strength parameters evaluated in corridors undergoing acupuncture treatment. It conducted a descriptive study from January to June 2015 with 34 runners, aged 20-52 years, of both sexes, who presented pain in the knee region. Volunteers completed the McGill Pain Questionnaire and the Visual Analogue Scale and were subjected to the maximum force test with electromyographic evaluation of the rectus femoris, vastus lateralis and vastus and quadriceps strength evaluation. They received five weekly attendances following the acupuncture protocol developed for this study. After, they were again subjected to strength testing and completing the questionnaire and the pain scale. All volunteers reported feeling decrease knee pain after treatment, which was assessed using the McGill Pain Questionnaire initially obtained median of 17.5 and after treatment, 6.5 (62.9% improvement). And through the Visual Analogue Scale (VAS), which initially had an median of 6.0 and after the average treatment of 3.0 (an improvement of 50.0%) and  $p < 0.001$  for both. The affected limb mean strength was 20kgf and 27kgf this was increased to after treatment (34% increment and  $p < 0.001$ ). For the contralateral member, the initial average strength was 22kgf and after treatment was 28kgf (increase of 25% and  $p < 0.001$ ). To prove the strength gain through the amplitude of the electromyographic signal, there was an increase in the number of motor unit recruitment for the three muscles evaluated in both members. The affected member of the rectus femoris muscle had increased by 43% ( $p < 0.001$ ), vastus muscle of 25% ( $p < 0.001$ ) and vastus lateralis of 16% ( $p = 0.025$ ). For the contralateral leg, the rectus femoris muscle was increased by 17% ( $p = 0.023$ ), the vastus medialis of 32% ( $p = 0.029$ ) and lateral vastus 27% ( $p = 0.002$ ). The median frequency no difference in conduction velocity of action potentials in both members. It is concluded that the proposed protocol is effective in reducing painful symptoms in knees region runners athletes, interfering with the gain in strength and muscle balance.*

**Keywords:** *Electromyography. Acupuncture. Protocol. Knee pain. Run.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Eletrodos transcutâneos de Ag/AgCl.....	35
Figura 2: Eletrodos com configuração bipolar.....	36
Figura 3: Pontos anatômicos para colocação do eletrodo de referência.....	37
Figura 4: Eletromiógrafo e computador utilizados nesta pesquisa.....	38
Figura 5: Sinal eletromiográfico com bom sinal / baixo ruído.....	39
Figura 6: Sinal eletromiográfico ruidoso.....	39
Figura 7: Voluntária sentada na cadeira extensora.....	45
Figura 8: Cadeira extensora adaptada com a célula de carga.....	46
Figura 9: Posicionamento sobre a maca.....	51
Figura 10: Pontos E35 e ExLE4.....	52
Figura 11: Ponto Craniano.....	52

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Pontos utilizados no protocolo de acupuntura.....	51
Tabela 2: Dados referentes aos voluntários e aos treinos.....	53
Tabela 3: Análise da força da musculatura avaliada.....	53
Tabela 4: Correlações segundo o teste de Spearman.....	54
Tabela 5: Diferença do ganho de força entre os sexos.....	54
Tabela 6: Amplitude do sinal da contração do membro afetado.....	55
Tabela 7: Amplitude do sinal da contração do membro contralateral.....	56
Tabela 8: Frequência mediana do membro afetado.....	57
Tabela 9: Frequência mediana do membro contralateral.....	57
Tabela 10: Dor antes e depois da aplicação do protocolo.....	58
Tabela 11: Questionário de dor McGill.....	59
Tabela 12: Descritores mais utilizados pelos voluntários.....	60

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1 JUSTIFICATIVA.....	13
1.2 HIPÓTESE.....	14
1.3 OBJETIVOS.....	14
1.3.1 Objetivo Geral.....	14
1.3.2 Objetivos Específicos.....	14
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	14
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	16
2.1 CORRIDAS DE RUA.....	16
2.2 FISIOLOGIA DA DOR.....	17
2.2.1 Mecanismos de Modulação da Percepção da Dor.....	19
2.2.1.1 Inibição segmentar.....	19
2.2.1.2 Sistema opioide.....	20
2.2.1.3 Modulação descendente.....	20
2.2.2 Tipos de Dor.....	21
2.2.3 Percepção da Dor.....	22
2.2.4 A Dor no Esporte.....	24
2.2.5 Formas de Tratamento da Dor em Atletas.....	26
2.3 ACUPUNTURA.....	26
2.3.1 Mecanismos de Ação da Acupuntura.....	28
2.4 QUESTIONÁRIO DE DOR MCGILL.....	31
2.5 ESCALA VISUAL ANALÓGICA DE DOR (EVA).....	31
2.6 ELETROMIOGRAFIA.....	32
2.6.1 Eletrodos.....	33
2.6.2 Aquisição do Sinal Eletromiográfico.....	37
2.6.3 Análise do Sinal Eletromiográfico.....	38
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	40
3.1 COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.....	40
3.2 TIPO DE ESTUDO.....	40
3.3 SELEÇÃO DA AMOSTRA.....	41
3.4 AVALIAÇÃO DA DOR.....	41

3.5 RISCOS E BENEFÍCIOS.....	43
3.6 COLETA DE DADOS - ELETROMIOGRAFIA E ACUPUNTURA.....	44
3.7 METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS DADOS.....	48
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>50</b>
4.1 PROTOCOLO DE ACUPUNTURA.....	50
4.2 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA.....	52
4.3 ANÁLISE DE FORÇA.....	53
4.4 ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA.....	55
4.4.1 Amplitude do Sinal.....	55
4.4.2 Frequência Mediana.....	56
4.5 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DE DOR E DA EVA.....	57
<b>5 DISCUSSÃO.....</b>	<b>61</b>
5.1 PROTOCOLO DE ACUPUNTURA E A DOR.....	61
5.2 COMPARAÇÃO DA FORÇA PRÉ E PÓS TRATAMENTO.....	64
5.3 FORÇA E ELETROMIOGRAFIA.....	66
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>68</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>69</b>
<b>APÊNDICE A – TCLE.....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXO A – QUESTIONÁRIO DE DOR MCGILL.....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXO B – ESCALA VISUAL ANALÓGICA DE DOR (EVA).....</b>	<b>88</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A dor representa uma preocupação para toda a população há muito tempo, sendo considerado um sintoma de alerta, e que estimula pesquisadores a buscar novas práticas para amenizar seus inúmeros tipos. Para a pessoa que sente, a dor necessita de solução urgente e imediata, devendo-se buscar solução da maneira mais adequada. A dor é um sintoma, uma sensação subjetiva anormal sentida pelo indivíduo e não visualizada. Ela não é identificada por instrumentos quantitativos, mas pode ser aferida por critérios qualitativos, como por exemplo, pela leitura não verbal da linguagem do corpo daquele que a sente (BRASIL *et al.*, 2009).

Em atletas, a dor em membros inferiores é muito comum e pode representar um aspecto limitante ao rendimento. Araújo (2015) afirma que de acordo com vários estudos epidemiológicos, entre 27% e 70% dos corredores, sejam amadores ou profissionais, apresentam algum tipo de lesão durante o período de um ano, que causa desconforto durante os treinos e gera desempenho abaixo do esperado em competições.

São muitas as técnicas utilizadas pela área da fisioterapia para obter a diminuição da dor muscular e/ou articular. Entre elas encontram-se: a utilização da estimulação elétrica neuromuscular e exercícios resistidos (SANTOS; SOUZA *et al.*, 2013); fortalecimento muscular e alongamento (STAPAIT *et al.*, 2013; MIYAMOTO *et al.*, 2010; LIMA *et al.*, 2007; YENG *et al.*, 2001); cinesioterapia; método de Pilates; método de McKenzie (BAPTISTA; FREITAS, 2013); fisioterapia convencional (MACHADO; BITTENCOURT, 2011); crioterapia (LUCENA *et al.*, 2013; LIMA *et al.*, 2007) *KinesioTaping*® (ARAÚJO *et al.*, 2015); osteopatia (BOSCHI; LIMA, 2012; MACHADO; BITTENCOURT, 2011); entre outras.

Outra técnica que vem sendo utilizada no Brasil é a acupuntura que faz parte da "medicina chinesa" (ROCHA *et al.*, 2012; ARAÚJO, 2012). Esta tem como base o equilíbrio da energia vital do corpo (Qi), utilizando de técnicas que envolvem a inserção de agulhas de aço inoxidável em uma combinação de pontos em várias áreas do corpo. Elas podem ser inseridas tanto no local da dor ou doença ou próximo deste, como também ainda podem ser inseridas em pontos ligados à base dos sintomas (KIELING, 2013).

Na busca da atenuação e/ou solução para a dor de atletas corredores, a acupuntura pode ser benéfica, já que esta técnica é conhecida pelos seus efeitos de analgesia aplicados em dor crônica de joelho (HINMAN, 2012), em outras patologias como: lombalgia (GHATAK; KANTI DAS, 2008), cervicalgia (MACHADO; MEJIA, 2011), dores crônicas de coluna, membros, articulações e cabeça (BRASIL *et al.*, 2009; MENEZES, 2010), síndrome do músculo piriforme (BRUM *et al.*, 2009), na fibromialgia (DIAS *et al.*, 2012), disfunção da articulação temporomandibular (BOLETA-CERANTO; ALVES; ALENDE, 2008; SOUSA *et al.*, 2014) e no alívio da dor no trabalho de parto (KNOBEL, 2002).

Porém, são escassos os estudos em atletas com a utilização da acupuntura, e quando estes estudos foram realizados, não houve a apresentação de protocolos e da metodologia seguida para o tratamento proposto. Sackett *et al.* (2003) afirmam que é a criação de informações clínicas importantes que aproxima a pesquisa da prática clínica, melhora a precisão de métodos diagnósticos, melhora o poder de indicadores de prognósticos e de tratamento em termos de eficácia e segurança.

O desenvolvimento de um protocolo para o tratamento de acupuntura para amenizar ou abolir a dor em região de joelho em atletas torna-se importante para orientar a prática clínica, propiciando uma padronização no tratamento desta sintomatologia, trazendo indicadores mais fortes e baseados em evidências obtidas em estudos científicos.

Com a finalidade de desenvolver um nível de evidência científica sobre o tratamento com a técnica da acupuntura, este estudo procura analisar os efeitos de um protocolo de tratamento utilizando esta técnica e as alterações provocadas pelo mesmo, com relação aos parâmetros de dor na região de joelho em corredores, com uma clara descrição metodológica, favorecendo a reprodutibilidade da técnica.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Este estudo justifica-se pela alta incidência de lesões em corredores, que no Brasil é de 35 a 50% (PILEGGI *et al.*, 2010; LOPES; HESPANHOL JR, 2013) com maior ocorrência em região de joelho (ARAÚJO, 2015; FERNANDES *et al.*, 2014). Estas lesões provavelmente se devem à realização de exercícios de maneira exaustiva, sem orientação ou de forma inadequada, e acabam por contribuir para o aumento do número de lesões desportivas (SOUZA, 2013; FERNANDES *et al.*, 2014).

As lesões mais comuns nos membros inferiores são: tendinopatia do tendão patelar, síndrome do estresse medial da tíbia, tendinopatia do tendão calcâneo, fascite plantar, síndrome femoropatelar e síndrome da banda iliotibial (SOUZA, 2013; LOPES; HESPANHOL JR, 2012).

O atleta de alto rendimento que apresenta dor crônica em geral continua treinando e competindo. Por este motivo, a sensação e a intensidade da dor podem alterar seu estado de humor e interferir na agilidade motora, e conseqüentemente, no seu desempenho (THURM, 2007).

Alguns protocolos de acupuntura já foram testados para tratar a dor em região de joelho. Da Silva *et al.* (2011) concluíram que a acupuntura foi efetiva no alívio da dor (83%) e na função (80%) de um paciente com osteoartrose de joelho. No entanto, os estudos são normalmente sem determinação de protocolos e muitas vezes são realizados em estudos de caso, dificultando a reprodutibilidade destes estudos.

Dhillon (2008) avaliou a acupuntura na melhora do desempenho de ciclistas, utilizando a escala analógica visual para membros inferiores induzida pelo exercício e escala de Borg de esforço percebido, e obteve os seguintes resultados: Altas pontuações na Escala de Borg, diminuição da sintomatologia dolorosa avaliada por meio da escala analógica visual e ainda percebeu-se a ocorrência da diminuição do tempo de conclusão dos exercícios propostos.

Esta pesquisa justifica-se, portanto, ao se propor a desenvolver e investigar o impacto de um protocolo de tratamento com a acupuntura na sintomatologia dolorosa da região de joelho em atletas corredores, descrevendo-o com a finalidade de colaborar com novas pesquisas científicas para os profissionais interessados.

## 1.2 HIPÓTESE

O protocolo de acupuntura desenvolvido para esta pesquisa será capaz de diminuir a sintomatologia dolorosa em região de joelho de atletas corredores.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Analisar os parâmetros relacionados à dor de joelho de atletas corredores correlacionando os parâmetros de força das musculaturas avaliadas após a aplicação do protocolo proposto.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Desenvolver e avaliar um protocolo de acupuntura para diminuir a sintomatologia dolorosa em região de joelho de atletas corredores;
- b) Avaliar mudanças com relação ao quadro doloroso dos voluntários pré e pós aplicação do protocolo;
- c) Identificar a força muscular (kgf) do membro afetado pré e pós aplicação do protocolo;
- d) Analisar o recrutamento de unidades motoras (mV) do membro afetado pré e pós aplicação do protocolo.

## 1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está organizada em seis capítulos. No primeiro capítulo apresenta-se a introdução a este estudo, justificativa, hipótese e objetivos.

No capítulo dois, apresenta-se a fundamentação teórica sobre corridas de rua, fisiologia da dor, acupuntura e eletromiografia para esclarecer e justificar o problema em estudo. Com relação às corridas de rua, apresenta-se a definição e a relação das lesões musculoesqueléticas com a corrida, seguida por algumas teorias da fisiologia da dor. Várias técnicas para o tratamento da

dor em atletas são citadas juntamente com a acupuntura, onde se apresenta o histórico desta técnica, assim como o histórico no Brasil e seus mecanismos de ação. E quanto à eletromiografia, foram apresentadas definições e o seu mecanismo de funcionamento seguido pelos tipos de eletrodos utilizados para realizar a aquisição do sinal eletromiográfico e por fim, a análise do sinal eletromiográfico.

O capítulo três descreve a metodologia empregada nesta pesquisa incluindo a população estudada, a avaliação da dor aplicada, riscos e benefícios presentes no estudo. Apresenta-se ainda, os parâmetros eletromiográficos, posicionamento do paciente, posicionamento dos eletrodos, processamento do sinal e análise dos dados coletados, assim como a metodologia para a aplicação do protocolo de acupuntura e os cuidados com os voluntários.

No capítulo quatro, exibem-se os resultados obtidos com a aplicação do protocolo de acupuntura na diminuição da sintomatologia dolorosa em região de joelho em atletas corredores, com relação ao ganho de força demonstrado pela eletromiografia e pela célula de carga e ainda pelos questionários de dor preenchidos pelos voluntários.

O capítulo cinco mostra uma discussão dos resultados obtidos neste estudo, assim como a comparação com resultados de outros estudos.

E, finalmente, no capítulo seis, explicitam-se as conclusões baseadas na hipótese e nos objetivos apresentados inicialmente. Seguem as referências utilizadas nesta pesquisa, os apêndices e os anexos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CORRIDAS DE RUA

A Federação Internacional das Associações de Atletismos (IAAF) define as corridas de rua como provas de pedestrianismo disputadas em circuitos de rua com distâncias oficiais variando de 5km a 100km (MACHADO, 2011).

Milhões de pessoas estão praticando atividades esportivas que envolvem a corrida por ser uma atividade disponível a todas as idades, de baixo custo, versátil e que traz benefícios à saúde (VAN MIDDELKOOP *et al.* 2008). Pessoas que buscam hábitos de vida mais saudáveis, como controlar o peso corporal e melhorar a capacidade física, acabam por escolher a corrida como modalidade de exercício por ser considerada uma atividade física de baixo custo e de fácil execução (HESPANHOL JR *et al.*, 2012). Alguns autores vêm elegendo a corrida como uma das modalidades esportivas mais populares do mundo, devido a seu crescimento em relação às décadas passadas (HOHMANN *et al.*, 2004; MACHADO, 2011; HESPANHOL JR *et al.*, 2012).

Acompanhando este crescente interesse pela corrida, cresceu também o número de lesões de membros inferiores (VAN GENT *et al.*, 2007; PILEGGI *et al.*, 2010), assim como as lesões musculoesqueléticas que apresentam incidência que pode variar entre 19,4% e 92,4% dependendo da população alvo e da definição do termo “lesão musculoesquelética” utilizada (HESPANHOL JR *et al.*, 2012; LOPES; HESPANHOL JR, 2013).

As causas das lesões por corrida são multifatoriais, e seus fatores podem ser intrínsecos ou extrínsecos, sendo este responsável por 60 a 80% das lesões. Os quais compreendem: erros de treinamento; treinamento de alta intensidade; treinos de longas distâncias; tipo de piso e terrenos; calçados de corrida gastos ou inadequados. Os fatores intrínsecos estão associados ao organismo do indivíduo, e podem ser referentes ao: sexo, idade, crescimento, peso e altura; alinhamento dos ossos, variações estruturais, condição muscular, antecedentes de lesões e desequilíbrios musculares (MALONE *et al.*, 1997; PETERSON; RESTROM, 2002).

O próprio treinamento pode causar dor no atleta, assim como as lesões musculoesqueléticas que geralmente se prolongam, e geram desta forma, as dores crônicas (THURM, 2007).

## 2.2 FISIOLOGIA DA DOR

O fenômeno sensitivo doloroso é a transformação dos estímulos ambientais em potenciais de ação que, das fibras periféricas, são transferidos para o Sistema Nervoso Central (SNC). Todo estímulo intenso, exceto o vibratório, de qualquer modalidade energética, poderá produzir dor. O agente nocivo é detectado pelas ramificações periféricas das fibras nervosas mais finas e numerosas do corpo (OLIVEIRA *et al.*, 1997; MARDINI; SANTOS; MUSSE, 2011).

Os nociceptores, que constituem os receptores farmacológicos dos axônios de células nervosas, desencadeiam a condução elétrica, levando a informação dolorosa de sua origem periférica à medula espinal por via específica. No cérebro, a informação é identificada e se transforma em sensação de dor. Entre os receptores periféricos e o cérebro, existem duas vias mediadoras dos estímulos dolorosos: a paleo-espinotalâmica e a neo-espinotalâmica (OLIVEIRA *et al.*, 1997; MARDINI; SANTOS; MUSSE, 2011). O trato espinotalâmico é a via sensorial mais importante para a dor somática (KOEPPEN; STANTON, 2009; MOFFAT; RAE, 2010).

Ao sofrer uma lesão, o indivíduo percebe inicialmente uma dor aguda seguido por dor em queimação. A dor aguda é transportada por fibras de menor diâmetro classificadas como A $\delta$ , enquanto a dor em queimação é transportada mais lentamente por pequenas fibras C<sup>1</sup> (MARIEB; HOEHN, 2010; MOFFAT; RAE, 2010). Estes dois tipos de fibras liberam o neurotransmissor glutamato e substância P, que ativam os neurônios sensoriais de segunda ordem. Os axônios destes neurônios de segunda ordem ascendem ao cérebro pelo trato espinotalâmico e outras vias ântero-laterais (MARIEB; HOEHN, 2010).

---

<sup>1</sup> amielinizadas

Na medula, em especial nas Lâminas de Rexed I, II, III e V do corno posterior são liberadas substâncias analgésicas como a substância P, que contribuem para sensibilizar os receptores nociceptivos diretamente na periferia ou na membrana pós-sináptica ou através da interação com outros elementos algôgenicos. No tálamo são liberadas substâncias, por meio de mecanismos neurohumorais, como a endorfina, encefalina e neurotransmissores. Além do efeito analgésico, consegue-se grande relaxamento muscular através de reflexo víscero somático e intersegmentares (LEWIS; KENYON, 1984; OLIVEIRA *et al.*, 1997; MARDINI; SANTOS; MUSSE, 2011).

