



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA

RAQUEL DE MOURA CAMPOS DINIZ

TERMOMONITORAMENTO DO TENDÃO DO CALCÂNEO DURANTE
EXERCÍCIO ISOMÉTRICO ASSOCIADO À FOTOBIMODULAÇÃO:
RESULTADOS PRELIMINARES

JOÃO PESSOA

2021

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA**

RAQUEL DE MOURA CAMPOS DINIZ

**TERMOMONITORAMENTO DO TENDÃO DO CALCÂNEO DURANTE
EXERCÍCIO ISOMÉTRICO ASSOCIADO À FOTOBIMODULAÇÃO:
RESULTADOS PRELIMINARES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca examinadora como parte dos requisitos para a obtenção do título de bacharel em Fisioterapia pela Universidade Federal da Paraíba.

JOÃO PESSOA

2021

RAQUEL DE MOURA CAMPOS DINIZ

**TERMOMONITORAMENTO DO TENDÃO DO CALCÂNEO DURANTE
EXERCÍCIO ISOMÉTRICO ASSOCIADO À FOTOBIMODULAÇÃO:
RESULTADOS PRELIMINARES**

Trabalho de conclusão de curso (TCC) elaborado como requisito parcial para conclusão do
Curso de Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal da Paraíba.

Aprovado em: 02/12/2021

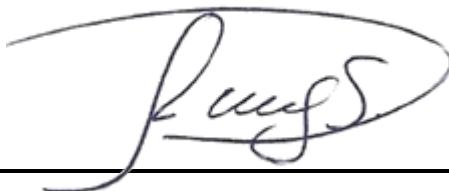
Nota: 10,0



Prof. Dr. José Jamacy de Almeida Ferreira (Orientador – Universidade Federal da Paraíba)



Prof. Dra. Valéria Mayaly Alves de Oliveira (Membro interno – Universidade Federal da Paraíba)



Prof. Dr. José Diego Sales do Nascimento (Membro externo)

JOÃO PESSOA

2021

Dedico este trabalho a minha mãe, Josenilda de Moura Diniz, por todo cuidado, esforço e dedicação para me proporcionar uma vida melhor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por guiar os meus passos todos os dias e por me conceder saúde e determinação para alcançar meus objetivos com sabedoria;

Aos meus pais, Aroldo e Josenilda, pelos cuidados e dedicação que tiveram comigo durante a vida, ensinando o caminho do bem, da humildade e principalmente da honestidade, além de nos incentivar a valorizar todas as minhas conquistas;

Aos meus avôs, José Balbino e Josefa Maria (*In Memoriam*), por todo cuidado, apoio, incentivo e ensinamentos que nunca serão esquecidos;

Aos meus tios e tias, especialmente Cosme, Mara, Josy e Josélia, por todo apoio, incentivo, conselhos e cuidados. Todos vocês têm uma contribuição imensa na minha formação como ser humano.

Ao meu namorado e amigo, Cleudyson Joab, por toda companhia, incentivo e paciência nos meus momentos de estresse;

A minha amiga, Susielly, que me acompanha desde o ensino médio. Muito obrigada por todas as palavras de incentivo e apoio, além dos momentos de descontração que me arrancaram boas gargalhadas;

As colegas: Amanda, Lorrayne, Marcela, Mariana, Mayara, Rayanne e Winne, por todo apoio desde o início da graduação. Sempre guardarei em minha memória momentos inesquecíveis que vivenciamos nesses cinco anos de curso.

Aos colegas de LabTerm, Angélica, Luanny, Eliene e Davi por toda ajuda e empenho durante a coleta deste trabalho, pelo esforço e dedicação para obter os melhores resultados.

Ao meu orientador: Profº Dr. José Jacy de Almeida Ferreira, por todo auxílio durante a graduação, disposição, paciência e atenção durante a construção deste trabalho;

Aos professores da banca, profª Drª Valéria Mayaly e profº Dr. José Diego, por todo empenho, paciência e exemplo profissional e pessoal desde o quinto período, vocês são referências na minha formação;

A todos os profissionais que fazem parte da instituição UFPB, com certeza todos aqueles que cruzaram meu caminho tem seu grau de contribuição na minha formação acadêmica e pessoal.

RESUMO

Introdução: O tendão do calcâneo (TC) está envolvido em diversas atividades funcionais como caminhada, corrida e saltos. Devido ao seu uso excessivo pode sofrer desgaste e lesões. Para a reabilitação das lesões tendíneas diversos recursos vem sendo estudados, como os exercícios isométricos e a fotobiomodulação (FBM), porém ainda não se sabe os efeitos desses recursos na temperatura do TC. **Objetivo:** Avaliar o perfil termográfico do TC de indivíduos assintomáticos durante execução de protocolo experimental com exercício isométrico e aplicação da FBM. **Materiais e métodos:** É um estudo *crossover*, aleatorizado, cego e com tempo de *washout* de uma semana. A amostra foi composta por um grupo de cinco mulheres assintomáticas com média de idade de $23,4 \pm 0,54$ anos; peso $65,42 \pm 8,11$ Kg, altura $1,65 \pm 0,45$ m, índice de massa corporal (IMC) $24,04 \pm 4,01$ Kg/m²; percentual de gordura = $36,16 \pm 9,21\%$. A temperatura do TC foi registrada com a câmera termográfica Flir T-360 em vídeos antes, durante e após a execução do protocolo experimental. Para a FBM foi utilizado um aparelho LED 660nm. Para mensurar a dor e esforço percebido foram utilizadas a escala visual analógica e a escala de Borg. Foi realizada a estatística descritiva; ANOVA com medidas repetidas foi utilizada para a comparação das temperaturas ao longo do período de acompanhamento; Teste-t pareado foi utilizado para comparação do esforço percebido e dor; e entre os pares dos membros dominante e não dominante isoladamente. Em todas as análises foi utilizado o software SPSS (20.0), com nível de significância de 5%. **Resultados:** A temperatura dos TCs diminuiu para ambos os grupos ao longo do tempo ($p < 0,001$), porém, no grupo FBM ativa o TC dominante apresentou aumento da temperatura imediatamente após a aplicação do LED ($p < 0,001$). Na análise do grupo FBM sham verificou-se que os dois TCs seguiram a mesma tendência de diminuição da temperatura ao longo do tempo ($p = 0,715$). De acordo com a avaliação das médias observou-se que o exercício isométrico não provocou fadiga e dor significativa às voluntárias no grupo FBM ativa ($p = 0,057$). **Conclusão:** Conclui-se que o exercício isométrico provocou diminuição da temperatura nos TCs. O LED foi capaz de promover um efeito térmico significativo, porém por um curto período de tempo.

Palavras-chaves: Termografia; Fisioterapia; Ortopedia; Reabilitação.

ABSTRACT

Introduction: The Achilles tendon (AT) is involved in several functional activities such as walking, running and jumping. Due to its excessive use it can suffer wear and tear. For the rehabilitation of tendon injuries, several resources have been studied, such as isometric exercises and photobiomodulation (FBM), but the effects of these resources on AT temperature are still unknown. **Objective:** To evaluate the AT thermographic profile of asymptomatic individuals during the execution of an experimental protocol with isometric exercise and application of FBM. **Materials and methods:** It is a crossover, randomized, blinded study with a washout time of one week. The sample consisted of a group of five asymptomatic women with a mean age of 23.4 ± 0.54 years; weight 65.42 ± 8.11 Kg, height 1.65 ± 0.45 m, body mass index (BMI) 24.04 ± 4.01 Kg/m²; percentage of fat = $36.16 \pm 9.21\%$. The AT temperature was recorded with a Flir T-360 thermographic camera in videos before, during and after the execution of the experimental protocol. For FBM, a 660nm LED device was used. To measure pain and perceived exertion, the visual analogue scale and the Borg scale were used. Descriptive statistics were performed; ANOVA with repeated measures was used to compare temperatures over the follow-up period; Paired t-test was used to compare perceived exertion and pain; and between pairs of dominant and non-dominant members alone. In all analyses, the SPSS software (20.0) was used, with a significance level of 5%. **Results:** The temperature of the ATs decreased for both groups over time ($p < 0.001$), however, in the FBM group that activates the dominant AT, it showed an increase in temperature immediately after LED application ($p < 0.001$). In the analysis of the FBM sham group, it was found that the two TCs followed the same trend of temperature decrease over time ($p = 0.715$). According to the evaluation of means, it was observed that isometric exercise did not cause fatigue and significant pain to volunteers in the active FBM group ($p = 0.057$). **Conclusion:** It is concluded that isometric exercise caused a decrease in temperature in the ATs. The LED was able to promote a significant thermal effect, but for a short period of time.