Algumas das substâncias que excitam o tipo químico de dor são: bradicinina, serotonina, histamina, íons potássio, ácidos, acetilcolina e enzimas proteolíticas. Além disso, as prostaglandinas e a substância P aumentam a sensibilidade das terminações nervosas, mas não excitam diretamente estas terminações (GUYTON; HALL, 2011; MARDINI; SANTOS; MUSSE, 2011; GOSLING, 2013). A bradicinina é uma substância que parece induzir a dor de modo mais acentuado do que as outras substâncias. Muitos pesquisadores sugeriram que a bradicinina possa ser a principal responsável na indução da dor após um dano tecidual (GUYTON; HALL, 2011). Os receptores da dor podem ainda ser ativados por condições extremas de pressão e temperatura, liberando inúmeras substâncias químicas no tecido lesionado (MARIEB; HOEHN, 2010).

A serotonina<sup>2</sup> é uma monoamina neurotransmissora produzida e encontrada maioritariamente no intestino, sendo que a restante parte de serotonina se encontra nos neurônios do sistema nervoso central. São várias as suas funções, desde a regulação do apetite, o sono, a memória, a aprendizagem, a temperatura, o humor, o comportamento, a contração muscular, bem como funções no sistema cardiovascular e sistema endócrino. A serotonina tem efeito sobre a modulação da intensidade dos sinais dolorosos enviados para o cérebro (WIDGEROW; KALARIA, 2012) por meio da neutralização dos efeitos da substância P (MILLEN, 2002).

As terminações nervosas livres são receptores de dor<sup>3</sup> que estão espalhadas nas camadas superficiais da pele, bem como em certos tecidos

---

<sup>2</sup> 5-HT: 5-hidroxitriptamina.

<sup>3</sup> Nociceptores.

internos como o perióstio, paredes das artérias, superfícies articulares, na foice e no tentório na abóboda craniana. A maioria dos outros tecidos profundos está esparsamente suprida com terminações nervosas para a dor; porém, lesões teciduais extensas podem somar-se e causar dor lenta e crônica na maioria destas áreas (GUYTON; HALL, 2011).

Ao contrário da maioria dos outros receptores do corpo, os receptores para dor se adaptam muito lentamente ou muito pouco (GUYTON; HALL, 2008; 2011; SHERWOOD, 2010).

Em geral, a dor rápida é desencadeada por tipos de estímulos mecânicos e térmicos e a dor crônica pode ser desencadeada pelos três tipos de estímulo (GUYTON; HALL, 2011). Os estímulos que desencadeiam a dor podem ser classificados como estímulos dolorosos mecânicos, térmicos e químicos (CARR; GOUDAS, 1999; GUYTON; HALL, 2011).

### 2.2.1 Mecanismos de Modulação da Percepção da Dor

Atualmente são considerados três mecanismos que desempenham um papel importante na modulação da percepção da dor, sendo eles: a inibição segmentar, sistema opioide endógeno e a modulação descendente.

#### 2.2.1.1 Inibição segmentar

A inibição segmentar trata-se da teoria do portão proposta por Melzack e Wall em 1965 na tentativa de explicar como a dor se processa, e ainda hoje é considerada válida (SETZ *et al.*, 2001; WOOLF, 2011; SANTOS, 2013).

Segundo a teoria supracitada, a modulação da experiência da dor efetua-se a três níveis: periferia, medula espinal e no cérebro. O controle é executado no sentido ascendente de forma a inibir ou facilitar a condução do estímulo da periferia para o cérebro e descendente, do cérebro até aos cornos posteriores da medula. A abertura e o fechamento do portão que traduz a passagem ou não da informação dolorosa ao longo das vias nervosas são controlados pelos neurotransmissores. Estes, produzidos após a lesão, atuam abrindo o portão se a sua ação não for bloqueada por neurotransmissores de inibição como é o caso da serotonina e as encefalinas (WOOLF, 2011). Para

estes autores a transmissão da informação por sinapses entre as fibras nervosas A delta e C e as células do corno dorsal da medula espinal pode ser reduzida ou bloqueada, havendo assim uma diminuição da percepção da dor (KOPF; PATEL, 2010).

#### 2.2.1.2 Sistema opioide

O sistema opioide endógeno é constituído por mediadores químicos, tais como as encefalinas, endorfinas e dinorfina que se conseguem ligar aos receptores opioides endógenos presentes, sobretudo nas células nervosas da substância cinzenta periaquedutal e no bulbo raquidiano ventral, assim como em vários pontos da espinal medula. Os peptídeos opioides e drogas opiáceas são poderosos agentes analgésicos que produzem analgesia por ação direta sobre os receptores específicos na membrana celular dos neurônios (NOBACK *et al.*, 2005; KOPF; PATEL, 2010).

#### 2.2.1.3 Modulação descendente

Este mecanismo envolve múltiplas áreas do cérebro e várias vias que se estendem desde o córtex cerebral até a região caudal da medula espinal. A via que tem sido alvo de uma melhor caracterização é a via que liga a região cinzenta periaquedutal no mesencéfalo à região rostral ventromedial da medula e medula espinal. Uma grande quantidade de transmissores está envolvida no controle descendente da dor, incluindo peptídeos opioides e as monoaminas. As vias descendentes podem ser ativadas para se conseguir um alívio da dor por meio da estimulação elétrica, da intervenção farmacológica e manipulações psicológicas (REN; DUBNER, 2008).

A dor pode ser modulada por influências transmitidas a partir de centros superiores através de vias descendentes, conhecidas como vias de *feedback* refletido ou caminhos de modulação da dor para os níveis mais baixos das vias ascendentes. Através destas ligações, a sensibilidade dos receptores e centros de processamento pode ser aumentada ou suprimida de maneira análoga às modificações dos neurônios motores gama. As influências descendentes da maior parte dos centros de modulação da dor são organizadas de duas formas:

a saída do córtex frontal e do hipotálamo ativa os centros das áreas PAG e restante área adjacente do mesencéfalo, os quais têm ligação com os núcleos do tegumento da medula rostromedial, a outra área envolvida com a modulação da dor está localizada no tegumento da ponte dorsal e dorsolateral. Muitos dos neurônios presentes nesta área são adrenérgicos e os da medula são serotoninérgicos (NOBACK *et al.*, 2005).

A via descendente de modulação da dor atua usando duas vias descendentes paralelas, numa delas usando mediadores como a beta endorfina, serotonina e a encefalina, a outra via parece exercer o seu efeito analgésico recorrendo a um mecanismo alfa-adrenérgico (KOPF; PATEL, 2010).

Na utilização da corrente para analgesia (TENS<sup>4</sup>), manipulação articular, pelo exercício físico regular, exercício aeróbico e acupuntura, os estudos mostram preferência pela ativação opioide, com a liberação de endorfinas. Já na utilização de exercícios gerais, terapia manual articular e muscular, os estudos mostram a ativação de substâncias não opioides, como a serotonina, noradrenalina, dopamina, GABA<sup>5</sup> e o hormônio do crescimento (SCHMIDA *et al.*, 2008; SKYBA *et al.*, 2003).

### 2.2.2 Tipos de Dor

A dor pode ser classificada em dois tipos: a dor em pontada e a dor em queimação contínua (GUYTON; HALL, 2008) ou dor rápida e dor lenta (GUYTON; HALL, 2011). A dor em pontada pode ser facilmente localizada em áreas bastante precisas do corpo e seus sinais terminam no complexo ventrobasal do tálamo (GUYTON; HALL, 2008). Sendo transmitidos nos nervos periféricos para a medula espinal por meio de fibras A delta do tipo pequeno. Este tipo de dor não é sentido nos tecidos mais profundos do corpo (GUYTON; HALL, 2011).

Porém, a dor contínua ou em queimação, permanece por longos períodos de tempo e pode ocorrer na pele e em quase todos os órgãos ou tecidos profundos. Suas fibras enviam numerosas ramificações para a

---

<sup>4</sup> Do inglês: transcutaneous electrical nerve stimulation.

<sup>5</sup> Ácido gama-aminobutírico.

substância reticular do tronco cerebral, em todos os níveis do bulbo, da protuberância e do mesencéfalo, penetrando até a parte mediana do tálamo, para terminar nos núcleos intralaminares talâmicos, que são uma extensão da substância reticular do tronco cerebral. Os sinais neurais que terminam nessa substância reticular, desde o bulbo até o tálamo, produzem muitas das reações subconscientes à dor, como as manifestações de mau humor, agressividade aumentada e raiva. A via da dor contínua em queimação é um sistema muito primitivo que permite que a dor faça com que o corpo entre em estado de reação muito ativa, mas subconsciente, à própria dor (GUYTON; HALL, 2008). É transmitida para a medula espinhal através de fibras tipo C e é desencadeada principalmente por estímulos dolorosos do tipo químico, mas algumas vezes por estímulos mecânicos ou térmicos persistentes (GUYTON; HALL, 2011; GOSLING, 2013).

A excitação das fibras dolorosas torna-se progressivamente maior na medida em que o estímulo persiste. Este aumento da sensibilidade dos receptores para dor é chamado de hiperalgesia (GUYTON; HALL, 2011). Normalmente, um estado de equilíbrio que correlaciona lesão e dor é mantido. Percepção da dor muito intensa ou duradoura, como a amputação de um membro, pode perturbar este sistema, levando a hiperalgesia, dor crônica, e a dor do membro fantasma. Dor intensa ou de longa duração provoca a ativação dos receptores NMDA<sup>6</sup>, os mesmos receptores que fortalecem as conexões neurais durante certos tipos de aprendizagem. Essencialmente, a medula espinhal aprende hiperalgesia neste caso. A partir disso, é fundamental que a dor seja gerida precocemente de forma eficaz para prevenir o estabelecimento da dor crônica (MARIEB; HOEHN, 2010).

### 2.2.3 Percepção da Dor

A dor pode comprometer a qualidade de vida, gerar sofrimento, incertezas, medo da incapacidade e da desfiguração. As perdas materiais e sociais são incalculáveis e as limitações para o bom desempenho das atividades físicas, profissionais e sociais são frequentes (YENG *et al.*, 2001).

---

<sup>6</sup> NMDA: N-metil D-Aspartato.

A dor pode alterar também o afeto, o ritmo de sono, o apetite e o lazer. A incapacidade e a dor podem induzir à perda de identidade na família, no trabalho e na sociedade e modificar as aspirações e os objetivos da vida dos indivíduos. O processo de mudança da condição normal para aquela de incapacidade e dor é desgastante e muitos referenciais da vida podem alterar-se (YENG *et al.*, 2001). A dor crônica constitui um problema de saúde grave devido a sua alta prevalência na sociedade e na sua dificuldade em tratá-la (FERNANDES; GOMES, 2011).

As sensações de dor desempenham papel fundamental na proteção dos tecidos corporais contra a lesão. Esta tem um valor inestimável porque adverte quanto a um prejuízo real ou iminente de tecidos e leva o indivíduo a tomar medidas de proteção (GUYTON; HALL, 2008; 2011).

Experimentos onde intensidades graduadas de lesão tecidual foram produzidas em grande número de pessoas, concluem que a percepção à dor se mostra muito parecida em quase todas as pessoas. Por outro lado, nem todas as pessoas reagem do mesmo modo a dores equivalentes, isso não é determinado por diferenças na sensibilidade dos receptores da dor, mas por diferenças no arcabouço psíquico de cada indivíduo. Quando alguém é dito ser “sensível” à dor, isso significa que esta pessoa reage à dor de forma muito mais intensa do que outras pessoas e não que ela perceba mais a dor (GUYTON; HALL, 2008).

Isso ocorre porque a percepção, expressão e reação de dor é uma entidade sensorial múltipla que envolve variáveis emocionais, genéticas, familiares, sociais, culturais, ambientais e cognitivas. Possuindo um caráter muito especial, que vai variar de pessoa para pessoa, sob influência do aprendizado cultural, do significado atribuído à situação em experiências anteriores vividas e recordações destas, bem como a capacidade de compreender suas causas e consequências (OLIVEIRA *et al.*, 1997; MENEZES *et al.*, 2006). Por isso, mensurar a dor de um paciente pode ser difícil porque a dor é uma experiência intensamente pessoal que não pode ser medida objetivamente (MARIEB; HOEHN, 2010).

O grau de estoicismo de um indivíduo pode controlar sua reatividade à dor. Parte desse controle depende de um mecanismo de controle da dor especial que transmite sinais do cérebro e do tronco cerebral até as portas

posteriores da medula espinal, onde inibem a transmissão dos sinais de dor, no ponto aonde primeiro chegam à medula espinal (GUYTON; HALL, 2008).

#### 2.2.4 A Dor no Esporte

Com a prática excessiva de atividade física, cuja recompensa, além do condicionamento físico, é a liberação de endorfinas que produzem sensação de prazer, estas substâncias promovem o alívio da própria situação de estresse. É por isto que muitos atletas acabam se lesando profundamente sem perceberem, além de sofrerem efeitos mentais e psicológicos do estresse (OLIVEIRA *et al.*, 1997; GOSLING, 2013). O exercício físico, sobretudo o aeróbico, interage como modulador do aspecto desagradável da dor por intermédio do córtex, motivacional psicológico, do sistema nervoso autônomo (SNA) por meio da ação da dopamina e opioides liberados, dos mecanismos descendentes (noradrenalina, serotonina e peptídeos opioides) e da medula espinal (opioídeos e GABA) (SOUZA, 2009).

Contudo, a analgesia induzida pelo exercício também é relatada em outras situações, observa-se que atletas têm limiar à dor experimental significativamente e clinicamente superior ao de não atletas (GUIEU *et al.*, 2002). Isso provavelmente ocorre porque aqueles que praticam regularmente a atividade física liberam exponencialmente mais endorfinas que sedentários para uma mesma intensidade e duração de exercício (OLAUSSON *et al.*, 2005).

Esta diferença no limiar de dor entre atletas e sedentários pode ser explicada pela teoria da analgesia induzida pela liberação de opioides, sendo considerado um mecanismo atuante no controle algico da dor crônica por meio dos exercícios (OLAUSSON *et al.*, 2005; CAROMANO; IDE; KERBAUY, 2006; GOSLING, 2013). O estímulo constante das fibras descendentes neuromotoras favoreceria a liberação de opioides endógenos, aumentando assim o limiar de dor, pela redução da excitabilidade da membrana plasmática do neurônio, sobretudo das fibras aferentes do tipo A delta (KOLTYN, 2000; EK; GIJN; SAMWEL *et al.*, 2009). Dessa forma, quanto maior o nível de atividade do indivíduo, maior a liberação de beta-endorfinas e met-enkefalinas (peptídeos

opioides endógenos) (OLAUSSON *et al.*, 2005) que permitem a redução da percepção da dor.

Além disso, devido ao sistema de analgesia endógena, alguns atletas durante competições, geralmente sentem pouca ou nenhuma dor no momento em que ocorre uma lesão ou fratura óssea. Depois de algum tempo, a dor se desenvolve e pode ser aguda. Esse sistema suprime a dor excessiva em determinadas circunstâncias, sendo um sistema descendente de controle que regula a transmissão da informação nociceptiva (KOEPPEN; STANTON, 2009). Um dos primeiros relatos sobre este fenômeno descreve bailarinas que continuavam a atividade mesmo havendo sofrido lesões graves e afirmavam não terem sentido dor durante a execução dos movimentos. Essa característica se manifesta, sobretudo no contexto competitivo (KOLTYN, 2000).

O sistema de analgesia endógena pode ser subdividido em dois componentes: um componente utiliza peptídeos opioides como neurotransmissores e o outro não. Os opioides endógenos são neuropeptídeos que ativam alguns dos diversos tipos de receptores de opioides. Alguns dos opioides endógenos incluem a encefalina, a dinorfina e a beta-endorfina (CUNHA; RIBEIRO; OLIVEIRA, 2008; KOEPPEN; STANTON, 2009).

Muitos neurônios, no núcleo da rafe, usam a serotonina como neurotransmissor. A serotonina pode inibir os neurônios nociceptivos, presumivelmente, desempenha papel importante no sistema de analgesia endógena. Outros neurônios do tronco cerebral liberam catecolaminas, como a norepinefrina e a epinefrina, na medula espinal. Essas catecolaminas também inibem neurônios nociceptivos: assim, os neurônios catecolaminérgicos podem contribuir para o sistema de analgesia endógena (KOEPPEN; STANTON, 2009).

Um modo de ativar a via de analgesia não opioides seria através de determinadas formas de estresse. Assim, a analgesia produzida é uma forma de analgesia induzida pelo estresse (KOEPPEN; STANTON, 2009). Este é um dos mecanismos indiretamente envolvidos no contexto competitivo, pela ação do eixo hipotálamo-hipofisário, que é uma das vias de expressão do estresse (KOPF; PATEL, 2010) liberando cortisol ou ainda pelo componente psicológico no controle da dor (CROFFORD, 2002).

### 2.2.5 Formas de Tratamento da Dor em Atletas

Segundo Santos e Souza (2013) a Estimulação Elétrica Neuromuscular de média frequência pode ser utilizada associada a exercícios resistidos como coadjuvante no tratamento da disfunção femoropatelar, para se obter um reequilíbrio muscular, fortalecimento muscular que está associado à disfunção citada e, conseqüentemente, para o alívio da dor.

Myiamoto *et al.* (2010) obtiveram resultados que permitem inferir que o tratamento com alongamento muscular segmentar possibilita melhoras de vários sinais e sintomas apresentados por pacientes com dor de joelho, como alinhamento, dor e função do joelho.

Diferentes estudos mostraram evidências que a aplicação de *Kinesio Taping*<sup>®</sup> no desporto é eficaz, tendo como objetivo melhorar a função da musculatura, sem limitar os movimentos, reduzir a dor, edema e os espasmos musculares, prevenindo lesões no desporto e reabilitação (ARAÚJO, 2015).

Rodrigues *et al.* (2014) realizaram um estudo por meio de revisão bibliográfica sobre a utilização da hidroterapia no período de reabilitação de pacientes com lesão do ligamento cruzado anterior de joelho. Constatou-se que outras técnicas como, por exemplo, o treinamento proprioceptivo, eletroterapia, crioterapia, exercícios resistidos e exercícios de cadeia cinética fechada são muito utilizados nos protocolos de reabilitação deste tipo de lesão, porém, a hidroterapia mostrou-se mais eficiente neste caso.

## 2.3 ACUPUNTURA

O Instituto Brasileiro de Medicina Tradicional Chinesa (2014) defende que esta técnica é conhecida e utilizada há mais de cinco mil anos pelos chineses, e que estes utilizam a acupuntura como meio para a cura e tratamento de diversos males. Mas somente a partir da década de 1970 desenvolveu-se uma melhor compreensão a respeito do mecanismo de analgesia da acupuntura (AUDETTE; RYAN, 2004).

No Brasil, a acupuntura foi reconhecida oficialmente como especialidade da área de saúde primeiramente pelos fisioterapeutas, em 1985, por meio da Resolução COFFITO número 60/1985. Dez anos depois o Conselho Federal de

Medicina reconheceu a acupuntura como especialidade médica através da Resolução CFM no 1455/1995 (ADAMOWICZ, 2010). A prática da Acupuntura foi introduzida na tabela do Sistema de Informação Ambulatorial - SIA/SUS em 1999, através da Portaria nº 1230/GM, e sua prática reforçada pela Portaria 971, publicada pelo Ministério da Saúde em 2006, que aprovou a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares no Sistema Único de Saúde. Esse documento define que, no SUS - Sistema único de Saúde, sejam integradas abordagens e recursos que busquem estimular os mecanismos naturais de prevenção de agravos e de recuperação da saúde, sobretudo, os com ênfase na escuta acolhedora, no desenvolvimento do vínculo terapêutico e na integração do ser humano com o meio ambiente e com a sociedade (BRASIL, 2006).

A acupuntura é uma técnica terapêutica milenar que utiliza agulhas em pontos ao longo do corpo, com a finalidade de encontrar a harmonia do corpo e da mente por meio de meridianos que percorrem todo o corpo, que permitem a ativação ou sedação da energia que neles circulam, liberando substâncias químicas no organismo com efeito analgésico e/ou anti-inflamatório e assim, aliviar dor e outros sintomas decorrentes de determinadas doenças (ROSTED, 1998; PAI, 2005; TAFFAREL; FREITAS, 2009). Esta técnica é também utilizada na Odontologia para diversas condições tais como xerostomia, bruxismo, diminuição de uso de fármacos, e para tratamento de pacientes que apresentam Distúrbios Têmporomandibulares (DTM) por controlar a dor, o estresse e a ansiedade (BOLETA-CERANTO; ALVES; ALENDE, 2008; SOUZA *et al.*, 2014).