Keywords: Thermography; Physiotherapy; Orthopedics; Rehabilitation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desenho do estudo	15
Figura 2 – Imagens termográficas captadas durante o exercício isométrico com FBM ativo	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Média e desvio padrão da temperatura (°C) do tendão calcâneo durante protocolo experimental FBM ativa.	19
Tabela 2 – Média e desvio padrão da temperatura (°C) do tendão calcâneo durante protocolo experimental FBM sham.	20
Tabela 3 - Resultado do esforço percebido e da dor.....	21

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comportamento das temperaturas do TC durante o protocolo experimental FBM ativa.	20
Gráfico 2 – Comportamento das temperaturas do TC durante o protocolo experimental FBM sham.....	21

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 MATERIAIS E MÉTODOS	13
2.1 DELINEAMENTO DA AMOSTRA	13
2.2 PROTOCOLO EXPERIMENTAL.....	14
2.2.1 Exercício Isométrico	14
2.2.2 Fotobiomodulação	15
2.2.3 Avaliação do Esforço Físico Percebido	16
2.2.4 Avaliação da Dor	16
2.2.5 Avaliação termográfica	16
2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	18
3 RESULTADOS	19
4 DISCUSSÃO	22
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
REFERÊNCIAS.....	24
APÊNDICES	27
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO E AVALIAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA	28
APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO	30
ANEXOS.....	32
ANEXO A - QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA - VERSÃO CURTA (IPAQ).....	33
ANEXO B – ESCALA DE BORG ADAPTADA	35
ANEXO C – ESCALA VISUAL ANALÓGICA (EVA).....	36
ANEXO D – CHECKLIST PARA COLETA DE IMAGENS TERMOGRÁFICAS EM MEDICINA ESPORTIVA E DO EXERCÍCIO – TISEM	37

1 INTRODUÇÃO

Os tendões são estruturas compostas por tecido conjuntivo, principalmente colágeno, e por células especializadas conhecidas como tenócitos. Estas estruturas ligam os músculos aos ossos e sua principal função é armazenar energia elástica e transmitir as cargas de tração do músculo para osso, agindo na estabilização da articulação durante o movimento (JOSEPH *et al.*, 2014; NOGUEIRA, 2017; WANG; GUO; LI, 2012; WINNICKI *et al.*, 2020).

O tendão do calcâneo (TC) é considerado o mais forte e mais espesso tendão do corpo humano. Tais características são consequência da sua composição: cerca de 90% da sua estrutura é composta por colágeno tipo I, também é possível encontrar colágeno tipo III, proteoglicanas e as células especializadas. Possui aproximadamente 15 cm de comprimento e se origina nas fibras musculares do gastrocnêmio e sóleo e se fixa no osso calcâneo. Permite o movimento de flexão plantar do tornozelo e está envolvido em diversas atividades funcionais como caminhada, corrida e saltos (AYLAR; FIROUZI; KUBRAVI, 2017; O'BRIEN, 2005; PEEK; MALAGELADA; CLARK, 2016; WINNICKI *et al.*, 2020).

De acordo com Kanniappan e Sathosh (2020), mesmo sendo considerado um tendão forte, o TC também é vulnerável às lesões, principalmente devido ao uso excessivo. A lesão do TC pode causar dor, edema, diminuição da força muscular e amplitude de movimento e consequentemente diminuição do desempenho na realização de atividades funcionais.

O exercício é considerado o padrão-ouro para reabilitação das afecções do tendão, seu objetivo é fornecer carga mecânica para promover remodelação do tendão, analgesia e melhorar a força dos músculos adjacentes (SILBERNAGEL; HANLON; SPRAGUE, 2020). Pesquisas recentes destacam que os exercícios isométricos são capazes de atuar no tratamento e na prevenção das lesões tendíneas (KUBO *et al.*, 2012; MERSMANN; BOHM; ARAMPATZIS, 2017; RABUSIN *et al.*, 2019).

O exercício isométrico promove contração muscular e força sem uma mudança significativa do comprimento muscular e sem movimento articular visível (HABIBZADEH, 2018). Esse tipo de exercício tem sido utilizado para promover a analgesia no tendão e alterar a inibição muscular (RIO *et al.*, 2015). Nesse aspecto, Bradford *et al.* (2021) investigaram os efeitos imediatos da execução de exercícios isométricos em flexão plantar do tornozelo com o joelho flexionado e estendido na modulação da dor no TC. O grupo que realizou a flexão plantar isométrica com o joelho estendido apresentou uma redução média de 52% dos sintomas, enquanto que o grupo que realizou a flexão plantar isométrica com o joelho flexionado teve 47% dos sintomas dolorosos reduzidos. Os resultados demonstraram que não

houve diferença significativa entre as duas posições e ambas foram bem toleradas e capazes de promover analgesia da região do TC.

Outros recursos terapêuticos podem ser utilizados associados ao exercício na reabilitação de lesões tendíneas. A fotobiomodulação (FBM) é um recurso apontado pelas pesquisas como capaz de agir na cicatrização dessas lesões. A FBM compreende a utilização de um recurso luminoso, geralmente de baixa potência (laser ou LED), com o propósito de promover a reparação dos tecidos, a diminuição de processos inflamatórios e provocar a analgesia (DE FREITAS; HAMBLIN, 2016).

A FBM é amplamente utilizada na fisioterapia, principalmente na recuperação de tecidos moles, como os tendões. De acordo com alguns estudos a FBM atua estimulando os processos microcirculatórios, intensificando a síntese de colágeno, angiogênese e proliferação celular, diminuindo a dor e modulando a inflamação com o objetivo de acelerar o processo de cicatrização e melhorar a qualidade do reparo tecidual (GOMES *et al.*, 2017; HASLERUD *et al.*, 2017; ROGATKIN *et al.*, 2011; TUMILTY, 2010).

Uma das ferramentas utilizadas para monitorar as adaptações térmicas do tecido biológico é a termografia infravermelha (TI). Um instrumento de análise não invasiva e não radioativa capaz de detectar a luz infravermelha emitida pelo corpo. Sua utilização permite verificar as mudanças fisiológicas relacionadas com a temperatura da pele (CÔRTE; HERNANDEZ, 2016; SILLERO-QUINTANA; GOMEZ-CARMONA; FERNÁNDEZ-CUEVAS, 2017).