Outras doenças e sintomas comumente tratados pela acupuntura e que apresentam bons resultados são hérnia discal (SANTOS, 2011), melhora na qualidade do sono (ADAMOVICZ, 2010), neuralgias, cefaleias, de origem pós-operatória (WHITE, 2009), síndrome do pânico (DOS SANTOS; SPEROTTO; PINHEIRO, 2013), ameniza os sintomas da síndrome climatérica (GIRÃO, 2014), alívio da dor no momento do parto (OSÓRIO *et al.*, 2014), ansiedade (GIRÃO, 2014; SILVA, 2010; DOS SANTOS; SPEROTTO; PINHEIRO, 2013), entre outros. Isto sugere que a acupuntura não apresente apenas um único modo de ação, mas uma série de efeitos sobre diversas funções, o que aumenta sua complexidade para o seu entendimento (WHITE, 2009).

A localização dos pontos utilizados no tratamento com a acupuntura é feita por meio de referências anatômicas (XINNONG, 1999). Pesquisas histológicas demonstraram que os pontos de acupuntura correspondem a áreas no corpo em que há maior concentração de terminações nervosas livres e encapsuladas, que se relacionam intimamente com os nervos, vasos sanguíneos, tendões, periósteo e cápsulas articulares, órgãos tendinosos de Golgi, fáscias e fusos musculares (YAMAMURA, 2004; BECHARA, 2001).

Outras pesquisas foram realizadas no campo da eletrofisiologia e mostraram que algumas áreas da pele comparadas com regiões adjacentes, apresentam melhor condutibilidade elétrica por diminuição de resistência. Essas áreas são coincidentes com a descrição clássica dos pontos de acupuntura (MAYER, 2000; BECHARA, 2001).

Assim, a procura pelo tratamento com a acupuntura tem aumentado, assim como as pesquisas que buscam demonstrar a sua eficácia na cura e tratamento de diversas enfermidades (IBMTC, 2014).

### 2.3.1 Mecanismos de Ação da Acupuntura

Os mecanismos de ação da acupuntura não estão completamente estabelecidos, existindo várias teorias que buscam esclarecer os efeitos benéficos desta técnica. Uma das teorias sobre seu funcionamento sugere que a inserção e a manipulação de agulhas atuam como estímulo gerador de uma sinalização no corpo, ao longo dos tecidos conjuntivos, os quais disparam reações biomecânicas e bioquímicas relacionadas ao processo de cura (MAYER, 2000; POVOLNY, 2008).

Marieb e Hoehn (2010) afirmam que o cérebro tem seus próprios sistemas de analgesia de supressão da dor em que os opioides endógenos (endorfinas e encefalinas) desempenham um papel fundamental. Sinais de supressão da dor cortical descendente e hipotalâmico são retransmitidos através de vários núcleos do tronco cerebral, incluindo a massa cinzenta periaqueductal do mesencéfalo. Fibras descendentes ativam interneurônios na medula espinhal, que liberam os neurotransmissores opioides chamados encefalinas, que são neurotransmissores inibitórios que anulam os sinais de dor gerados pelos neurônios nociceptivos. As teorias descritas a seguir sobre o

mecanismo de ação da acupuntura surgiram a partir destes sistemas de analgesia.

Uma teoria muito aceita sobre o mecanismo de ação da acupuntura baseia-se no fato de que a introdução da agulha em pontos específicos gera um estímulo nas terminações nervosas no nível dos músculos, que vai para o sistema nervoso central, onde é reconhecido e traduzido em três níveis: nível hipotalâmico, onde há ativação do eixo hipotálamo-hipófise que gera liberação de beta-endorfinas (analgésicos), cortisol (anti-inflamatório) e serotonina (antidepressivo) na corrente sanguínea e no líquido encefálico raquidiano; nível do mesencéfalo, onde haverá a ativação de neurônios da substância cinzenta, que vão liberar endorfinas e estas vão estimular a produção de serotonina e norepinefrina, nível de medula espinal, onde haverá a ativação de interneurônios na substância gelatinosa e liberação de dinorfina (WEN, 1985; OLIVEIRA *et al.*, 1997; YAMAMURA, 2004; BOLETA-CERANTO; ALVES; ALENDE, 2008; IBMTC, 2014). Isso ocorre, porque ao entrar na pele, a agulha provoca micro inflamação, que aciona a produção natural dessas substâncias. Isto foi comprovado experimentalmente mediante a punção de amostra sanguínea de um sujeito após tratamento de acupuntura, a qual evidenciou presenças de endorfinas (OLIVEIRA *et al.*, 1997; BOLETA-CERANTO; ALVES; ALENDE, 2008). Com a liberação desses neurotransmissores, há um bloqueio da propagação dos estímulos dolorosos, impedindo sua percepção pelo cérebro, o que resulta em um importante processo de analgesia. Desta forma, a resposta do organismo é mais rápida, diminuindo a intensidade dos sintomas, muitas vezes fazendo-os até desaparecer (BOLETA-CERANTO; ALVES; ALENDE, 2008).

Alguns autores corroboram com a teoria supracitada. Guyton e Hall (2008) afirmam que os centros supressores da dor no hipotálamo e no tronco cerebral podem diminuir, de forma acentuada, a sensibilidade de uma pessoa à dor. Estas áreas não inibem a dor pelo bloqueio da transmissão da dor no próprio encéfalo, e sim, por meio das terminações nervosas que secretam o inibidor sináptico serotonina que, então, inibe as sinapses de dor nas pontas posteriores. Essas mesmas áreas contêm uma substância semelhante à morfina, uma encefalina ou uma endorfina que excitam os centros encefálicos supressores da dor. Acredita-se ainda, que é possível que a acupuntura

funcione pelo mesmo mecanismo. Isto é, os sinais sensoriais produzidos pelas agulhas de acupuntura poderiam provocar a liberação de encefalinas e de endorfinas nos centros supressores da dor.

Vários autores concordam que a analgesia induzida pela acupuntura depende do sistema opioide endógeno e do SNP para se verificar a sua ação antálgica, pois a acupuntura está associada à liberação de endorfinas. Esta técnica ativa o sistema modelador da dor devido a uma hiperestimulação das terminações nervosas das fibras mielínicas A delta, responsáveis pela condução do estímulo até à medula espinhal, ocorrendo a modelação do estímulo nociceptivo por inibição pré-sináptica devido à libertação dos opioides endógenos, tais como as encefalinas (KAWAKITA *et al.*, 2006, DORSHER, 2011; GOSLING, 2013).

As células do trato espinotalâmico, geralmente, têm campos receptivos inibitórios. A inibição pode resultar de estímulos mecânicos fracos, mas, em geral os estímulos nocivos são mais eficazes. Os campos receptivos nociceptivos inibitórios podem ser muito grandes, podendo incluir a maior parte do corpo e da face. Esses campos receptivos podem ser responsáveis pela capacidade de realizar diversas manipulações físicas, incluindo a eletroestimulação neural transcutânea e a acupuntura, para suprimir a dor (KOEPPEN; STANTON, 2009).

Um importante trabalho de neurofisiologia revela que por meio da inserção de agulhas há estimulação de fibras sensitivas A, de condução mais rápida (mielínica) e C (KAGITANI *et al.*, 2010), de condução mais lenta (amielínica) as quais levam os estímulos até o corno posterior da medula e este ascende pelo trato espino-talâmico. As fibras do tipo A, em especial as fibras Ab são responsáveis pela percepção mais fina (tato) e as fibras do tipo C pela condução da dor, em especial de característica difusa e em queimação (LEWIS; KENYON, 1984; MENEZES *et al.* 2010).

Os japoneses, em meados da década de 50, provaram que existe uma variação na eletrocondutividade da pele, e ela é maior nos locais correspondentes aos pontos de acupuntura descritos pelos antigos chineses. A descoberta permitiu avaliar a energia dos meridianos com um medidor de microampéres (OLIVEIRA *et al.*, 1997). Os mesmos autores ainda afirmam que

os japoneses descobriram correlações das estimulações das agulhas com a ativação das fibras grossas que fecham os portões da dor.

Pela teoria dos portões da dor, estes interneurônios dependem da competição entre o estímulo nocivo e o proprioceptivo e mediam os sinais da acupuntura para o sistema nervoso central, no intuito de produzir um efeito antinociceptivo. Os sinais nociceptivos transmitidos através das fibras de diâmetros pequenos são bloqueados pela acupuntura, que induz impulsos levados por fibras de diâmetros maiores (proprioceptivos), no mesmo segmento da medula espinhal. Como a velocidade do estímulo proprioceptivo é maior, sua chegada ao corno posterior irá ativar os interneurônios e facilitará a liberação de substâncias opioides (GOSLING, 2013).

Todos os tipos de terapia possuem um efeito placebo e a acupuntura não é uma exceção (LEWIS; KENYON, 1984). Porém, com inúmeros estudos que vem sendo realizados nesta área, pode-se afirmar que esta técnica não deve ser reconhecida pelo efeito placebo, visto que os resultados encontrados mostram respostas fisiológicas para justificar a melhora dos sintomas tratados.

#### 2.4 QUESTIONÁRIO DE DOR MCGILL

O questionário de dor McGill (ANEXO A), foi elaborado em 1975 por Melzack e Torgerson (KNUTZEN, 2007) na Universidade McGill, em Montreal, Canadá, com o objetivo de fornecer medidas qualitativas de dor que possam ser analisadas estatisticamente (SANTOS, 2006).

É um instrumento multidimensional bem conhecido e usado frequentemente para mensurar a qualidade e intensidade de dor (KNUTZEN, 2007) sendo um dos instrumentos mais utilizados para avaliar a dor (ADELMANESH, 2011). Este questionário avalia a dor crônica por meio de autorelato, que é analisada individualmente e subjetivamente (FORTUNATO *et al.*, 2013).

O questionário em questão é constituído por 78 descritores (palavras que qualificam a dor), organizados em quatro categorias (sensorial, afetiva, avaliativa e mista) e 20 subcategorias. Para a aplicação do questionário, solicita-se que o indivíduo escolha uma palavra de cada subcategoria, permitindo ao sujeito a opção de não escolher nenhuma. A análise é feita por

categorias, por meio da soma dos valores associados às palavras escolhidas (MELZACK, 1975; FORTUNATO *et al.*, 2013). Sua aplicação pode levar de três a cinco minutos, com variação dependente das respostas do indivíduo.

No quadro do questionário de dor McGill, as categorias de um a dez correspondem às respostas sensoriais (propriedades mecânicas, térmicas, de vividez e espaciais da dor). As categorias de 11 a 15 são de caráter afetivo (descreve a dimensão afetiva nos aspectos de tensão, medo e respostas neurovegetativas), o 16 é de caráter avaliativo e permite ao indivíduo avaliado, expressar a avaliação global da experiência dolorosa. E os descritores de 17 a 20 misturam todas as categorias anteriores (FORTUNATO *et al.*, 2013).

A dimensão sensorial-discriminativa é influenciada, primariamente, pelos sistemas espinhais de condução rápida. A dimensão motivacional-afetiva é processada pelas estruturas da formação reticular do tronco encefálico e límbicas, que sofrem influências dos sistemas nociceptivos de condução espinal lenta. As unidades neocorticais comparam a informação nociceptiva com as experiências passadas e exercem controle sobre as estruturas responsáveis pela dimensão sensitivo-discriminativa e afetivo-motivacional. Da interação destes aspectos resulta a informação localizada têmporo-espacialmente, quantificada e qualificada. Resulta, ainda, a tendência motivacional direcionada à fuga, defesa, retirada ou ataque e a modificação do afeto. A interpretação da informação processada por unidades cognitivas é condicionada pelas experiências prévias e pode gerar respostas diferentes à experiência dolorosa em diferentes indivíduos e em diferentes momentos do mesmo indivíduo (MELZACK, 1975; MELZACK; KATZ, 1994; PIMENTA; TEIXEIRA, 1997; BITTENCOURT, 2010).

## 2.5 ESCALA VISUAL ANALÓGICA DA DOR (EVA)

A escala visual analógica de dor é amplamente utilizada para avaliar a dor já que se trata de um instrumento simples e de fácil utilização e mensuração da mesma (FERREIRA-VALENTE *et al.*, 2011) em que o indivíduo deverá escolher, em uma escala numérica de zero a dez, onde zero representa “nenhuma dor” e dez a “dor máxima imaginável” o valor que melhor demonstra

a sua sensibilidade à dor naquele momento (FORTUNATO *et al.*, 2013) (ANEXO B).

## 2.6 ELETROMIOGRAFIA

Com o desenvolvimento tecnológico, o uso de instrumentos de medição de grande precisão é cada vez mais comum na prática clínica, dentre os quais a eletromiografia se destaca por ser um método disponível no mercado há mais de 40 anos e possuir maior objetividade e precisão para registrar a atividade elétrica de um músculo ou de um grupo muscular podendo auxiliar no diagnóstico de lesões musculoesqueléticas (RIGLER; PODNAR, 2007).

A eletromiografia destina-se ao estudo dos fenômenos bioelétricos que ocorrem nas fibras musculares esqueléticas durante o repouso, o esforço e a contração máxima, por meio dos eletrodos utilizados, os quais captam a soma da atividade elétrica de todas as fibras musculares ativas (BOTELHO *et al.*, 2010).

Para Marchetti e Duarte (2006), trata-se de uma técnica de monitoramento da atividade elétrica das membranas excitáveis, e está fundamentada no fenômeno conhecido como potencial de ação, que provoca uma série de eventos na fibra muscular e que culmina com uma maior área de entrelaçamento ou deslizamento das suas estruturas que, no conjunto, denomina-se acoplamento eletromecânico. É um dos métodos clássicos que pode ser utilizado para determinar o grau de participação muscular em determinado movimento, em qual momento determinado músculo participa e, se participa de maneira significativa na ação muscular.

O seu mecanismo de funcionamento age a partir dos sinais enviados pelo neurônio motor superior/inferior até as fibras musculares periféricas ativas, gerando uma contração, que por sua vez terá seus sinais elétricos captados e transmitidos por amplificador e transformados em sinais gráficos computadorizados. Estes sinais são captados por meio de eletrodos que são colocados sobre a pele que recobre o músculo a ser avaliado. A eletromiografia tem por característica ser um método não invasivo de estudo da atividade muscular e de fácil execução. O registro eletromiográfico permite observar o comportamento eletrofisiológico de diversos músculos em diferentes condições

fisiológicas e por isso tem sido utilizado para o estudo do movimento humano (PINTO, 1996; BOTELHO *et al.*, 2010).

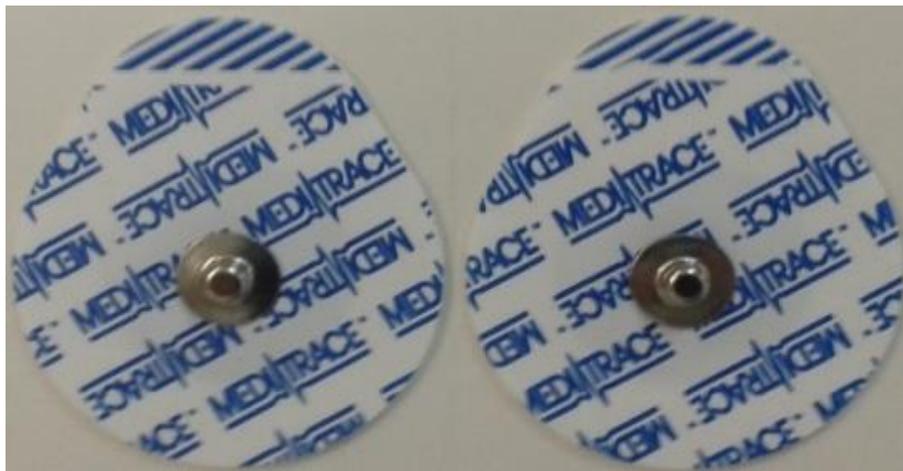
Portanto, a compreensão do nível de atividade muscular é de grande importância para diversas linhas de pesquisas, uma vez que esse método permite a compreensão da atividade global no sistema neuromuscular de forma não invasiva, pois a eletromiografia é largamente usada para melhor compreensão do envolvimento neuromuscular em resposta ao exercício (CALLAGHAN; MCCARTHY; OLDHAM, 2009).

### 2.6.1 Eletrodos

Os eletrodos são dispositivos de entrada e saída de corrente de um sistema elétrico. É o sistema de conexão entre o corpo e o sistema de aquisição, devendo ser colocado próximo o bastante do músculo para que este possa captar sua corrente iônica. A área de interface eletrodo-tecido é chamada de superfície de detecção que capta o sinal mioelétrico na interface entre o eletrodo e a pele, comportando-se como um filtro passa-baixa cujas características dependem do tipo de eletrodo e do eletrólito utilizado (DE LUCA, 1997; MARCHETTI; DUARTE, 2006).

Os eletrodos utilizados na eletromiografia são divididos em eletrodos invasivos e eletrodos de superfície (eletrodos transcutâneos de Ag/AgCl). Os eletrodos invasivos ficam em contato direto com o fluido corpóreo e possibilitam a coleta de sinais em áreas bem definidas, diminuindo a influência de sinais provenientes de outros músculos, possuem baixa impedância elétrica e permitem a aquisição de sinais com maiores níveis de amplitude e resposta em frequência de 10kHz. Porém, a utilização deste tipo de eletrodo é desconfortável e limita a mobilidade do paciente e facilita a ocorrência de infecções por ser um método invasivo (MASSÓ GONZÁLEZ *et al.*, 2010; RICCIOTTI, 2006).

Os eletrodos de superfície (Figura 1) são recomendados no estudo da biomecânica, cinesiologia e reabilitação, pois fornecem maior conforto ao paciente (ORTOLAN, 2002).



**Figura 1: Eletrodos transcutâneos de Ag/AgCl utilizados nesta pesquisa**  
**Fonte: A autora**

Marchetti e Duarte (2006) explicam que os eletrodos de superfície geralmente são constituídos de prata e são utilizados com a aplicação de um gel com íons de cloro a fim de diminuir a impedância entre o eletrodo e a pele. Merletti e Parker (2004) defendem que o eletrodo que se adapta melhor aos requerimentos da não polarizabilidade é o eletrodo de Ag/AgCl, o qual é altamente estável, e cuja junção com o gel exhibe um nível mais baixo de interferência com relação a outros eletrodos metálicos e que ainda apresentam a interface de ruído mais baixa. Para colaborar ainda mais na diminuição da impedância, além da escolha pelo referido eletrodo, neste estudo ainda foi realizada a tricotomia e limpeza da pele anteriormente à colocação dos eletrodos.

O sinal EMG pode ser adquirido, não necessariamente por um simples eletrodo, mas pode resultar de uma combinação dos sinais advindos de vários detectores, podendo, desse modo, ser classificado como monopolar, bipolar e sistema multipolar (DUCHENE; GOUBEL, 1993, MARCHETTI; DUARTE, 2006).

Os eletrodos com configuração bipolar (Figura 2) são os mais utilizados em estudos envolvendo exercícios de contração voluntária máxima ou sob condições de estimulação elétrica (DE LUCA, 1997; MERLETTI; PARKER, 2004; BORGES *et al.*, 2013). Compreender as características deste tipo de configuração é importante para uma correta detecção e interpretação dos sinais eletromiográficos. A configuração bipolar é utilizada para estimar a

velocidade de condução, limitar o volume de detecção, reduzir o *crosstalk*<sup>7</sup>, e aumentar a seletividade dos sinais (MERLETTI, 2004). O sinal é detectado em dois locais, em que a circuitaria eletrônica subtrai os sinais e amplifica sua diferença, ou seja, os sinais que são comuns a ambos serão removidos, e os sinais que são diferentes são amplificados (DE LUCA, 1997).



**Figura 2: Colocação dos eletrodos com configuração bipolar nos MMII de um dos voluntários nas musculaturas: vasto medial, reto femoral e vasto lateral**

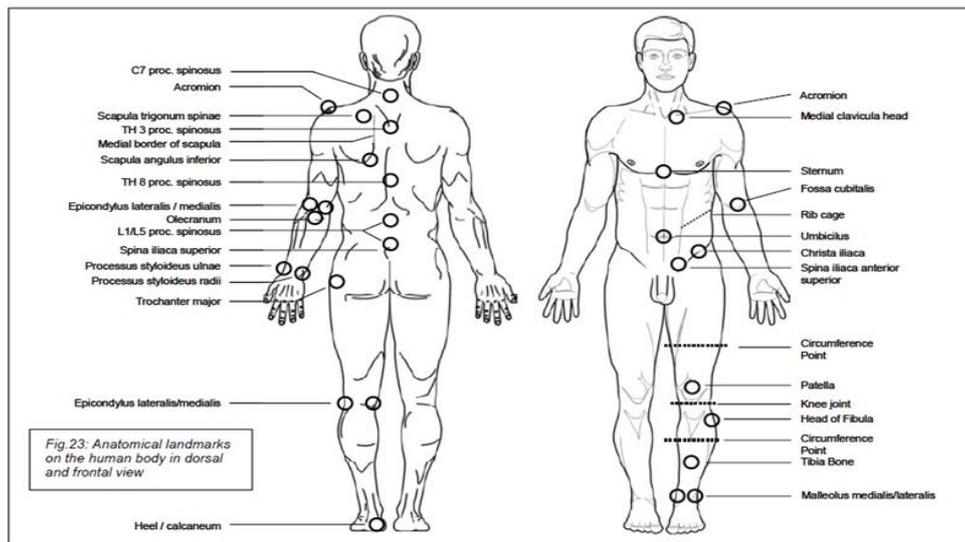
**Fonte: A autora**

Além dos eletrodos de registro com configuração bipolar, é recomendada a utilização de um eletrodo de referência para fornecer um mecanismo que cancele o efeito de interferência dos ruídos elétricos externos, como os causados por luzes fluorescentes, aparelhos de rádio, ar condicionado e outros aparelhos elétricos. O eletrodo terra (referência) é um eletrodo de superfície que é preso à pele, de preferência sobre tecidos inativos, por exemplo, as proeminências ósseas (TUCKER, 1993; O'SULLIVAN; DE LUCA, 1997) ou em um local não afetado pela atividade da região de interesse (MARCHETTI; DUARTE, 2006).

---

<sup>7</sup> Sinais provenientes de músculos vizinhos

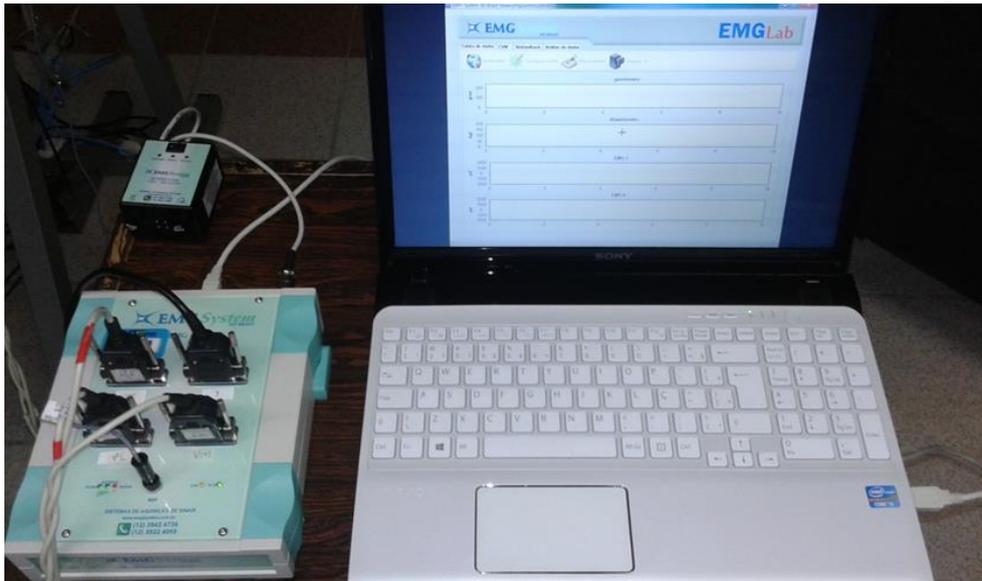
Quanto ao eletrodo de referência, o SENIAM (*Surface electromyography for the non-invasive assessment of muscles / Eletromiografia de superfície para avaliação não invasiva dos músculos*) (HERMENS *et al.*, 2000) recomenda que sejam utilizadas, dependendo dos músculos analisados, as regiões do punho, tornozelo ou processo espinal C7 (Figura 3).



**Figura 3: Pontos anatômicos para colocação do eletrodo de referência**  
**Fonte: Konrad (2005)**

### 2.6.2 Aquisição do Sinal Eletromiográfico

O sinal EMG é adquirido por um eletromiógrafo que tipicamente está acoplado a um computador (Figura 4). O sinal EMG captado no corpo humano é um sinal analógico que deve ser convertido para sinal digital para poder ser registrado pelo computador. Para tanto, alguns parâmetros devem ser ajustados na aquisição do sinal EMG, dependendo da tarefa e objetivos para posterior análise. Os principais parâmetros são: frequência de amostragem, componentes como eletrodo, amplificadores, filtro, conversor analógico/digital, além do computador que funciona como equipamento de armazenagem dos dados (MARCHETTI; DUARTE, 2006).



**Figura 4: Eletromiógrafo acoplado ao computador – ambos utilizados nesta pesquisa**  
**Fonte: A autora**

Um aspecto de grande importância na eletromiografia de superfície é a utilização de filtros apropriados para eliminar ruídos indesejados na aquisição do sinal mioelétrico. Além dos ruídos provenientes da não utilização de eletrodos de referência, Barros (2005) destaca mais dois tipos de ruídos presentes na aquisição do sinal mioelétrico. São eles:

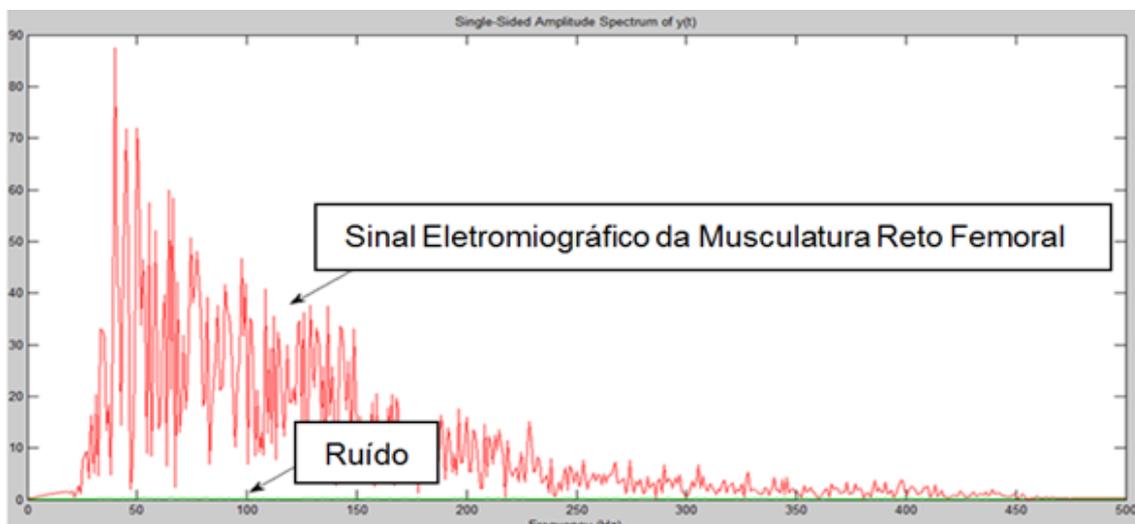
- a) Ruídos do ambiente - provenientes de fonte de radiação eletromagnética próximas do paciente. A principal fonte desse tipo de ruído é a rede elétrica (60 Hz). A utilização de amplificadores de instrumentação e filtros rejeita faixa<sup>8</sup> reduzem as interferências provenientes dessas fontes no sinal mioelétrico.
- b) Movimento de artefatos mecânicos: Proveniente do movimento relativo entre os eletrodos e a pele e o movimento dos cabos que conectam os eletrodos aos equipamentos. Esses ruídos apresentam frequências na faixa de 0 a 15 Hz, devendo ser reduzidos com a utilização de filtros passa-alta.

---

<sup>8</sup> Do inglês: *notch*.

### 2.6.3 Análise do Sinal Eletromiográfico

Após a aquisição do sinal de EMG deve-se escolher o método de processamento para a interpretação do sinal. Para tal, leva-se em conta características importantes do sinal de EMG que são: sua amplitude e sua frequência. Existem duas maneiras para representar essas características: análise no domínio do tempo (ou temporal), que descreve quando um evento ocorre e qual é a sua amplitude e análise de frequência (ou espectral) (Figuras 5 e 6), onde se utiliza a determinação do espectro de frequências por meio da transformada de Fourier (ROBERTSON, 2004).



**Figura 5: Espectrograma do sinal eletromiográfico com bom sinal / baixo ruído**  
**Fonte: A autora**



**Figura 6: Espectrograma do sinal eletromiográfico com interferência da rede elétrica e de suas harmônicas**  
**Fonte: A autora**

A partir da aquisição do sinal de eletromiografia em função do domínio do tempo existem diversas formas de processamento a serem utilizadas como: envoltório linear, retificação, integração e *root mean square* (RMS) ou valor eficaz (DE LUCA, 1997). Estes parâmetros estão relacionados à amplitude do sinal de EMG e, representam a intensidade da contração. No domínio da frequência, os principais descritores são a frequência mediana<sup>9</sup> (MDF) e frequência média<sup>10</sup> (MPF) (BILODEAU *et al.*, 2003). Os parâmetros de MDF ou MPF estão relacionados à frequência do sinal e representam a ordem de recrutamento das unidades motoras, tal recrutamento é determinado pela taxa de disparos dos motoneurônios, sendo que unidades motoras com motoneurônios menores são recrutadas em primeiro lugar (GUYTON; HALL, 2011).

Conforme De Luca (1997) o descritor do domínio temporal valor eficaz (RMS) é uma média que representa a voltagem ao longo do ciclo de estudo, que fornece uma saída quase instantânea da quantidade de sinal eletromiográfico.

---

<sup>9</sup> Do inglês: median frequency.

<sup>10</sup> Do inglês: mean Power frequency.

### 3 METODOLOGIA

Neste estudo, foi realizada investigação descritiva dos resultados da utilização de um protocolo de acupuntura desenvolvido com a finalidade de promover a diminuição da sintomatologia dolorosa na região de joelho em atletas corredores por meio de uma avaliação de força realizada antes e depois do tratamento como parâmetro de comparação que pode ser um dos fatores de percepção da diminuição da dor nesta região. Esta avaliação foi realizada por meio de uma célula de carga e ainda com o acompanhamento de sinais eletromiográficos para analisar o recrutamento das unidades motoras.

Procurando atingir os objetivos propostos para este estudo, um protocolo para aplicação de Acupuntura foi desenvolvido e será descrito detalhadamente. Todas as coletas de dados foram realizadas no Laboratório de Ergonomia (LAERG) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

#### 3.1 COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

O projeto desenvolvido para este estudo atendeu as recomendações éticas da Resolução 466/12 e foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR sob o número CAEE: 30166314.2.0000.5547 em 17 de julho de 2014.

#### 3.2 TIPO DE ESTUDO

Esta pesquisa é definida como descritiva, que tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis (GIL, 2006). São inúmeros os estudos que podem ser classificados sob este título e uma de suas características mais significativas está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática (GIL, 2006; PRODANOV; FREITAS, 2013). Visa observar, registrar, analisar, classificar e interpretar os dados sem interferência, sem manipulação do pesquisador (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Para tal estudo, foi aplicado um questionário padrão que analisa os parâmetros de dor de maneira individualizada, que permitirá que os dados sejam interpretados e analisados.

Quanto à abordagem, este estudo caracteriza-se como quantitativo. No método quantitativo, a coleta de informações e o tratamento dos dados são caracterizados pelo uso de técnicas estatísticas (PRODANOV; FREITAS, 2013).

### 3.3 SELEÇÃO DA AMOSTRA

A população deste estudo foi de corredores inscritos nas etapas de campeonatos da SMELJ (Secretaria Municipal de Esporte, Lazer e Juventude) de Corrida de Rua, no ano de 2014, na cidade de Curitiba, Pr. Prova que, no ano de 2013 apresentou quatro etapas com 849 atletas entre 20 e 39 anos inscritos na primeira etapa, 846 inscritos na segunda etapa, 848 na terceira etapa e 881 atletas inscritos na quarta etapa.

A amostra foi não probabilística por conveniência. Os atletas foram contatados acerca da pesquisa e convidados a participar da mesma, durante as competições realizadas pela SMELJ e por meio de redes sociais.

Foram considerados incluídos no estudo 34 corredores, denominados “voluntários”, de ambos os sexos, entre 20 e 52 anos, que apresentavam dor em região de joelho, que não apresentavam deficiência física, e que concordaram em assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A). Foram excluídos do estudo: corredores que apresentassem lesões comprometedoras de MMII que pudesse dificultar uma avaliação adequada, corredoras que se encontrassem em período gestacional, corredores que estivessem fazendo uso de medicamentos, indivíduos que apresentassem problemas cognitivos que pudesse dificultar o entendimento de qualquer parte da pesquisa.

### 3.4 AVALIAÇÃO DA DOR

Para iniciar esta pesquisa, o indivíduo assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), apresentado no apêndice A, e então respondeu dois questionários para mensurar os parâmetros de dor. Estes questionários foram respondidos novamente ao final do estudo, sendo que os voluntários não tiveram acesso às respostas do primeiro, para que se mantivesse a fidedignidade dos protocolos.

Para analisar os parâmetros de dor e permitir que os dados sejam interpretados e analisados, foi aplicado o questionário de dor McGill, conforme descrito no item 2.4 e apresentado no anexo A, respondido pelos voluntários e utilizado frequentemente para mensurar a qualidade e intensidade de dor (KNUTZEN, 2007). Juntamente com este questionário, os voluntários preencheram a escala visual analógica (EVA), conforme descrito no item 2.5 e apresentado no anexo B, acompanhada com uma escala de face de dor para avaliação da intensidade da dor (KOPF; PATEL, 2010).

A utilização do questionário de dor McGill juntamente com as escalas de dor justifica-se por ambos apresentarem parâmetros diferentes para avaliação da intensidade de dor. Então estes poderão se complementar para que se chegue a um parâmetro adequado de coleta de intensidade de dor.

### 3.5 RISCOS E BENEFÍCIOS

É possível que durante a avaliação e reavaliação da força máxima das musculaturas reto femoral, vasto lateral e vasto medial, o indivíduo pudesse apresentar dor em região de joelho, similar à dor apresentada durante os treinos de corrida, causada pela contração isométrica. Por este motivo, foi solicitado ao indivíduo que o mesmo realizasse a contração até o momento que sentisse dor, e então apenas mantivesse a contração obtida, sem aumentá-la. Qualquer dor sentida pelo participante foi amenizada por meio da aplicação do protocolo de acupuntura.

Durante a aplicação do protocolo de acupuntura, o indivíduo poderia sentir desconforto em alguns pontos utilizados durante a puntura com as agulhas. Caso isto ocorresse, a agulha poderia ser colocada mais

superficialmente (sem interferência no protocolo de tratamento). Este desconforto depende do limiar de dor do indivíduo e todos os cuidados necessários foram tomados para evitá-lo.

Quanto aos aspectos socioeconômicos, esta pesquisa buscou contribuir para a melhoria da Qualidade de Vida dos participantes, por meio da diminuição ou mesmo da abolição da dor em região de joelho de atletas corredores, por meio de cinco aplicações da técnica de acupuntura, que objetiva melhorar os treinos e resultados dos participantes em provas de corrida.

E para a comunidade científica, a criação de novo protocolo para controle da dor em joelho em corredores de ambos os sexos, que poderá ser benéfico para atletas e não atletas, abrangendo população maior do que apenas a estudada.

### 3.6 COLETA DE DADOS E AVALIAÇÃO ELETROMIOGRÁFICA

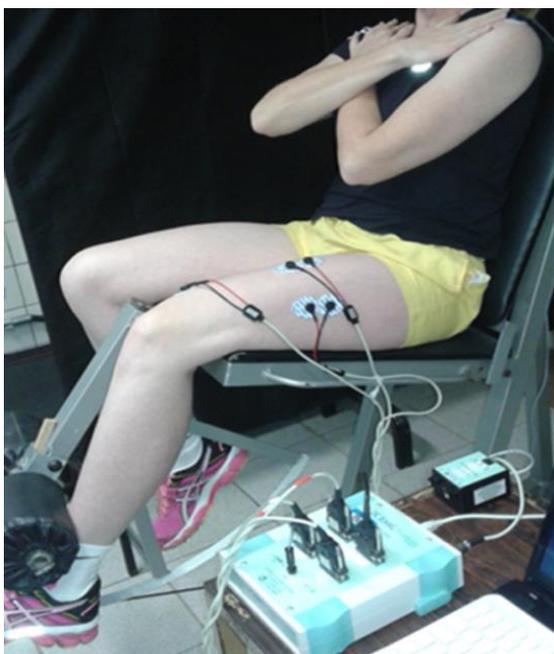
Após o questionário ser respondido juntamente com as escalas de dor, o próximo passo foi a preparação da pele do indivíduo, com a realização da tricotomia e a limpeza da pele com álcool 70% nos locais determinados para colocação dos eletrodos, com o objetivo de diminuir a impedância elétrica da pele, remover células mortas e a oleosidade da pele e diminuir possíveis interferências na aquisição do sinal eletromiográfico. Ressalta-se que todas as etapas da coleta de dados foram feitas de maneira individualizada, isolada e por profissional capacitado. A temperatura do laboratório utilizado para todas as coletas e atendimentos foi controlada em 26°C.

Os eletrodos de superfície utilizados foram Ag/AgCl com 10mm de diâmetro (FRAGA *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2012) da marca Meditrace® e foram posicionados a uma distância de três centímetros centro a centro sobre o ventre muscular e alinhados paralelamente ao sentido das fibras musculares com configuração bipolar. O eletrodo de referência foi posicionado no acrômio esquerdo do participante com o intuito de eliminar interferências externas.

As musculaturas avaliadas foram: vasto lateral, vasto medial e reto femoral, no movimento de extensão do joelho com contração isométrica máxima, executado na cadeira extensora (Figura 7) com o sujeito sentado, com

o tronco apoiado no encosto dorsal e membros superiores cruzados sobre o peito para evitar compensações musculares ao segurar na alça lateral da cadeira. A escolha desta posição para produzir ativação neural máxima nestas musculaturas foi baseada em vários estudos similares (ROUFFET; HAUTIER, 2008; PURKAYASTHA *et al.*, 2006; HSU *et al.* 2006; ALBERTUS-KAJEE *et al.*, 2011) que utilizaram angulações diferentes para o teste.

Para este estudo, a contração solicitada ocorreu com o membro inferior testado flexionado a 60 graus, já que o exercício em cadeia cinética aberta pode ser realizado com maior segurança de 50 a 90 graus. Nunca se deve realizar o exercício de 35 a 45 graus, em que a pressão de contato é muito alta, e se deve evitar os últimos graus de extensão do joelho, já que nesta angulação há menor contato articular, menor instabilidade, e as forças compressivas são distribuídas sobre uma pequena área, aumentando o estresse femoropatelar (HAUPENTBAL; DOS SANTOS, 2006; FEHR *et al.*, 2006; NOBRE, 2011).



**Figura 7: Voluntária sentada na cadeira extensora**

**Fonte: A autora**

Para a realização da coleta de dados sobre a contração de força máxima das musculaturas em questão para obter um parâmetro eletromiográfico, foi solicitada uma contração máxima de três segundos, por três vezes, com

intervalo para descanso de dois minutos entre cada uma das contrações. Os voluntários tiveram o membro afetado avaliado, assim como o membro contralateral, que será utilizado como controle na análise dos dados. Logo após as contrações solicitadas, foi aplicado o protocolo de acupuntura, com duração de 40 minutos.

A cadeira extensora foi adaptada com uma célula de carga que adquiriu o sinal de força do movimento de extensão do joelho (Figura 8). A célula de carga e o aparelho de EMG utilizados são produzidos pela empresa *EMGSystems* do Brasil<sup>®</sup> com uma frequência de aquisição de 1kHz sobre os sinais. Os eletrodos de Ag/AgCl foram posicionados no terço distal dos músculos reto femoral, vasto medial e vasto lateral, com o eletrodo de referência posicionado no acrômio esquerdo do participante.



**Figura 8: Cadeira extensora adaptada com a célula de carga**  
**Fonte: A autora**

O eletromiógrafo utilizado foi previamente calibrado pela equipe de suporte da *EMG System* do Brasil<sup>®</sup>. Enquanto a célula de carga foi calibrada por meio de um dinamômetro da marca *Crown*<sup>®</sup> manual com capacidade de 50kgf e divisões de 5kgf que apresenta precisão de 1% da capacidade total. A calibração foi realizada considerando variações de 5kgf (por exemplo: 5kgf,

10kgf, 15kgf e assim por diante). A correção da força foi realizada individualmente por meio da equação (1):

$$CC_{calb} = (CC_n - CC_{linha_{base}}) \cdot 65 = (kgf) \quad (1)$$

Onde  $CC_{calb}$  é o valor corrigido,  $CC_n$  é o valor bruto,  $CC_{linha_{base}}$  é o valor residual da célula de carga e 65 é o fator de conversão de volts (V) para quilograma-força (kgf).