A TI é muito utilizada para verificar as adaptações térmicas do músculo ao exercício físico, principalmente, para controle de carga e monitoramento do risco de lesões (CÔRTE; HERNANDEZ, 2016). Na literatura atual pode-se observar que, não existem estudos que tenham monitorado de forma dinâmica as adaptações térmicas tendíneas ao exercício físico e a FBM. Por isso, neste estudo, testado a hipótese de é que o exercício isométrico aumenta a temperatura do tendão do calcâneo e que a aplicação da fotobiomodulação intensifica esse aumento de temperatura provocado pelo exercício. Dessa forma, o objetivo é realizar um termomonitoramento do tendão do calcâneo de indivíduos assintomáticos durante execução de protocolo experimental com exercícios isométricos e aplicação da fotobiomodulação.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de caráter experimental, com ordem de protocolo aleatorizado e cego, pois os sujeitos não tinham conhecimento se foram alocados no grupo FBM ativa ou sham. O estudo foi desenvolvido para verificar o comportamento térmico do TC quando submetido a protocolos experimentais de exercício isométrico do tríceps sural. É um estudo *cross-over* com tempo de *washout* de uma semana entre cada intervenção, realizado no Laboratório de Termografia (LabTerm) do Núcleo de Pesquisas nas Ciências do Movimento Humano (NPCMH) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba (CEP/CCS/UFPB), sob CAAE 42496921.0.0000.5188 e cumpriu os critérios de ética de acordo com a Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde que regulamenta as pesquisas envolvendo seres humanos.

2.1 DELINEAMENTO DA AMOSTRA

Para realização do cálculo amostral utilizou-se o Software G*Power versão 3.0.10 (Franz Faul Kiel, Alemanha) *à priori*, foi adotada uma potência de 0,95, considerando um nível de significância de 5%; coeficiente de correlação de 0,5; correlação de não esfericidade de 1; e um tamanho de efeito de 0,30, que indicou a necessidade de 13 voluntários para o estudo.

Foram adotados os seguintes critérios de inclusão: sujeitos de ambos os gêneros, assintomáticos, com idade entre 18 e 30 anos e classificados como fisicamente ativos por meio do Questionário Internacional de Atividade Física – Versão Curta (IPAQ); não apresentar doenças cardiorespiratórias, osteomioarticulares ou neurológicas que afetem a capacidade para o exercício físico; não ser portador de tendinopatias, rupturas ou histórico de cirurgias no TC; não ser diabético, hipertenso ou apresentar varizes ou doenças arteriais e vasculares na região da panturrilha.

Foram excluídos do estudo voluntários que na avaliação relataram dor a palpação do TA ou que o teste de compressão da panturrilha de Simmonds /Thompson foi positivo, que não conseguiram finalizar o protocolo de exercícios, que durante o período de intervenção apresentaram doenças sistêmicas e os que deixaram de realizar alguma avaliação pré-estabelecida no estudo.

Na primeira visita ao laboratório os voluntários receberam informações sobre os objetivos e funcionamento do estudo e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A) concordando com a participação e atendendo aos

aspectos éticos recomendados. Responderam a um questionário sociodemográfico e foram submetidos a uma avaliação fisioterapêutica (APÊNDICE B) e do nível de atividade física com o Questionário Internacional de Atividade Física – Versão curta – IPAQ (ANEXO A), além de uma avaliação da composição corporal com a balança de Bioimpedância InBody120 (Inbody Co., Ltd. Seoul, Coreia do Sul). Posteriormente, foram aleatorizados no site de randomização <http://www.randomization.com> em dois grupos para iniciar o processo experimental. Em cada intervenção os indivíduos foram submetidos a quatro avaliações termográficas e a duas avaliações de dor e esforço percebido.