Os sinais foram processados no programa MatLab<sup>®</sup> R2008a (MathWorks, Inc) com filtragem banda passante 30-450Hz de terceira ordem do tipo *Butterworth*, além de filtros tipo rejeita faixa sobre as harmônicas da rede elétrica (60, 120, 180, 240, 300, 360 e 420Hz). Para o domínio espectral, foi extraído o descritor de frequência mediana (MDF) por meio da transformada rápida de Fourier, conforme a equação (2).

$$MF = \int_0^{MF} P(f)df = \frac{1}{2} \int_0^{f^s/2} P(f)df \quad (2)$$

Onde “MF” é a mediana da frequência e  $P(f)$  é o espectro da potência.

O processamento do sinal da eletromiografia (EMG) no domínio do tempo foi realizado usando a equação da mediana da amplitude absoluta. A mediana da amplitude absoluta será demonstrada como mediana da energia, conforme apresentada na equação (3).

$$ME_{eixo} = \frac{1}{2} \left( |EMG_{eixo}|_{\frac{n}{2}} + |EMG_{eixo}|_{\frac{n}{2}+1} \right) \quad (3)$$

Onde “ME” é a mediana da energia (mediana da amplitude absoluta) e  $EMG_{eixo}$  é o sinal da eletromiografia.

### 3.7 METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS DADOS

Os procedimentos estatísticos foram realizados no *software Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) versão 21.0 e *Microsoft Office Excel* 2010. Foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade das distribuições das variáveis. Aquelas que apresentaram distribuição normal foram descritas a partir da média e desvio padrão e tiveram os valores antes e depois da aplicação da acupuntura comparados por meio do Teste t dependente.

Para as variáveis com distribuição não-normal foram adotados procedimentos não-paramétricos: a descrição foi realizada a partir dos valores de mediana e amplitude interquartil e a comparação entre os valores foi realizada pelo Teste de Wilcoxon. Para escores de dor também foram realizados os procedimentos não-paramétricos já descritos devido ao caráter subjetivo da avaliação e a característica ordinal das variáveis. Para a sua descrição foram ainda indicados os valores máximos e mínimos.

A comparação entre os valores antes e depois da aplicação da acupuntura ainda ocorreu através da alteração absoluta ( $\Delta$ ) e relativa (%) das medidas de tendência central adotadas. Em todas as análises foi considerado como nível de significância  $p < 0,05$ .

A associação entre o tempo de prática, o ganho de força em cada membro e as escalas de dor foi verificada pela correlação de Spearman. Foi aplicado o teste de Mann-Whitney para comparar os valores entre os sexos.

Para a descrição das categorias presentes no questionário McGill foram utilizadas frequências absolutas (n) e relativas (%).

Para descrever os efeitos observados na análise de força, devido ao tamanho amostral utilizou-se do tamanho de efeito (*effect size*). Para tal, foi calculado o coeficiente *d* de Cohen, que é baseado nas diferenças estandardizadas de médias, sendo  $d=0,20$  considerado um efeito pequeno ou modesto,  $d=0,50$  um efeito moderado e  $d=0,80$  um efeito importante (COHEN, 1992).

Para Kirk (1996) e Lindeau e Guimarães (2012) o uso dos valores do tamanho de efeito agrega informações ao conceito de significância estatística que reflete as propriedades dos dados e as condições sobre as quais os dados

foram coletados. É interessante em análises contendo diversas variáveis, como no presente estudo, sempre que possível reportar o tamanho de efeito geral e a magnitude do efeito de cada variável para que ocorra completo entendimento da contribuição que cada variável ocasiona para o resultado final, já que a compreensão do tamanho de efeito observado é tão importante quanto testar a significância ou calcular intervalos de confiança (LINDENAU; GUIMARÃES, 2012; SELYA, 2012).

## 4 RESULTADOS

Neste capítulo primeiramente apresenta-se o protocolo de acupuntura que foi desenvolvido para este estudo. Posteriormente, a análise da sua aplicação, características da amostra, análise eletromiográfica e de força. Segue ainda a análise do questionário de dor e da escala da dor empregadas nesta pesquisa.

### 4.1 PROTOCOLO DE ACUPUNTURA

O protocolo de acupuntura foi desenvolvido para este estudo baseado em pontos de acupuntura sistêmica que apresentam evidências na diminuição da sintomatologia dolorosa na região de joelho. Foram escolhidos dois pontos locais e homolaterais e um ponto distal e contralateral. Os pontos locais, além de tratarem a região, ainda costumam ser aplicados para melhorar a aderência ao tratamento pelo efeito psicológico gerado ao inserir agulhas no local em que os voluntários relatam a dor, seja ela na região lateral ou na região medial do joelho, conforme mostrado na tabela 1 e na figura 10.

Todo o material utilizado na aplicação do protocolo de acupuntura foi individualizado e descartável. As agulhas utilizadas foram da marca *DongBang*<sup>®</sup>, tamanho 0,25x30mm. A primeira aplicação da técnica da acupuntura foi realizada imediatamente após serem coletados os dados com a eletromiografia.

Para todas as aplicações deste protocolo, o voluntário foi posicionado em decúbito dorsal sobre uma maca, com um rolo de posicionamento na região poplíteica de ambos os membros inferiores para retificar a lordose lombar e um pequeno travesseiro para apoio para a cabeça e região cervical do voluntário (Figura 9).



**Figura 9: Posicionamento sobre a maca**  
**Fonte: A autora**

Após a primeira aplicação, semanalmente mais quatro aplicações com a acupuntura foram realizadas, sendo que cada atendimento tinha a duração de 60 minutos. O tempo de permanência das agulhas em cada ponto foi de 40 minutos por se referir a um tratamento para dor, segundo a Medicina Tradicional Chinesa (FOCKS; MÄRZ, 2008). A sequência da colocação das agulhas foi realizada na ordem que os mesmos são apresentados na tabela 1, com a retirada na mesma sequência.

**Tabela 1: Pontos utilizados no protocolo de acupuntura**

PONTO	LOCALIZAÇÃO	INDICAÇÃO
E35 ( <i>Dubi</i> )	Na altura da margem inferior da patela, sendo que a aplicação é realizada <u>lateralmente</u> ao ligamento da patela.	Doenças na articulação do joelho. Diminuir edema na região. Diminuir a dor na região.
EX-LE-4 ( <i>Neixiyan</i> )	Na altura da margem inferior da patela, sendo que a aplicação é realizada <u>medialmente</u> ao ligamento da patela.	Diminuir edema na região. Importante ponto para distúrbios da articulação do joelho.
Ponto Craniano – área motora e sensitiva	Entre o ponto VG20 e o começo da linha capilar na altura da sobrancelha, na quarta parte superior.	Para alterações do MI contralateral e diminuição da dor na região.

Dois pontos utilizados (E35 e EX-LE-4) localizam-se na região a ser tratada e o terceiro ponto localiza-se na região cranial (Ponto craniano), sendo aplicado contralateralmente ao membro afetado. Os pontos utilizados estão sendo demonstrados nas figuras 10 e 11.



**Figura 10: Pontos E35 e ExLE4**  
Fonte: A autora

**Figura 11: Ponto Craniano**  
Fonte: A autora

#### 4.2 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

A amostra foi constituída por 34 voluntários, sendo que 25 indivíduos (73,53%) eram do sexo masculino e nove do sexo feminino, com média de idade de 34 anos, peso médio de 75kg, altura média de 1,71m e apresentaram um IMC médio de 25kg/m<sup>2</sup> que é considerado normal pela Organização Mundial de Saúde (Tabela 2).

Com relação aos dados de treino, os atletas apresentaram, em média, sete anos de prática e treinavam sete horas por semana. Os voluntários ainda apresentavam em média dois anos e nove meses de lesão, sendo que 18 atletas relataram dor no joelho direito e 16 relataram sentir dor no joelho esquerdo.

Tabela 2: Dados referentes aos voluntários e aos treinos realizados pelos mesmos

	Mínimo	Máximo	Média*
Idade (anos)	20	52	34,76±9,15
Peso (kg)	48	126	75,35±18,71
Altura (m)	1,53	1,91	1,71±0,09
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	20,03	36,13	25,25±4,16
Tempo de prática (meses)	12	360	85,14±92,01
Tempo de treino (horas/semana)	2	15	6,94±3,60

\*desvio padrão.

Por meio do teste de Spearman, observou-se que a idade dos voluntários apresentou baixa correlação com o tempo de prática da corrida (0,354).

#### 4.3 ANÁLISE DE FORÇA

A média de força obtida pelos músculos avaliados do membro afetado foi de 20kgf antes do tratamento, e esta média foi aumentada para 26,88kgf após o tratamento com a acupuntura (incremento de 34% e  $p < 0,001$ ). O valor de  $d = 0,53$  demonstra que ocorreu um efeito moderado após a aplicação do protocolo desenvolvido neste estudo (Tabela 3).

Para o membro contralateral, a média de força obtida na primeira coleta foi de 22kgf e na segunda coleta foi de 27,90kgf (incremento de 25% e  $p < 0,001$ ), segundo a tabela 3. O valor de  $d = 0,50$  demonstra que também ocorreu um efeito moderado após o tratamento para este membro.

Tabela 3: Análise da força da musculatura avaliada

	Força (kgf)					<i>d</i>
	Antes	Depois	%	$\Delta$	<i>p</i>	
Membro Afetado <sup>a</sup>	20,02±11,77	26,88±13,59	34,26	6,86	0,001	0,53
Membro Contralateral <sup>a</sup>	22,29±9,93	27,90±11,88	25,16	5,61	0,001	0,50

<sup>a</sup>: média ± desvio padrão, Teste t dependente.

Embora a idade dos voluntários tenha apresentado grande variação (de 20 a 52 anos), segundo o teste de Spearman, o ganho de força neste estudo teve baixa correlação com a idade dos voluntários (-0,016) assim como com o tempo de prática de corrida dos voluntários, com as variáveis que se referem ao ganho de força do membro afetado (0,201) e ao ganho de força do membro contralateral (0,324). Estas e outras correlações estão expostas na tabela 4.

A correlação entre o ganho de força do membro afetado e do membro contralateral também apresentou baixa correlação (0,471).

Tabela 4: Correlações segundo o teste de Spearman

	Tempo de Prática	Idade	Força – Membro Afetado	Força – Membro Contralateral	Delta EVA	Delta McGill
Tempo de Prática	-	0,354	0,201	0,324	0,106	-0,152
Força - Membro Afetado	0,201	-0,016	-	0,471	-0,005	0,004
Força - Membro Contralateral	0,324	-	0,471	-	0,232	-0,184

A comparação entre os voluntários que praticavam outras atividades físicas associadas à corrida e o aumento de força foi não significativa para a alteração de força do membro afetado ( $p=0,970$ ), do membro contralateral ( $p=0,583$ ), do delta de EVA ( $p=0,482$ ) e do delta de McGill ( $p=0,608$ ).

Verificou-se ainda que o protocolo utilizado obteve melhor resultado em relação ao ganho de força nos indivíduos do sexo masculino (Tabela 5), tendo se mostrado ainda mais eficiente no que diz respeito ao membro contralateral ( $p=0,041$ ). Isso já era esperado devido a maior massa muscular característica presente no sexo masculino.

Tabela 5: Diferença do ganho de força entre os sexos

	Homens	Mulheres	P
Membro afetado <sup>c</sup>	6,60kgf±6,19	3,49kgf ±7,15	0,319
Membro contralateral <sup>c</sup>	6,03kgf ±4,29	2,22kgf ±4,44	0,041

c: mediana±amplitude interquartil; teste de Mann-Whitney

## 4.4 ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA

### 4.4.1 Amplitude do Sinal

Quanto à amplitude do sinal eletromiográfico, verificou-se um aumento no número de recrutamentos de unidades motoras após o tratamento para os três músculos avaliados, tanto do membro afetado como para o membro contralateral.

O músculo reto femoral do membro afetado foi o que apresentou melhora mais impactante, com incremento de 43% ( $p < 0,001$ ) e tamanho de efeito moderado com valor de  $d = 0,56$ . O músculo vasto medial teve incremento de 25% ( $p < 0,001$ ) e vasto lateral de 16% ( $p = 0,025$ ) e valor do tamanho de efeito modesto para estes dois músculos ( $d = 0,38$  e  $d = 0,37$  respectivamente) (Tabela 6).

Tabela 6: Amplitude do sinal da contração do membro afetado

Amplitude do Sinal ( $\mu V$ )						
Membro Afetado						
Músculo	Antes (median/Amplnt)	Depois (median/Amplnt)	%	$\Delta$	P	$d$
Reto Femoral <sup>b</sup>	233,81 $\pm$ 241,41	333,47 $\pm$ 263,70	43	99,66	0,001	0,56
Vasto Lateral <sup>b</sup>	263,96 $\pm$ 127,19	307,37 $\pm$ 303,48	16	43,41	0,025	0,38
Vasto Medial <sup>b</sup>	206,02 $\pm$ 226,27	256,59 $\pm$ 310,49	25	50,57	0,001	0,37

<sup>b</sup>: mediana  $\pm$  amplitude interquartil, teste de Wilcoxon.

Para o membro contralateral (Tabela 7), o músculo reto femoral teve incremento de 17% ( $p = 0,023$ ) e tamanho de efeito modesto ( $d = 0,38$ ). O músculo vasto medial apresentou incremento de 32% ( $p = 0,029$ ) e tamanho de efeito modesto ( $d = 0,33$ ) e o músculo vasto lateral teve incremento de 27% ( $p = 0,002$ ) com o tamanho de efeito próximo do considerado moderado ( $d = 0,44$ ).

Tabela 7: Amplitude do sinal da contração do membro contralateral

Amplitude do Sinal ( $\mu\text{V}$ )						
Membro Contralateral						
Músculo	Antes (median/Amplnt)	Depois (median/Amplnt)	%	$\Delta$	P	<i>d</i>
Reto Femoral <sup>b</sup>	300,29±247,57	352,70±268,51	17	52,41	0,023	0,38
Vasto Lateral <sup>b</sup>	267,64±175,42	339,44±254,88	27	71,80	0,002	0,44
Vasto Medial <sup>b</sup>	205,63±146,23	271,05±261,56	32	65,42	0,029	0,33

<sup>b</sup>: mediana  $\pm$  amplitude interquartil, teste de Wilcoxon.

#### 4.4.2 Frequência Mediana

Quanto à frequência mediana (Fmed), verificou-se que não houve grande diferença na velocidade de condução dos potenciais de ação para os músculos avaliados, quando os valores são comparados antes e depois do tratamento, no membro afetado e no membro contralateral (Tabelas 8 e 9). Porém, foi encontrada diferença significativa para o músculo vasto lateral ( $p=0,002$ ) do membro contralateral, apresentando tamanho de efeito modesto, isto é, com pouca importância. Assim como os demais valores do tamanho de efeito para os demais resultados referentes à Fmed.

Para o músculo reto femoral houve aumento na Fmed de apenas 1% ( $p=0,476$ ) para o membro afetado e para o membro contralateral houve decréscimo de 1% ( $p=0,507$ ). Já para o músculo vasto lateral houve decréscimo na Fmed de 9% na média do membro afetado ( $p=0,019$ ) e decréscimo de 12% no membro contralateral ( $p=0,002$ ). E para o músculo vasto medial houve um acréscimo de 4% na musculatura afetada ( $p=0,036$ ), e de 2% no membro contralateral ( $p=0,294$ ).

Tabela 8: Frequência mediana do membro afetado

Frequência Mediana ( $\mu\text{V}$ )						
Músculo	Membro Afetado					
	Antes	Depois	%	$\Delta$	P	<i>d</i>
Reto Femoral <sup>a</sup>	104,70 $\pm$ 11,02	105,61 $\pm$ 11,35	1%	0,91	0,476	0,08
Vasto Lateral <sup>b</sup>	122,00 $\pm$ 31,50	111,50 $\pm$ 32,50	-9%	-10,5	0,019	0,19
Vasto Medial <sup>a</sup>	102,67 $\pm$ 11,12	106,64 $\pm$ 12,97	4%	3,97	0,036	0,32

<sup>a</sup>: média  $\pm$  desvio padrão, teste t dependente; <sup>b</sup>: mediana  $\pm$  amplitude interquartil, teste de Wilcoxon.

Tabela 9: Frequência mediana do membro contralateral

Frequência Mediana ( $\mu\text{V}$ )						
Músculos	Membro Contralateral					
	Antes	Depois	%	$\Delta$	P	<i>d</i>
Reto Femoral <sup>a</sup>	105,73 $\pm$ 12,00	104,73 $\pm$ 13,03	-1%	-1,00	0,507	0,07
Vasto Lateral <sup>b</sup>	128,00 $\pm$ 33,75	113,00 $\pm$ 36,25	-12%	-15,00	0,002	0,26
Vasto Medial <sup>a</sup>	105,02 $\pm$ 11,57	106,94 $\pm$ 11,91	2%	1,92	0,294	0,16

<sup>a</sup>: média  $\pm$  desvio padrão, teste t dependente; <sup>b</sup>: mediana  $\pm$  amplitude interquartil, teste de Wilcoxon.

Todos os voluntários relataram sentir melhora na sintomatologia dolorosa em região de joelho ao final das cinco semanas de atendimento. Esta melhora foi avaliada por meio do questionário de dor McGill e da Escala Visual Analógica (EVA) de dor, conforme demonstrado a seguir.

#### 4.5 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DE DOR E DA EVA

Quanto à avaliação da dor, classificada pela EVA a mediana para o membro afetado foi de 6,0. Após o tratamento com a acupuntura, os valores relatados pelos atletas foram reduzidos para 3,0 (Tabela 10). Levando-se em consideração os valores obtidos com esta escala, 28 voluntários apresentaram diminuição de pelo menos 50% da dor, cinco voluntários tiveram diminuição da dor, mas esta não superou os 50%, e apenas um voluntário relatou sentir, numericamente, a mesma dor inicial e final.

Utilizando o teste de Spearman (Tabela 4) verificou-se que houve baixa correlação entre o delta da EVA com o tempo de prática de corrida dos voluntários (0,106), com o ganho de força do membro afetado (-0,005) e do membro contralateral (0,232).

Segundo o questionário de dor McGill, o protocolo aplicado apresentou bons resultados com relação à dor de joelho. Onde inicialmente a mediana da somatória das respostas foi de 17,5 e teve um decréscimo nos valores obtidos, somando-se 6,5 após o tratamento proposto, com uma redução da dor de 62,9% (Tabela 10).

Tabela 10: Dados referentes à dor em região de joelho antes e depois da aplicação do protocolo.

	Dor	Mínimo	Máximo	Mediana\Ampl Interquartil*	Melhora	$\Delta$	P*
EVA	Antes	04	10	6,0 $\pm$ 3,0	50,0%	-3,0	0,001
	Depois	00	06	3,0 $\pm$ 2,3			
McGill	Antes	07	56	17,5 $\pm$ 8,8	62,9%	-11,0	0,001
	Depois	01	20	6,5 $\pm$ 6,0			

\*Teste de Wilcoxon

O total de descritores escolhidos por todos os 34 voluntários participantes desta pesquisa antes da aplicação do protocolo de acupuntura foi de 255, sendo que a mediana foi de 7,0. Na coleta realizada após a aplicação do protocolo de acupuntura a quantidade de descritores selecionados pelos voluntários caiu para 153 descritores, com a mediana de 4,0 (diminuição de 57% e  $p=0,001$ ).

Neste estudo, a categoria sensorial que se refere às propriedades mecânicas, térmicas e espaciais da dor, foi a categoria com maior pontuação. A categoria afetiva que se refere aos aspectos de tensão, medo e respostas neurovegetativas não obteve altas pontuações, assim como a categoria mista. Porém, a categoria avaliativa, embora inicialmente pareça ter tido pequena pontuação, trata-se de uma categoria que apresenta apenas um quadro de descritores, portanto, proporcionalmente, apresentou pontuação elevada. Isto pode estar relacionado ao fato de este ser o único quadro a apresentar a intensidade da experiência dolorosa. Este quadro é, também, o mais equivalente à Escala Visual Analógica. Independente das pontuações, todas as

categorias apresentaram diferença significativa nos valores relatados pelos voluntários ( $p < 0,001$  para todas as categorias) (Tabela 11).

Tabela 11: Questionário de dor McGill

		Mediana Antes	Mediana Depois	P
Índice de Dor		17,5±8,8	6,5±6,0	0,001
Descritores		7,0±4,3	4,0±3,0	0,001
Categorias	Sensorial	11,5±8,5	4,0±5,3	0,001
	Afetivo	1,0±2,0	0,0±0,0	0,001
	Avaliativo	2,0±2,0	1,0±1,3	0,001
	Mista	2,0±4,0	0,0±1,0	0,001

Por meio do teste de Spearman (Tabela 4) verificou-se que houve baixa correlação entre o delta do Questionário McGill com o ganho de força do membro afetado (0,004) e com o membro contralateral (-0,184).

Dos 78 descritores que compõem o questionário McGill, 42 (53,9%) referem-se ao aspecto sensorial da dor; 14 (17,9%) ao componente afetivo, cinco (6,4%) à avaliação da experiência dolorosa e 17 (21,8%) ao subgrupo misto. Na tabela 12 estão descritos apenas os descritores que foram assinalados com maior frequência pelos voluntários.

Na avaliação de dor por meio do Questionário McGill anterior à aplicação do protocolo de acupuntura, 38 descritores da categoria sensorial foram selecionados pelos voluntários, e após a realização do tratamento este número diminuiu para 27.

Analisando a Tabela 12, percebe-se que a frequência de escolha da maioria dos descritores diminuiu entre as avaliações. Para os descritores que foram selecionados mais vezes na reavaliação, percebeu-se que se tratava de descritores que possuem menor pontuação para demonstrar a dor. Por exemplo: um dos quadros da categoria afetiva apresenta os descritores: fina (1), cortante (2) e estraçalhada (3). Sendo que o descritor com valor mais alto representa maior dor. Na avaliação, o descritor “estraçalhada” foi selecionado duas vezes, enquanto na reavaliação, nenhuma vez. O descritor “cortante” foi selecionado 12 vezes, e na reavaliação, apenas uma vez. O descritor “fina” foi selecionado seis vezes na avaliação e na reavaliação foi citado 11 vezes,

mostrando que o descritor que demonstra maior dor e dor média foram substituídos pelo descritor que demonstra menor dor.

Na categoria afetiva foram escolhidos onze descritores na avaliação e cinco descritores na reavaliação. Os descritores “exaustiva” e “atormenta” foram os que obtiveram maior escore. Na categoria avaliativa, inicialmente o descritor “que incomoda” foi o mais escolhido, e posteriormente o mais escolhido foi o descritor “chata” que demonstra, no quadro desta categoria, a menor dor. E, finalmente, para a categoria mista, o descritor mais escolhido foi “repuxa” que pertence à categoria sensorial.

Tabela 12: Descritores mais utilizados pelos voluntários

McGill	Descritores	Frequência Antes (n / %)	Frequência Depois (n / %)	
<b>Sensorial</b>	Latejante	9 (26,47%)	4 (11,76%)	
	Como batida	8 (23,52%)	4 (11,76%)	
	Pontada	7 (20,58%)	3 (8,82%)	
	Perfurante	6 (17,64%)	3 (8,82%)	
	Fina	6 (17,64%)	11 (32,35%)	
	Cortante	12 (35,29%)	1 (2,94%)	
	Aperto	8 (23,52%)	9 (26,47%)	
	Calor	10 (29,41%)	13 (38,23%)	
	Ferroadada	8 (23,52%)	4 (11,76%)	
	Doída	7 (20,58%)	2 (5,88%)	
	<b>Afetivo</b>	Cansativa	4 (11,76%)	0 (0,0%)
		Exaustiva	5 (14,70%)	0 (0,0%)
		Apavorante	4 (11,76%)	0 (0,0%)
Atormenta		5 (14,70%)	4 (11,76%)	
<b>Avaliativo</b>	Chata	4 (11,76%)	12 (35,29%)	
	Que incomoda	15 (44,11%)	7 (20,58%)	
	Desgastante	4 (11,76%)	0 (0,0%)	
<b>Misto</b>	Irradia	6 (17,64%)	1 (2,94%)	
	Penetra	6 (17,64%)	2 (5,88%)	
	Aperta	4 (11,76%)	6 (17,64%)	
	Repuxa	8 (23,52%)	2 / 5,88%	
	Aborrecida	3 (8,82%)	1 / 2,94%	

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 PROTOCOLO DE ACUPUNTURA E A DOR

Todos os voluntários desse estudo, após a aplicação do protocolo de acupuntura, relataram que a sintomatologia dolorosa foi sanada ou aliviada, demonstrando efeito positivo do protocolo aplicado no alívio da dor. Esses achados estão de acordo com os resultados encontrados por Oliveira *et al.* (1997) e Freitas (2012) que afirmam que a acupuntura pode promover analgesia de traumatismos localizados.

Ferreira *et al.* (2012), realizaram uma pesquisa para verificar possíveis alterações na atividade elétrica de músculos em pacientes com mialgia em membros inferiores antes e após a aplicação de acupuntura por meio de análises eletromiográficas. Foram selecionados 10 voluntários adultos com idade entre 18 e 68 anos, sendo oito mulheres. Os sinais eletromiográficos foram obtidos e em seguida realizou-se aplicação em sessão única de acupuntura como método imediato de tratamento, seguido de nova coleta do sinal eletromiográfico para avaliação dos resultados do tratamento. Por meio da análise dos resultados foi observado um efeito imediato na melhora da dor relatada pelos voluntários, diminuindo o potencial de ação e conseqüentemente os valores de RMS.

Embora o referido estudo tenha apresentado bom resultado no que se refere à dor, nenhum parâmetro de quantificação da melhora da mesma foi utilizado, sendo que os voluntários apenas responderam à questão se houve melhora do quadro doloroso após a aplicação da técnica. Portanto, este parâmetro é o único que pode corroborar com o presente estudo, já que em ambos, todos os voluntários relataram sentir melhora, porém, sem dados quantitativos para comparação. O estudo citado não apresentou os protocolos utilizados que permitiriam a reprodução do estudo e futura comparação.

Outros autores que realizaram seus estudos voltados para a diminuição da dor utilizando a acupuntura foram Reis *et al.* (2011) que tiveram como objetivo avaliar o efeito da acupuntura tradicional sobre os níveis de dor e sua atuação no sistema nervoso autônomo através da variabilidade da frequência cardíaca de indivíduos portadores de pontos gatilhos miofasciais

hipersensíveis, localizados nos músculos trapézio e/ou romboide. Foi realizado um estudo clínico com 11 sujeitos de ambos os sexos, com a faixa etária de 18 a 50 anos. Nas condições experimentais que foram utilizadas, obteve-se como resultado que o tratamento com a acupuntura reduz a dor e significativamente a FC. O estudo ainda mostrou que todos os sujeitos apresentaram diminuição da sintomatologia em relação à condição inicial, após a aplicação da acupuntura, apresentando média inicial de 7,6 para a Escala Visual Analógica (EVA) e média final de 3,6, apresentando melhora de 47,36%, enquanto o presente estudo apresentou melhora semelhante (50,0%), com mediana inicial de 6,0 e mediana final de 3,0 na EVA.

Irnich *et al.* (2001) realizaram um estudo comparativo entre a acupuntura, a massagem tradicional e a acupuntura *laser sham* para diminuição da sintomatologia dolorosa em região cervical avaliado por meio da Escala Analógica de Dor. Participaram do estudo 177 voluntários que foram divididos em três grupos e atendidos por quatro vezes durante três semanas. Uma semana depois do tratamento, o grupo que recebeu tratamento com a acupuntura mostrou uma melhora significativamente maior com relação à dor durante o movimento se comparado ao grupo que recebeu a massagem, e houve diferença não significativa em comparação com o grupo que recebeu tratamento com *laser sham*.

Naquele estudo, as diferenças entre a acupuntura e massagem ou *laser sham* foram maiores no subgrupo que tinha tido dor por mais de cinco anos e em pacientes com síndrome dolorosa miofascial, sendo que o grupo de acupuntura obteve os melhores resultados. Três meses após o tratamento, estas diferenças eram relativamente pequenas e não mais significativas. No entanto, significativamente mais pacientes do grupo da acupuntura melhoraram as queixas com relação à dor três meses após o tratamento em comparação com pacientes no grupo de massagem.

Os autores supracitados concluíram que a maioria dos pacientes tratados com a acupuntura obtém diminuição significativa da dor nas primeiras sessões (média de 50% de diminuição da dor na primeira sessão), porém há a necessidade de um tratamento mais prolongado para melhor resultado.

Desta maneira, justifica-se o protocolo criado com cinco atendimentos desta técnica, buscando resultados mais significativos para os voluntários

corredores. O presente estudo obteve melhor resultado quanto à porcentagem de melhora da sintomatologia dolorosa por meio da Escala Analógica de Dor, que atingiu 50,0%, enquanto o estudo de Irnich *et al.* (2001) atingiu média inicial de 5,4 e média final de 2,1, apresentando melhora de 38,88%.

Os dois métodos utilizados neste estudo para avaliar a dor, demonstraram que ocorreu redução do quadro doloroso estatisticamente significativo ( $p < 0,001$  para ambos) por meio dos relatos da população do estudo que foi submetida ao protocolo proposto, corroborando com outros estudos sobre os efeitos da acupuntura que demonstraram significativa diminuição com relação à dor (OLIVEIRA *et al.*, 1997; IRNICH, 2001; MENEZES *et al.*, 2010; REIS; SALLES; LICURCI; FAGUNDES, 2011; FREITAS, 2012; HINMAN, 2012; 2015; VICKERS; LINDE, 2014; MACPHERSON *et al.*, 2014; DA SILVA, 2015; PHAN, 2015). Por esse motivo, a acupuntura tem sido indicada para o tratamento de diversas condições dolorosas.

As escalas de avaliação unidimensional, como a EVA, têm por concepção somente avaliar um elemento da experiência da dor, que é a intensidade. Por se tratar de escala com medidas multidimensionais, como o Questionário McGill, Gagliese e Melzack (1997) e Morgan e Santos (2011) acreditam que este possibilita melhor compreensão da dor para o sujeito. Alguns indivíduos apresentam dificuldade em assumir a sua dor como sendo mais intenso, o que pode os levar a escolherem níveis menores de dor em medidas de intensidade, subestimando esse sintoma. A utilização de uma escala multidimensional possibilita uma avaliação mais adequada, uma vez que existem outras alterações de ordem qualitativa no que se refere à dor e não somente à intensidade.

Os dois métodos escolhidos para graduar a dor nos corredores participantes desta pesquisa apontaram resultados equivalentes. Para a Escala Visual Analógica, a dor máxima referida por um voluntário antes do tratamento com a acupuntura foi dez, que é a dor máxima que pode ser apontada por meio desta escala e considerada insuportável. E após o tratamento, a dor máxima referida para esta escala foi seis, próxima da dor considerada como dor de intensidade média para a mesma. Da mesma maneira, a maior soma das

respostas referentes ao questionário McGill foi 56, sendo que a pontuação máxima é 78 e após o tratamento, esta soma diminuiu para apenas 20.

Neste estudo, o Questionário de dor McGill demonstrou ser um instrumento útil para avaliar a qualidade e intensidade da dor, reforçando os resultados de outros estudos que utilizaram este questionário como um instrumento eficaz e confiável que pode ser adequado para diversas situações clínicas (FERREIRA *et al.*, 2002; MORGAN; SANTOS, 2011; HUMENHUK; LIMA, 2013). E como resultado, a categoria sensorial foi a categoria com maior pontuação neste estudo. Esta categoria busca ajudar o voluntário na descrição da dor sentida no local acometido, sendo útil na tentativa da exposição da dor para outras pessoas. As características sensoriais da dor são os principais critérios para definir a presença de dor neuropática (NICHOLSON; VERMA, 2004; SANTOS *et al.*, 2006).

Para Pimenta e Teixeira (1996) e Morgan e Santos (2011) a alta pontuação alcançada pode estar diretamente relacionada à distribuição desproporcional dos descritores entre os 3 componentes (sensitivo, afetivo e avaliativo), acrescido do fato de que a maioria dos descritores do subgrupo miscelânea é de caráter sensitivo.

A categoria afetiva está ligada à memória e à percepção das dores, e ajuda o profissional a determinar a quantidade de sofrimento causado pela dor e, em alguns casos, a urgência de tratamento (BITTENCOURT, 2010; FORTUNATO *et al.*, 2013). Essa categoria é composta por palavras relacionadas ao estado emocional do indivíduo, podendo traduzir percepção de cansaço, sentimento de medo e punição e reações autonômicas. Neste estudo, esta categoria não obteve altas pontuações, assim como a categoria mista.

## 5.2 COMPARAÇÃO DA FORÇA PRÉ E PÓS TRATAMENTO

A média de força obtida pelas três musculaturas avaliadas tanto no membro afetado dos voluntários quanto no membro contralateral apresentou ganho significativo ( $p < 0,001$  para ambos). Resultados estes que corroboram com dados reportados na literatura científica (SANTOS; SOUZA, 2013; MEDEIROS, 2013) que afirmam que ocorrendo diminuição da sintomatologia dolorosa na região tratada, pode-se obter ganho de força. Visto que os

voluntários perceberam redução da dor sentida anteriormente, os mesmos puderam treinar de maneira adequada novamente, já que a dor é um fator limitante para as funções musculares (WIBELINGER, 2013).

A correlação entre o ganho de força do membro afetado e do membro contralateral apresentou baixa correlação (0,471). Para o membro afetado, a média de força obtida pelos músculos avaliados teve incremento de 34,26% e no membro contralateral, a média de força teve incremento de 25,16%, que foi suficiente para que as médias de força final dos dois membros ficassem muito próximas, indicando equilíbrio da força muscular entre os membros (26,88kgf e 27,90kgf), e foi ainda mais eficiente para os indivíduos do sexo masculino, o que já era esperado, visto as diferenças musculares fisiológicas entre os sexos.

Os desequilíbrios musculares são um dos fatores mais referidos na literatura como causa provável de lesões desportivas (MAGALHÃES *et al.*, 2004; CARVALHO; CABRI, 2007; SCHWARTZMANN; DOS SANTOS; BERNARDINELLI, 2012). Déficits bilaterais superiores a 10-15% são indicadores de desequilíbrios musculares e poderão estar também associados com o elevado risco de lesão (articular, muscular e tendinosa) e alterações no desempenho desportivo (BROWN, 2000; CROISIER, 2004; VIDMAR *et al.*, 2013). Portanto, ao serem submetidos ao protocolo de acupuntura, os voluntários não só conseguiram a diminuição da dor em região de joelho, mas também obtiveram ganho de força no membro acometido, equilibrando a força muscular entre o membro afetado e o membro contralateral, e, conseqüentemente, promovendo prevenção em relação à futuras lesões.

Ao diminuir a sintomatologia dolorosa referida pelos voluntários, proporciona-se a oportunidade dos mesmos realizarem os movimentos característicos da corrida de maneira adequada, pois se elimina a compensação comumente utilizada quando a dor está presente. Para Al Snih *et al.* (2005) que realizou um estudo com 544 sujeitos, e para Neogi *et al.* (2010) em outro estudo com 2940 sujeitos, a presença de dor foi associada à diminuição da função motora em homens e em mulheres. Para Varekova *et al.* (2011) a experiência clínica evidencia que um determinado esporte quando mal executado, gera intensa sobrecarga, além disso a assimetria, pode trazer muitas complicações e algumas alterações posturais indesejáveis, pois a

repetição aleatória dos movimentos específicos na prática, pode levar ao acúmulo de carga de um lado.

### 5.3 FORÇA E ELETROMIOGRAFIA

Para a amplitude do sinal eletromiográfico, houve diferença significativa no número de recrutamento de unidades motoras após o tratamento para ambos os membros nos três músculos avaliados. Para Bucci *et al.* (2005) a hipertrofia muscular e as mudanças no recrutamento de unidades motoras são importantes fatores relacionados ao desenvolvimento de força. Para Sale (1988) e Ide *et al.* (2014), incrementos na amplitude do sinal representam o aumento na capacidade de recrutamento de unidades motoras frente à aplicação de treinos de força diversos.

Outro fenômeno que gera aumento na amplitude do sinal eletromiográfico é o incremento na sincronização de unidades motoras, que ocorre devido ao aumento na quantidade de disparos de potenciais de ação advindos de unidades motoras de múltiplos grupamentos musculares sinergistas em uma mesma unidade de tempo (FOLLAND; WILLIAMS, 2007; IDE *et al.*, 2014). Sua função é desempenhada no aumento da taxa de desenvolvimento de força durante contrações rápidas, como ocorreu neste estudo. A sincronização de unidades motoras melhora a coordenação intra e intermuscular, proporcionando maior capacidade de gerar a maior força (IDE *et al.*, 2014).

Já os valores da Fmed das musculaturas analisadas na primeira e na segunda coleta não apresentaram grandes alterações, e até mesmo, decréscimo dos mesmos. Esta semelhança entre os valores coletados antes e depois do tratamento com o protocolo de acupuntura foi algo esperado. Masuda *et al.* (2001) afirma que diferentes autores verificaram a redução da Fmed nos músculos da coxa utilizando ou não protocolos de fadiga.

Quando ocorre aumento na frequência de disparos, representa-se o incremento na velocidade de condução dos potenciais de ação das unidades motoras ativas de maior diâmetro (IDE *et al.*, 2014).

Os resultados deste estudo mostram que não na frequência do sinal, o que era esperado, pois não foi realizado um treinamento muscular específico

para este fim. Portanto o SNC não teve modificação no que diz respeito à ativação neural nesta população de atletas, mas sim, com uma menor limitação causada pela dor, foi possível ativar mais unidades motoras a partir dos treinos já realizados pelos mesmos. Para Ide *et al.* (2014) uma variedade de adaptações são responsáveis pelo incremento da força, potência e taxa de desenvolvimento de força.

## 6 CONCLUSÃO

O protocolo de acupuntura proposto neste estudo sugere melhora significativa no tratamento da sintomatologia dolorosa em região de joelho de atletas corredores, conforme demonstrado pelos dados desta pesquisa. Todos os voluntários relataram sentir diminuição da dor em região de joelho ao final das cinco semanas de atendimento com o protocolo.

O presente estudo ainda demonstrou que o Questionário de dor McGill foi adequado para avaliar a dor, já que a percepção desse sintoma está mais relacionada aos aspectos sensoriais, afetivos e cognitivo-avaliativos e não somente à intensidade da dor. Enquanto que a Escala Visual Analógica de dor mostra-se útil quando usada juntamente com o questionário, por se tornar uma ferramenta simples que o complementa. Esses dois métodos escolhidos para graduar e avaliar a dor nos corredores participantes desta pesquisa apontaram resultados equivalentes.

Quanto à amplitude do sinal eletromiográfico, verificou-se um aumento no número de recrutamento de unidades motoras após o tratamento para os três músculos avaliados, tanto do membro afetado como para o membro contralateral. Essas mudanças apresentadas no recrutamento das unidades motoras são importantes fatores relacionados ao desenvolvimento de força.

Quanto à frequência mediana, verificou-se que não houve grande diferença na velocidade de condução dos potenciais de ação para os músculos avaliados, quando os valores são comparados antes e depois do tratamento, no membro afetado e no membro contralateral.

Para realização de estudos futuros, sugere-se a aplicação do protocolo de acupuntura proposto com número amostral maior, associado a um grupo placebo do tipo duplo cego com o objetivo de reafirmar as evidências sobre este protocolo de acupuntura na diminuição da sintomatologia dolorosa em região de joelho em atletas corredores.

Sugere-se também a aplicação dos questionários de dor a cada atendimento realizado com o protocolo para que se possa verificar com quantos atendimentos o tratamento começa a fazer efeito ou em qual atendimento obtêm-se o maior efeito. E ainda propor realização de reavaliação após determinado tempo de encerrado o tratamento.