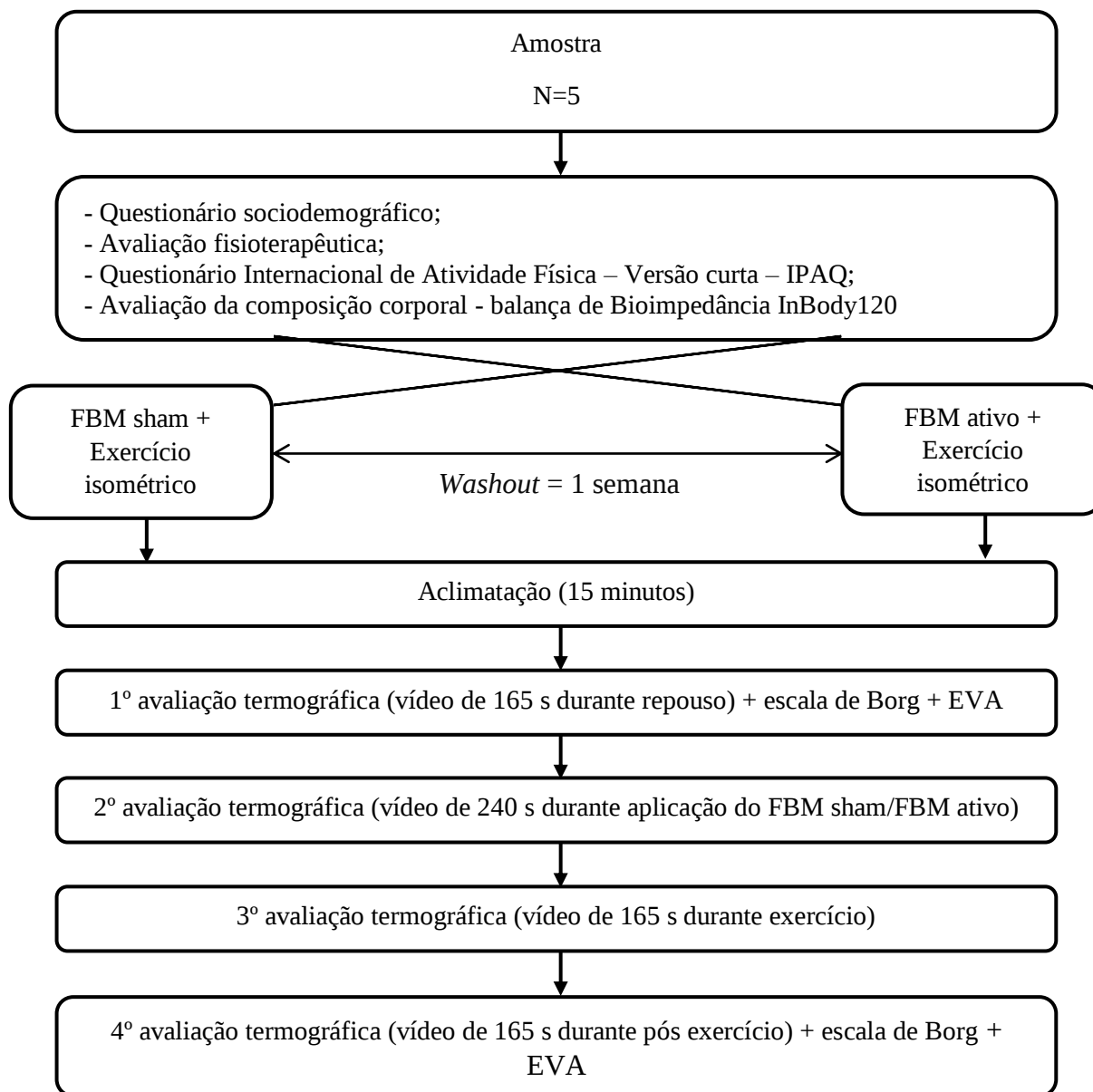
Devido a pandemia da COVID-19, a amostra foi reduzida a um grupo de cinco mulheres assintomáticas com média de idade de $23,4 \pm 0,54$ anos; peso $65,42 \pm 8,11$ Kg, altura $1,65 \pm 0,45$ m, índice de massa corporal (IMC) $24,04 \pm 4,01$ Kg/m²; percentual de gordura = $36,16 \pm 9,21\%$.

2.2 PROTOCOLO EXPERIMENTAL

O experimento consistiu na execução do exercício isométrico pelo membro dominante precedido da aplicação da FBM, com dois tipos de protocolos (FBM sham + exercício isométrico e FBM ativo + exercício isométrico), o desenho do estudo pode ser visualizado na Figura 1. Para cada grupo, os sujeitos participaram do protocolo de exercício isométrico duas vezes (uma com FBM sham e outra com FBM ativo), com intervalo de uma semana. A intervenção foi registrada por meio de vídeo antes, durante e após os protocolos com a câmera termográfica T-360 (Flir Systems, USA). Para quantificar se o exercício provocou fadiga ou dor, após o protocolo experimental foi aplicada a escala de Borg adaptada e a escala visual analógica de dor (EVA).