## REFERÊNCIAS

- ADAMOWICZ, T. **Estudo dos efeitos da acupuntura sobre os padrões de sono e a secreção de cortisol em mulheres com dor crônica**. 2010. 167 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Molecular) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- ADELMANESH, F. et al. Results from the translation and adaptation of the Iranian Short-Form McGill Pain Questionnaire (I-SF-MPQ): preliminary evidence of its reliability, construct validity and sensitivity in an Iranian pain population. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology*, v. 3, n.1, p.3-27, 2011.
- AGUIAR, P. P. L. et al. Avaliação da influência do treinamento resistido de força em idosos. **Kairós. Revista da Faculdade de Ciências Humanas e Saúde**. v. 17, n. 3, p. 201-217, 2014.
- AL SNIH, S. et al. Pain, lower-extremity muscle strength, and physical function among older Mexican Americans. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 86, n. 7, p. 1394-1400, 2005.
- ALBERTUS-KAJEE, Y., et al. Alternative methods of normalising EMG during running. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 21, n. 4, p. 579-86, 2011.
- AMARAL, J. F. et al. Changes in temporal development of the force in different age groups of women. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 21, n. 1, p. 70-74, 2015.
- ARAÚJO, G. J. S. et al. A aplicabilidade do recurso kinesio taping® no desporto: uma revisão de literatura. **Revista Pesquisa em Fisioterapia**, v. 4, n. 3, p. 189-196, 2015.
- ARAUJO, J. E. de. Sobre o direito de praticar a acupuntura no Brasil. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 16, n. 4, p. V-VI, 2012.
- AUDETTE, J. F.; RYAN, A. H. The role of acupuncture in pain management. **Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America**, v. 15, p. 749-772, 2004.
- BAPTISTA, A. C. de C.; FREITAS, J. P. de. Aplicação x eficácia: avaliação dos efeitos de técnicas cinesioterapêuticas no tratamento de pacientes com dores crônicas na coluna vertebral. **Ciência Atual-Rev. Científica Multidisciplinar das Faculdades São José**, v.1, n. 2, p. 2-7, 2013.
- BARROS, K. R. de. **Metodologia para classificação de sinais EMG para controle de próteses com baixo esforço computacional**. 2005. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.

BECHARA, G. H; Acupuntura: bases científicas e aplicações. **Ciência Rural**, v. 31, n. 6, p. 1091-9, 2001.

BILODEAU, M. et al. EMG frequency content changes with increasing force and during fatigue in the quadriceps femoris muscle of men and women. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 13, n. 1, p. 83-92, 2003.

BITTENCOURT, W. S. et al. O Efeito da música clássica no alívio da dor de crianças com câncer. **UNICIÊNCIAS**, v.14, n.1, p. 2-9, 2010.

BOLETA-CERANTO, D. C. F.; ALVES, T.; ALENDE, F. L. O efeito da acupuntura no controle da dor na odontologia. **Arq Ciências Saúde UNIPAR**. Maio/Ago; v. 12, n. 2, p. 143-8, 2008.

BORGES, L. P. N. C. et al. Measurement of motor nerve conduction velocity in three different sports. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 19, n. 5, p. 328-331, 2013.

BOSCHI, E. S.; LIMA, D. C. Efeitos da manipulação torácica na dor e amplitude de movimento da coluna cervical. **Cippus**, v. 1, n. 1, p. 78-91, 2012.

BOTELHO, A. L. et al. Avaliação eletromiográfica de assimetria dos músculos mastigatórios em sujeitos com oclusão normal. **Revista da Faculdade de Odontologia – UPF**, v. 13, n.3, p. 7-12, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares**. Ministério da Saúde, Municipais de Saúde – Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL, V. V. et al. Qualidade de vida de portadores de dores crônicas em tratamento com acupuntura. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v. 2, n. 10, p. 383-394, 2009.

BROWN, L. **Isokinetics in human performance**. 1ed. Human kinetics, Champaign, 2000.

BRUM, K. N.; ALONSO, A. C.; BRECH, G. C. Tratamento de massagem e acupuntura em corredores recreacionais com síndrome do piriforme. **Arq Ciênc Saúde**, v. 16, n. 2, p. 62-6, 2009.

BUCCI, M. et al. Efeitos do treinamento concomitante hipertrofia e endurance no músculo esquelético. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 13, n. 1, p. 17-28, 2005.

CALLAGHAN, M. J.; MCCARTHY, C. J.; OLDHAM, J. A. The reliability of surface electromyography to assess quadriceps fatigue during multi joint tasks in healthy and painful knees. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 19, n. 1, p. 172-180, 2009.

CANDOW, D. G.; CHILIBECK, P. D. Differences in size, strength, and power of upper and lower body muscle groups in young and older men. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 60, n. 2, p. 148-56, 2005.

CAROMANO, C.; IDE M. R.; KERBAUY, R. R. Manutenção na prática de exercícios por idosos. **Revista do Departamento de Psicologia – UFF**, v. 18, n. 2, p.177-92, 2006.

CARR, D.; GOUDAS, L. Acute pain. **The Lancet**, v. 353, n. 9169, p. 2051-2058, 1999.

CARVALHO, P.; CABRI, J. Avaliação isocinética da força dos músculos da coxa em futebolistas. **Revista Portuguesa de Fisioterapia no Desporto**, v. 1, n. 21, p. 4-13, 2007.

COELHO, B. S. et al. Comparison of strength and functional capacity between elderly strength training and hydrogymnastics practitioners, and non-practitioners of physical exercise. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 17, n. 3, p. 497-504, 2014.

COHEN, J. A power primer. **Psychological Bulletin**, v. 112, n. 1, p. 155, 1992.

CROFFORD, L. J. The hypothalamic-pituitary-adrenal axis in the pathogenesis of rheumatic diseases. **Endocrinol Metab Clin North Am**, v. 31, n. 1, p. 1-13, 2002.

CROISIER, J. L. Factors associated with recurrent hamstring injuries. **Sports Medicine**, v. 34, n. 10, p. 681-695, 2004.

CUNHA, G. S.; RIBEIRO, J. L.; OLIVEIRA, A. R. Níveis de beta endorfina em resposta ao exercício e no sobre-treinamento. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia Metabólica**. São Paulo, v. 52, n. 4, p. 589-93, 2008.

DA SILVA, L. et al. Efeitos da craniopuntura de Yamamoto na osteoartrite de joelho: estudo de caso. **Fisioterapia e pesquisa**, v. 18, n. 3, p. 287-291, 2011.

DA SILVA, M. D. et al. IL-10 cytokine released from M2 macrophages is crucial for analgesic and anti-inflammatory effects of acupuncture in a model of inflammatory muscle pain. **Molecular Neurobiology**, v. 51, n. 1, p. 19-31, 2015.

DE LUCA, C. J. D. The use of surface electromyography in biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 13, n. 1998, p. 135-163, 1997.

DHILLON, S. The acute effect of acupuncture on 20-km cycling performance. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 18, n. 1, p. 76-80, 2008.

DIAS, M. H. et al. Acupuntura em adolescentes com fibromialgia juvenil. **Revista Paul Pediatr**, v. 30, n. 1, p. 6-12, 2012.

DORSHER, P. Acupuncture for chronic pain. **Techniques in Regional Anesthesia & Pain Management**, v. 15, n. 2, p. 55-63, 2011.

DOS SANTOS, D. R.; SPEROTTO, D. F.; PINHEIRO, U. M. S. A medicina tradicional chinesa no tratamento do transtorno de ansiedade: Um olhar sobre o stress. **Revista Contexto & Saúde**, v. 11, n. 20, p. 103-112, 2013.

DUCHENE, J.; GOUBEL, F. Surface electromyogram during voluntary contraction: processing tools and relation to physiological events. **Critical Reviews in Biomedical Engineering**, New York, v. 21, n. 4, p. 313-397, 1993.

EK, J.; GIJN, J.; SAMWEL, H., et al. Pain exposure physical therapy may be a safe and effective treatment for longstanding complex regional pain syndrome type 1: a case series. **Clin Rehabil**, v. 23, n. 12, p. 1059-66, 2009.

FEHR, G. L. et al. Efetividade dos exercícios em cadeia cinética aberta e cadeia cinética fechada no tratamento da síndrome da dor femoropatelar. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 2, p. 66-70, 2006.

FERNANDES, B. H. P.; GOMES, C. R. de G. Mecanismos e Aspectos Anatômicos da Dor. **Saúde e Pesquisa**, v. 4, n. 2, p. 237-246, 2011.

FERNANDES, D.; LOURENÇO, T. F.; SIMÕES, E. C. Fatores de risco para lesões em corredores de rua amadores do estado de São Paulo. **RBPFE-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 8, n. 49, p. 656-663, 2014.

FERREIRA, A. de F., et al. Efeito imediato da acupuntura na atividade elétrica de músculos do corpo humano avaliado através da Eletromiografia. **Revista Horizonte Científico**, v. 6, n. 1, p. 1-23, 2012.

FERREIRA, E. A. G. et al. Avaliação da dor e estresse em pacientes com fibromialgia. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 42, n. 2, p. 104-110, 2002.

FERREIRA-VALENTE, M. A.; PAIS-RIBEIRO, J. L.; JENSEN, M. P. Validity of four pain intensity rating scales. **PAIN**, v. 152, n. 10, p. 2399-2404, 2011.

FOCKS, C.; MÄRZ, U. **Guia prático de acupuntura: localização de pontos e técnicas de punção**. Barueri: Manole, 2008.

FOLLAND, J. P.; WILLIAMS, A. G. The adaptations to strength training: morphological and neurological contributions to increased strength. **Sports Med**, v. 37, n. 2, p. 145-68, 2007.

FORTUNATO, J. G. S. et al. Escalas de dor no paciente crítico: uma revisão integrativa. **Revista Hupe**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 110-117, 2013.

FRAGA, C. H. W. et al. Comparação do sinal EMG e das características da passada em diferentes protocolos de corrida incremental. **Revista Brasileira de Educação Física no Esporte**, v. 26, n. 4, p. 599-610, 2012.

FREITAS, A. T. A. G. **Avaliação da eficácia da analgesia com acupuntura pela análise imuno-histoquímica da expressão de proteína C-Fos: estudo em modelo experimental de dor aguda em ratos.** 2012. 48 f. Monografia (Graduação em Ciências Biomédicas) - Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Botucatu, 2012.

GAGLIESE, L.; MELZACK, R. Chronic pain in elderly people. **Pain.** 70(1):3-14, 1997.

GHATAK, R. K.; KANTI DAS, T. Acupuncture as a Modality in Low Back Pain. **IJPMR**, v. 19, n. 1, p. 21-23, 2008.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

GIRÃO, A. C. Acupuncture in the treatment fanxiety in climacteric: Additional therapy in mental health promotion. **Journal of Nursing UFPE**, Recife, v. 8, n. 6, p. 1538-44, 2014.

GOSLING, A. P. Physical therapy action mechanisms and effects on pain management. **Revista Dor.** São Paulo, v. 13, n. 1, p. 65-70, 2013.

GUIEU, R.; BLIN, O.; POUGET, J.; SERRATRICE, G. Nociceptive threshold and physical activity. **Can J Neurol Sci**, v. 19, n. 1, p. 69-71, 2002.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Fisiologia humana.** 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica.** 12 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

HAUPENTBAL, A.; DOS SANTOS, D. P. Força e contato patelofemoral como fundamentos biomecânicos para reabilitação da síndrome patelofemoral. **Fisioterapia em Movimento**, v. 19, n. 4, p. 11-6, 2006.

HERMENS, H. J. et al. Development of recommendations for semg sensors and sensor placement procedures. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 10, n. 5, p. 361-374, 2000.

HESPANHOL JR, L. C.; COSTA, L. O. P; CARVALHO, A. C. A.; LOPES, A. D. Perfil das características do treinamento e associação com lesões musculoesqueléticas prévias em corredores recreacionais: um estudo transversal. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 16, n. 1, p. 46-53, 2012.

HINMAN, R. S. et al. Efficacy of acupuncture for chronic knee pain: protocol for a randomized controlled trial using a Zelen design. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 12, n. 1, p. 161, 2012.

HINMAN, R. S. et al. Acupuncture for chronic knee pain: a randomised clinical trial. Authors' reply. **Acupuncture in Medicine**, v. 33, n. 1, p. 86-88, 2015.

HOHMANN, E.; WÖRTLER, K.; IMHOFF, A.B. MR imaging of the hip and knee before and after marathon running. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 32, n. 1, p. 55-59, 2004.

HSU, W. L. et al. An alternative test of electromyographic normalization in patients. **Muscle Nerve**, v. 33, n. 2, p. 232-4, 2006.

HUMENHUK, G.; LIMA, M. C. de A. M. Prevalência de dor em indivíduos do programa HidroMafra. **Saúde e Meio Ambiente: Revista Interdisciplinar**, v. 1, n. 2, p. 152-163, 2013.

IDE, B. N. et al. Adaptações Neurais ao Treinamento de Força. **Acta Brasileira do Movimento Humano**, v. 4, n. 5, p. 1-16, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEDICINA TRADICIONAL CHINESA. Disponível em: <http://www.abarj.com.br/acupuntura.htm>. Acesso em: jul. 2014.

IRNICH, D. et al. Randomised trial of acupuncture compared with conventional massage and "sham" laser acupuncture for treatment of chronic neck pain. **BMJ**, v. 322, n. 7302, p. 1574-8, 2001.

KAGITANI, F; UCHIDA, S; HOTTA, H. Afferent nerve fibers and acupuncture. **Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical**. v.157, n. 1, p. 2-8, 2010.

KAWAKITA, K.; SHINBARA, H.; IMAI, K.; FUKUDA, F.; YANO, T.; KURIYAMA, K. How Do Acupuncture and Moxibustion Act? Focus in gon the Progress in Japanese Acupuncture Research. **Journal of Pharmacological Sciences**, v. 100, n. 5, p. 443-459, 2006.

KIELING, G. Risco na prática da acupuntura e sua prevenção: Uma revisão da literatura. **Jornal de Práticas Integrativas Complementares**, v.1, n.1, p. 49-82, 2013.

KIRK, R. E. Practical significance: a concept whose time has come. **Educ Psychol Meas**, v. 56, n. 3, p. 746-59, 1996.

KLASS, M.; BAUDRY, S.; DUCHATEAU, J. Voluntary activation during maximal contraction with advancing age: a brief review. **Eur J Appl Physiol**, v. 100, n. 5, p. 543-51, 2007.

KNOBEL, R. **Técnicas de Acupuntura para Alívio da Dor no Trabalho de Parto: Ensaio Clínico**. 2002. 155 f. Tese (Doutorado em Tocoginecologia) - Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

KOEPPEN, B. M.; STANTON, B. A. **Fisiologia**. 6 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

KOLTYN, K. F. Analgesia following exercise: a review. **Sports Med**, v. 29, n. 2, p. 85-98, 2000.

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

KOPF, A.; PATEL, N. **Fisiopatologia da Dor: Guia para o tratamento da dor em contextos de poucos recursos**. Seattle, IASP Press, 2010.

KNUTZEN, K. M. et al. The effect of high resistance weight training on reported pain in older adults. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 6, n. 4, p. 455-60, 2007.

LEWITH, G. T.; KENYON, J. N. Physiological and psychological explanation for the mechanism of acupuncture as a treatment for chronic pain. **Soc SciMed**, v. 19, n. 12, p. 1367-78, 1984.

LIMA, G. C. de S. et al. Análise da funcionalidade e da dor de indivíduos portadores de síndrome do impacto, submetidos à intervenção fisioterapêutica. **Revista Fisioterapia em Movimento**, v. 20, n. 1, p. 61-9, 2007.

LINDENAU, J. D.; GUIMARÃES, L. S. P. Calculating the Effect Size in SPSS. **Revista HCPA**, v. 32, n. 3, p. 363-381, 2012.

LOPES, A. D. HESPANHOL JR., L. C. Reabilitação das principais lesões relacionadas à corrida. **Revista CES Movimento y Salud**, v. 1, n. 1, p. 19-28, 2013.

LUCENA, A. P. et al. A influência da crioterapia na fratura distal de radio. **Revista de Trabalhos Acadêmicos**, n. 2, p. 1-13, 2013.

LYNCH, N. A. et al. Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. **J Appl Physiol**, v. 86, n. 1, p. 188-94, 1999.

MACHADO, A. F. **Corrida: Bases científicas do treinamento**. 1ed. São Paulo: Ícone, 2011.

MACHADO, J. O. M.; MEJIA, D. P. M. Acupuntura no tratamento de cervicalgia. **Pós-graduação em Acupuntura**. Faculdade Ávila, 2011.

MACHADO, V. C. V.; BITTENCOURT, D. C. A conduta fisioterapêutica convencional e a osteopática no tratamento de pacientes com dor lombar crônica. **Revista Contexto e Saúde**. Ijuí, v. 10, n. 20, p. 551-558, 2011.

MACPHERSON, H. et al. Influence of control group on effect size in trials of acupuncture for chronic pain: a secondary analysis of an individual patient data meta-analysis. **PLoS one**, v. 9, n. 4, p. e93739, 2014.

MAGALHÃES, J. et al. concentric quadriceps and hamstrings isokinetic strength in volleyball and soccer players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 44, n. 2, p. 119-125, 2004.

MALONE, T. R.; MC POIL, T.; NITZ, A. J. **Orthopedic and Sports Physical Therapy**. 3rd ed. St. Louis: Mosby; 1997.

MARCHETTI, P. H.; DUARTE, M. Instrumentação em eletromiografia. **Laboratório de biofísica, escola de educação física e esporte. São Paulo: Universidade de São Paulo**, 2006.

MARDINI, B. F., SANTOS, D. L., MUSSE, C. A. I. Neurofisiologia da dor: qual a sua importância. **Acta Med**, v. 32, n. 3, p. 382-91, 2011.

MARIEB, E. N.; HOEHN, K. **Human anatomy & physiology**. 8 ed. San Francisco: Benjamin Cummings, 2010.

MASSÓ GONZÁLEZ, E. L. et al. Variability among nonsteroidal antiinflammatory drugs in risk of upper gastrointestinal bleeding. **Arthritis & Rheumatism**, v. 62, n. 6, p. 1592-1601, 2010.

MASUDA, T. et al. Influence of contraction force and speed on muscle fiber conduction velocity during dynamic voluntary exercise. **Journal Electromyogr Kinesiol**, v. 11, n. 2, p. 85-94, 2001.

MATSUDO, S. M.; MATSUDO, V. K. R.; BARROS NETO, T. L. Efeitos benéficos da atividade física na aptidão física e saúde mental durante o processo de envelhecimento. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 5, n. 2, p. 60-76, 2012.

MAYER, D. J. Biological mechanism of acupuncture. **Prog Brain Res**, v. 122, n. 1, p. 457-77, 2000.

MEDEIROS, J. F. Efeitos do programa de exercícios sobre a cervicalgia e as aptidões físicas relacionadas à saúde: estudo de caso. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 7, n. 42, p. 508-516, 2013.

MELZACK, R: The McGill Pain Questionnaire: major properties and scoring methods. **Pain**, v. 1, n. 1, p. 277-299, 1975.

MELZACK, R.; KATZ, J. Pain Measurement in Persons in Pain, em: Wall PD, Melzack R. Textbook of Pain. 3ed, Edinburgh, Churchill Livingstone, 1994.

MENEZES, C. N. B. et al. A percepção de dor a partir da visão de médicos e estudantes universitários. **Revista Dor**, v. 7, n.3, p. 809-818, 2006.

MENEZES, C. R. O.; MOREIRA, A. C. P.; BRANDÃO, W. B. Base neurofisiológica para compreensão da dor crônica através da Acupuntura. **Revista Dor**, v. 11, n. 2, p. 161-8, 2010.

MERLETTI, R.; PARKER, P. A. **Electromyography: physiology, engineering, and non-invasive applications**. Vol. 11. John Wiley & Sons, 2004.

MILLEN, M. Descending control of pain. **Progress in Neurobiology**, v. 66, n. 6, p. 378, 2002.

MIYAMOTO, G. C. et al. Alongamento muscular segmentar melhora função e alinhamento do joelho de indivíduos com síndrome femoropatelar: estudo preliminar. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 16, n. 4, p. 269-272, 2010.

MOFFAT, R.; RAE, C. Anatomy, physiology and pharmacology of pain. **Anesthesia and Intensive Care Medicine**, v. 12, n. 1, pp.12-15, 2010.

MORGAN, C. R.; SANTOS, F. S. Estudo da estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) nível sensorio para efeito de analgesia em pacientes com osteoartrose de joelho. **Fisioterapia em Movimento**, v. 24, n. 4, p. 637-46, 2011.

NEOGI, T. et al. Consistency of knee pain: correlates and association with function. **Osteoarthritis Cartilage**, v. 18, n. 10, p. 1250-5.45, 46, 2010.

NICHOLSON, B; VERMA, S. Comorbidities in chronic neuropathic pain. **Pain Med**, v. 5, n. 1, p. S9-S27, 2004.

NOBACK, C. et al. **The Human Nervous System: Structure and function**. 6 ed. New Jersey: Humana Press, 2005.

NOBRE, T. L. Comparação dos exercícios em cadeia cinética aberta e cadeia cinética fechada na reabilitação da disfunção femoropatelar. **Fisioterapia em Movimento**, v. 24, n. 1, p. 167-172, 2011.

OLAUSSON, H. et al. Feelings of warmth correlate with neural activity in right anterior insular cortex. **Neurosci Lett**, v. 389, n. 1, p. 1-5, 2005.