2.2.1 Exercício Isométrico

O exercício isométrico foi realizado com o indivíduo em apoio unipodal com o membro dominante sem carga externa, utilizando apenas o peso corporal. O indivíduo realizou a flexão plantar total e manteve o posicionamento por 45 segundos ininterruptamente. O exercício foi realizado em três séries com uma contração por série e intervalo de 15 segundos entre cada (KANNIAPPAN; SATHOSH, 2020).

Figura 1 – Desenho do estudo

Fonte: Da Autora (2021).

2.2.2 Fotobiomodulação

Foi utilizado o equipamento de LED da marca TENDLITE® (Lumina Group Inc., San Diego, CA, USA), modo operacional pulsado, não polarizado, aplicado por contato, área de irradiação de 2,54 cm², comprimento de onda de 660 nm; potência de saída de 215 mW; densidade de energia de 5,07 J/cm²; densidade de potência de 84,64 mW/cm²; frequência de 60 Hz; energia por ponto de 13 J e período de exposição de 60s por ponto. Todos esses parâmetros são fixos.

O procedimento foi administrado em uma única sessão com o paciente em posição ortostática e foram aplicados quatro pontos de irradiação, dois pontos na região posterior e dois pontos na região lateral do tendão, totalizando 52 J de energia no tendão. A referência para a aplicação do LED foi a inserção do tendão do calcâneo, sendo o primeiro ponto de aplicação 1,5 cm acima da inserção e o segundo ponto 1,5 cm acima do primeiro local de aplicação.

2.2.3 Avaliação do Esforço Físico Percebido

O esforço físico percebido pelos voluntários foi avaliado com a escala de Borg adaptada (ANEXO B). Essa é uma escala amplamente utilizada para diversos tipos de treinamento (SHARIAT *et al.*, 2018; ZAMUNÉR *et al.*, 2011). Possui uma associação de números a expressões verbais, onde o número 0 corresponde a nenhum esforço percebido e 10 implica a uma intensidade perceptiva máxima. O esforço foi avaliado após o protocolo experimental.

2.2.4 Avaliação da Dor

A quantificação da dor foi avaliada por meio da escala visual analógica de dor (EVA) (ANEXO C), que consiste em uma escala linear, onde o paciente quantifica sua dor de acordo com as cores e os números dispostos na escala. A cor azul significa dor leve e é quantificada de 0 a 2, a dor moderada é quantificada de 3 a 7 e sua representação varia entre a cor verde e laranja, já a dor mais intensa é representada pela cor vermelha e sua quantificação varia de 8 a 10 (MARTINEZ; GRASSI; MARQUES, 2011). A dor foi avaliada após o protocolo experimental e foram considerados aumentos significativos quando a dor foi classificada de moderada a intensa.

2.2.5 Avaliação termográfica

A imagem termográfica foi colhida com a câmera termográfica T-360 (Flir Systems, USA), com resolução IR de 320 x 240 pixels, faixa de temperatura de -20 a 120°C, sensibilidade térmica de 0,05°C e acurácia de $\pm 2\%$ no Laboratório de Termografia (LabTerm) do Núcleo de Pesquisas nas Ciências do Movimento Humano (NPCMH), localizado no Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba.