OLIVEIRA, C. C. et al. A dor e o controle do sofrimento. Lab. de Psicofisiologia do Departamento de Fisiologia e Biofísica do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG. **Revista de Psicofisiologia**, v.1, n.1, p. 1-26, 1997.

ORSATTI, F. L. et al. Redução da força muscular está relacionada à perda muscular em mulheres acima de 40 anos. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v.13, n.1, p.36-42, 2011.

ORTOLAN, R. L. **Estudo e avaliação das técnicas de processamento do sinal mioelétrico para o controle de sistemas de reabilitação**. 2002. 133 f. Dissertação (Mestre em Ciências) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

OSÓRIO, S. M. B.; SILVA JR., L. G. da; NICOLAU, A. I. O. Avaliação da efetividade de métodos não farmacológicos no alívio da dor do parto. **Revista da Rede de Enfermagem do Nordeste - Revista Rene**, v. 15, n. 1, p. 174-184, 2014.

O'SULLIVAN, S; SCHMITZ, T. J. **Fisioterapia: Avaliação e tratamento**. 2 ed. São Paulo: Manole, 1993.

PAI, J. H. **Acupuntura: de terapia alternativa à especialidade médica**. São Paulo: CEIMEC, 2005.

PETERSON, L.; RESTROM, P. **Mecanismo e etiologia das lesões**. In:\_\_\_\_\_. Lesões do esporte: prevenção e tratamento. São Paulo: Manole, 2002.

PHAN, S. Effects of Acupuncture versus Non-Acupuncture Treatment on Pain. Undergraduate Review: **A Journal of Undergraduate Student Research**, v. 16, n. 1, p. 36-44, 2015.

PILEGGI, P. et al. Incidência e fatores de risco de lesões osteomioarticulares em corredores: um estudo de coorte prospectivo. **Revista Brasileira de Educação Física no Esporte**, São Paulo, v. 24, n. 4, p.453-462, 2010.

PIMENTA, C. A. de M.; TEIXEIRA, M. J. Questionário De Dor McGill: Proposta de adaptação para a língua portuguesa. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v. 47, n. 2, p. 177-186, 1997.

PINTO, L. C. **Eletromiografia Clínica**. São Paulo: Atheneu, 1996.

POVOLNY, B. Acupuncture and traditional chinese medicine: an overview. **Techniques in Regional Anesthesia and Pain Management**, v. 12, n. 2, p. 109-110, 2008.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2 ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PURKAYASTHA, S. et al. Surface electromyographic amplitude-to-work ratios during isokinetic and isotonic muscle actions. **J Athl Train**, v. 41, n. 3, p. 314-20, 2006.

REIS, M. C. R.; SALLES, M.; LICURCI, M. G. B.; FAGUNDES; A. A. Efeito da acupuntura no alívio da dor de pontos gatilhos miofasciais hipersensíveis dos músculos trapézio e romboide e sua ação sobre a variabilidade da frequência cardíaca. **XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica**, Universidade do Vale do Paraíba, 2011.

REN, K.; DUBNER, R. Neuron-glia crosstalk gets serious: role in pain hypersensitivity. **Current opinion in anaesthesiology**, v. 21, n. 5, p. 570, 2008.

RICCIOTTI, A. C. **Utilização de Wavelets no processamento de sinais de EMG**. 2006. 116f. Dissertação (Mestre em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

RIGLER, I.; PODNAR, S. Impact of electromyographic findings on choice of treatment and out come. **European Journal of Neurology**, v. 14, n. 7, p. 783-787, 2007.

ROBERTSON, D. G. E. **Research Methods in Biomechanics. Two dimensional inverse dynamics**. Champaign, IL. Human Kinetics, 2004.

ROCHA, S. P. et al. A acupuntura no Sistema Único de Saúde no município de São Paulo: história e memória. **Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade**, v. 7, n. 1, p. 21, 2012.

RODRIGUES, P. A.; FERREIRA, A. A.; WATANABE, L. A. R. A hidroterapia na reabilitação da lesão do ligamento cruzado anterior–LCA. **AMAZÔNIA: Science & Health**, v. 2, n. 3, p. 44-49, 2014.

ROSTED, P. The use of acupuncture in dentistry: a review of the scientific validity of published papers. **Oral dis**, v. 4, n. 2, p. 100-4, 1998.

ROUFFET, D. M.; HAUTIER, C. A. EMG normalization to study muscle activation in cycling. **J. Electromyogr Kinesiol**, v.18, n. 5, p. 866-78, 2008.

SACKETT, D. L. et al. **Medicina baseada em evidências: prática e ensino**. Artmed, 2003.

SALE, D. G. Neural adaptation to resistance training. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 20, n. 5, p. S135-45, 1988.

SANTOS, C. C. et al. Aplicação da versão brasileira do questionário de dor McGill em idosos com dor crônica, **Revista Acta Fisiatr**, v. 13, n. 2, p. 75-82, 2006.

SANTOS, M. J. N. S. et al. Acupuntura como proposta de tratamento na hérnia discal. **Revista Eletrônica de Ciências**, v. 10, n. 15, p. 1-7, 2011.

SANTOS, R. L.; SOUZA, M. S. P. L. Utilização da estimulação elétrica neuromuscular para o ganho de força e diminuição da dor em pacientes com disfunção patelofemoral: revisão de literatura. **Acta Ortopédica Brasileira**, v. 21, n. 1, 2013.

SANTOS, R. S. dos. **Avaliação dos mecanismos fotobiológicos envolvidos na antinocicepção induzida pela terapia por diodo emissor de luz em camundongos**. 2013. 155 f. Dissertação (Doutorado em Neurociências) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

SELYA, A. S. et al. A practical guide to calculation Cohen's  $f^2$ , a measure of local effect size, from proc mixed. **Front Psychol**, v. 3, n. 111, 2012.

SETZ, V. G. et al. Avaliação e Intervenção para o alívio da dor. **Acta Paul Enf**, v. 14, n. 2, p. 55-65, 2001.

SCHMIDA, A.; BRUNNERB, F.; WRIGHT, A. et al. Paradigm shift in manual therapy. Evidence for a central nervous system component in the response to passive cervical joint mobilisation. **Man Ther**, v. 13, n. 5, p. 387-96, 2008.

SCHWARTZMANN, N. S.; DOS SANTOS, F. C.; BERNARDINELLI, E. Dor no ombro em nadadores de alto rendimento: possíveis intervenções fisioterapêuticas preventivas. **Revista de Ciências Médicas**, v. 14, n. 2, p. 199-212, 2012.

SHERWOOD, L. **Human physiology: from cells to systems**. 7 ed. Canada, Books/Cole, 2010.

SILVA, A. I. P. O Tratamento da Ansiedade por Intermédio da Acupuntura: Um Estudo de Caso. **Revista Psicologia, Ciência e Profissão**, v. 30, n.1, p. 200-211, 2010.

SILVA, C. R. da et al. Analysis of reliability of EMG signal frequency domain parameters used in the characterization of localized muscle fatigue. Motriz: **Revista de Educação Física**, v. 18, n. 3, p. 456-464, 2012.

SILVA, N. et al. Exercício físico e envelhecimento: benefícios à saúde e características de programas desenvolvidos pelo LABSAU/IEFD/UERJ. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto**, v. 13, n. 2, p. 75-85, 2014.

SKYBA, D.; RADHAKRISHNAN, R. R.; ROHLWING, J. et al. Joint manipulation reduces hyperalgesia by activation of monoamine receptors but not opioid or GABA receptors in the spinal cord. **Pain**, v. 106, n. 1-2, p. 159-68, 2003.

SOUZA, C. A. B. Principais lesões em corredores de rua. **Revista UNILUS - Ensino e Pesquisa**, v. 10, n. 20, p. 35-40, 2013.

SOUZA, J. B. Poderia a atividade física induzir analgesia em pacientes com dor crônica? **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, n. 2, p. 145-150, 2009.

SOUSA, M. da L. R. de et al. Effects of acupuncture in adults with temporomandibular disorders. **Revista Dor**, v. 15, n. 2, p. 87-90, 2014.

STAPAIT, E. L. et al. Fortalecimento dos estabilizadores da cintura escapular na dor no ombro: revisão sistemática. **Fisioterapia em Movimento** Curitiba, v. 26, n. 3, p. 667-675, 2013.

TAFFAREL; M. O.; FREITAS, P. M. C. Acupuntura e analgesia: aplicações clínicas e principais acupontos. **Ciência Rural**, v. 39, n. 9, p. 2665-72, 2009.

THURM, B. E. **Efeitos da dor crônica em atletas de alto rendimento em relação ao esquema corporal, agilidade psicomotora e estados de humor.** 2007. 81 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2007.

TUCKER, D. M. Spatial sampling of head electrical fields: the geodesic sensor net. **Electroencephalography and clinical neurophysiology**, v. 87, n. 3, p. 154-163, 1993.

VAN GENT, B. et al. Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: a systematic review. **British Journal of Sports Medicine**, v. 41, n. 8, p. 490-480 2007.

VAN MIDDELKOOP, M. et al. Risk factors for lower extremity injuries among male marathon runners. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 18, n. 6, p. 691-697, 2008.

VAŘEKOVÁ, R. et al. Evaluation of postural asymmetry and gross joint mobility in elite female volleyball athletes. **Journal of Human Kinetics**, v. 29, n. 13, p. 5-13, 2011.

VICKERS, A. J.; LINDE, K. Acupuncture for chronic pain. **JAMA**, v. 311, n. 9, p. 955-956, 2014.

VIDMAR, M. F. et al. Avaliação da performance muscular em atletas profissionais de futebol de campo. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 21, n. 2, p. 82-88, 2013.

WEN, T. S. **Acupuntura Clássica Chinesa.** São Paulo: Cultrix, 1985.

WHITE, A. Medical Acupuncture: a definition. **Acupunct Med March**, v. 27, n. 1, p. 33, 2009.

WIBELINGER, L. M. et al. Effects of conventional physiotherapy and wii therapy on pain and functional capacity of elderly women with knee osteoarthritis. **Revista Dor**, v. 14, n. 3, p. 196-199, 2013.

WIDGEROW, A.; KALARIA, S. Pain mediators and wound healing-establishing the connection. **Burns**, v.38, n. 7, p. 951-959, 2012.

WIECHMANN, M. T.; RUZENE, J. R. S.; NAVEGA, M. T. Effects of resistive exercise in the mobility, flexibility, muscle strength, and balance of the elderly. **ConScientiae Saúde**, v. 12, n. 2, p. 219, 2013.

WOOLF, C. Central sensitization: Implications for the diagnosis and treatment of pain. **Pain**, v. 152, n. 3, p.3, 2011.

YAMAMURA, Y. **Acupuntura Tradicional - A arte de inserir.** 2 ed. São Paulo: Roca, 2004.

YENG, L. et al. **Medicina Física e Reabilitação em Doentes com Dor Crônica**, 2001.

XINNONG, C. **Acupuntura e moxibustão chinesa**. Tradução Ednéia Iara Souza Martins. São Paulo: Roca, 1999.

ZUPPA, C. **Efeitos de um protocolo de intervenção de acupuntura sobre sintomas psicológicos, qualidade do sono e imunossenescência em idosos**. 2014. 43 f. Dissertação (Mestrado em Gerontologia Biomédica) - Instituto de Geriatria e Gerontologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

## APÊNDICE

### APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) TERMO DE CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ (TCUISV)

**Título do Projeto:** Eletromiografia e teste de força máxima para avaliação de protocolo de acupuntura para dor de joelho de corredores.

**Investigador:** Ana Paula Rehme Siqueira - Mestranda no Programa de Engenharia Biomédica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

**Orientadora:** Prof. Dr. Leandra Ulbricht – Docente no Programa de Engenharia Biomédica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

**Local da Pesquisa:** Campus Curitiba – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

**Endereço:** Av. Sete de Setembro, 3165 – Rebouças.

#### A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

##### 1. Apresentação da pesquisa

Você está sendo convidado a participar, como voluntário, da pesquisa intitulada: “Eletromiografia e teste de força máxima para avaliação de protocolo de acupuntura para dor de joelho de corredores”. Primeiramente, o participante deverá responder dois questionários para mensurar os parâmetros de dor que o mesmo apresenta, em seguida, sua pele será preparada para colocação dos eletrodos. Os pelos serão raspados nos locais e a pele higienizada. Para a realização da coleta de dados sobre a contração de força máxima das musculaturas em questão, será solicitada uma contração máxima de dez segundos, por três vezes, com intervalo para descanso de três minutos entre cada uma das contrações. Logo após as contrações solicitadas, será aplicado o protocolo de acupuntura, com o participante deitado confortavelmente sobre uma maca. Este protocolo de acupuntura será repetido por cinco vezes, com duração de 40 minutos para cada aplicação. Após o término das aplicações do protocolo de acupuntura, será realizada uma reavaliação da contração de força máxima dos músculos estudados, utilizando o mesmo protocolo de força máxima citado anteriormente. E após, o questionário e as escalas de dor serão aplicados novamente.

## **2. Objetivos da pesquisa**

O objetivo geral será analisar os parâmetros da dor na região de joelho em corredores submetidos ao tratamento de acupuntura. E como objetivos secundários têm-se:

- Quantificar a intensidade da dor na articulação do joelho antes e pós tratamento;
- Avaliar a força muscular dos músculos vasto lateral, vasto medial e reto femoral antes e pós tratamento;
- Aplicar tratamento de acupuntura para abolição e/ou diminuição da dor de joelho por 5 semanas;
- Analisar o efeito do tratamento com acupuntura na intensidade da dor;
- Correlacionar o impacto do tratamento nos parâmetros de força muscular.

## **3. Participação na pesquisa**

A avaliação e a aplicação do protocolo de Acupuntura durará em torno de 90 minutos. Após a colocação dos eletrodos de superfície, que serão utilizados para coletar dados eletromiográficos a partir da avaliação da força máxima de alguns músculos selecionados, será aplicado um protocolo específico de acupuntura, no qual o principal objetivo é a analgesia da região de joelho. A reavaliação será similar à avaliação, e será realizada com o objetivo de comparação entre as duas, para analisar, por meio da eletromiografia, se a dor apresentada pelo indivíduo em um primeiro momento encontra-se igual, maior ou menor do que antes do tratamento. Um protocolo de dor também deverá ser respondido pelo voluntário antes, durante e depois do tratamento. Todo o material utilizado na aplicação do protocolo de acupuntura será de responsabilidade da pesquisadora, sendo que este será individualizado e descartável.

## **4. Confidencialidade**

As informações relacionadas ao estudo serão conhecidas somente pela equipe de pesquisa descrita ao final deste termo. Sua identidade será preservada e mantida em confidencialidade.

## **5. Desconfortos, Riscos e Benefícios**

### **5a) Desconfortos e ou Riscos:**

É possível que durante a avaliação e reavaliação da força máxima da musculatura reto femoral, vasto lateral e vasto medial, o participante possa apresentar dor em região de joelho, similar à dor apresentada durante os treinos de corrida, causada pela contração. E esta dor poderá ser amenizada por meio da aplicação do protocolo de acupuntura.

Durante a aplicação do protocolo de acupuntura, o participante pode sentir desconforto em alguns pontos utilizados durante a puntura com as agulhas. Caso isto ocorra, a agulha poderá ser colocada mais superficialmente. Este desconforto dependerá do limiar de dor de cada pessoa, e todos os cuidados necessários serão tomados para evitá-lo.

**5b) Benefícios:**

Essa pesquisa apresenta como benefício para o participante a contribuição para a melhoria da Qualidade de Vida, por meio da diminuição ou mesmo da abolição da dor em região de joelho em atletas corredores, por meio de cinco aplicações da técnica de acupuntura, que poderá melhorar seus treinos e resultados em provas de corrida.

E para a comunidade científica, a criação de novo protocolo para controle da dor em joelho em corredores de ambos os sexos; avaliação dos parâmetros de dor de corredores; análise da porcentagem de atletas participantes das etapas de corrida da SMELJ que apresentam dor em região de joelho.

**6. Critérios de inclusão e exclusão**

Serão considerados incluídos na pesquisa, corredores com idade entre 20 e 52 anos, que apresentem dor em região de joelho, que não apresentem deficiência física, e que tenham assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Serão excluídos do estudo: corredores que tenham lesões comprometedoras de MMII, que dificulte uma avaliação adequada, corredoras que se encontrem em período gestacional, indivíduos que estejam fazendo uso de medicamentos que possam interferir nos resultados da pesquisa, indivíduos que apresentem problemas cognitivos que dificultem o entendimento de qualquer parte da pesquisa.

**7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo**

A sua participação neste estudo é voluntária. Caso você não queira mais fazer parte da pesquisa, você poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam o termo de consentimento livre e esclarecido assinado. A sua recusa ou desistência não implicará em multas ou quaisquer outros problemas.

**8. Ressarcimento ou indenização**

A sua recusa, ou abandono da pesquisa, não implicará em multas ou quaisquer problemas. As despesas necessárias para a realização da pesquisa (exames, material, etc.) não são de sua responsabilidade e pela sua participação no estudo você não receberá qualquer valor em dinheiro. Quando os resultados forem publicados, o seu nome não aparecerá em hipótese alguma. Em caso de imprevistos decorrentes dos procedimentos da pesquisa, haverá uma indenização na forma de tratamento do mesmo, sendo que esta despesa ocorrerá totalmente por conta do pesquisador.

**B) CONSENTIMENTO**

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo, permitindo que os pesquisadores relacionados neste documento obtenham fotografia, filmagem ou gravação de voz de minha pessoa para fins de pesquisa científica/ educacional.

Concordo que o material e as informações obtidas relacionadas à minha pessoa possam ser publicados em aulas, congressos, eventos científicos, palestras ou periódicos científicos. Porém, não devo ser identificado por nome ou qualquer outra forma.

As fotografias, vídeos e gravações ficarão sob a propriedade do grupo de pesquisadores pertinentes ao estudo e sob sua guarda.

Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome completo: \_\_\_\_\_

RG: \_\_\_\_\_ Data de Nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

CEP: \_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Profissão: \_\_\_\_\_

Tempo que pratica o esporte: \_\_\_\_\_

Quantas horas por semana você treina em média? \_\_\_\_\_

Qual é o histórico da dor? (quando iniciou, se houve trauma) \_\_\_\_\_

Peso / Altura \_\_\_\_\_

Realiza outras atividades físicas associadas? Qual? Há quanto tempo? \_\_\_\_\_

**Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do  
sujeito pesquisado**

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(CEP/UTFPR)

REITORIA: Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR,  
telefone: 3310-4943,  
e-mail: coep@utfpr.edu.br

## ANEXOS

### ANEXO A – QUESTIONÁRIO DE DOR MCGILL

Algumas palavras descrevem a sua dor atual. Marque as palavras que melhor descrevem a sua dor. Não escolha aquelas que não se aplicam. Escolha apenas uma palavra de cada quadro. A mais adequada para descrição de sua dor.

1 1. Vibração 2. Tremor 3. Pulsante 4. Latejante 5. Como batida 6. Como pancada	2 1. Pontada 2. Choque 3. Tiro	3 1. Agulhada 2. Perfurante 3. Facada 4. Punhalada 5. Em lança	4 1. Fina 2. Cortante 3. Estraçalhada	5 1. Beliscão 2. Aperto 3. Mordida 4. Cólica 5. Esmagamento
6 1. Fisgada 2. Puxão 3. Em torção	7 1. Calor 2. Queimação 3. Fervente 4. Em brasa	8 1. Formigamento 2. Coceira 3. Ardor 4. Ferroada	9 1. Mal localizada 2. Dolorida 3. Machucada 4. Doída 5. Pesada	10 1. Sensível 2. Esticada 3. Esfolante 4. Rachando
11 1. Cansativa 2. Exaustiva	12 1. Enjoada 2. Sufocante	13 1. Amedrontada 2. Apavorante 3. Aterrorizante	14 1. Castigante 2. Atormenta 3. Cruel 4. Maldita 5. Mortal	15 1. Miserável 2. Enlouquecedora
16 1. Chata 2. Que incomoda 3. Desgastante 4. Forte 5. Insuportável	17 1. Espalha 2. Irradia 3. Penetra 4. Atravessa	18 1. Aperta 2. Adormece 3. Repuxa 4. Espreme 5. Rasga	19 1. Fria 2. Gelada 3. Congelante	20 1. Aborrecida 2. Dá náuseas 3. Agonizante 4. Pavorosa 5. Torturante

**ANEXO B – ESCALA VISUAL ANALÓGICA DE DOR (EVA)**