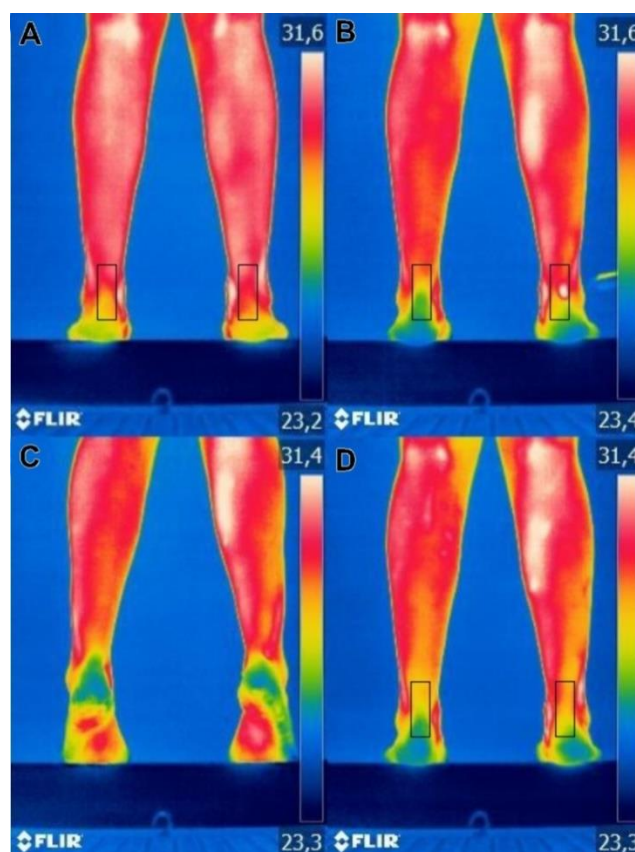
O laboratório possui paredes na cor preta e revestimento isolante para evitar alterações na temperatura e incidência da luz solar. A temperatura e umidade foram controladas por meio de uma estação meteorológica digital (Oregon scientific WMR86, China) e mantidas em

média $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $50\pm 1\%$, respectivamente. A coleta de imagens foi realizada conforme sugere Moreira *et al.* (2017) na lista de verificação “Imagem Termográfica em Medicina Esportiva e do Exercício – TISEM” (ANEXO D).

Os sujeitos vestiram-se de forma que as pernas ficaram desnudas para permitir sua exposição completa e foram instruídos a não consumir tabaco, álcool ou drogas que afetem a termogênese corporal, não realizar atividade física de moderada a intensa e se alimentar até 2 horas antes do exame termográfico. Também foram alertados a não utilizar óleos ou cremes hidratantes nas regiões a serem examinadas, no dia do exame. Antes da realização da termografia, os sujeitos permaneceram em repouso por 15 minutos na sala de exame para aclimação com o ambiente.

Durante a avaliação termográfica o sujeito foi colocado de pé, sobre uma plataforma com 9,5cm de altura e a câmera termográfica foi posicionada sobre um suporte de 6cm de altura, a 1,3m da perna do sujeito, de maneira que houvesse a visão completa do TC. Uma sequência de imagens foi registrada em vídeo durante 165 segundos antes de iniciar o exercício para determinar a temperatura basal da pele; também foram capturados termogramas em vídeo durante a aplicação da FBM, totalizando 240 segundos; durante os 165 segundos de execução do exercício e 165 segundos após a execução do protocolo para determinar as respostas térmicas da região (Figura 2). Os vídeos termográficos foram manipulados no software Flir Tools, onde as imagens termográficas foram obtidas a cada 15s. Para a análise foram selecionados os termogramas iniciais e finais de cada momento: repouso 15s = T1; repouso 165s = T2; FBM ativo/sham 15s = T3; FBM ativo/sham 240s = T4; exercício 15s = T5; exercício 165s = T6; pós exercício 15s = T7 e pós exercício 165s = T8, e foram analisados no software Flir Tools+. Uma região de interesse (ROI) por cada tendão foi selecionada e calculada as temperaturas médias.

Figura 2 – Imagens termográficas captadas durante o exercício isométrico com FBM ativo



Legenda: A: Repouso; B: FBM ativo; C: Exercício isométrico; D: Pós exercício.

Fonte: Da autora (2021).

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados de esforço percebido e dor foram agrupados em tabelas de acordo com o grupo (FBM ativo e FBM sham) e com o momento de cada avaliação (pré e pós protocolo). As temperaturas médias do TC também foram organizadas de acordo com esses grupos, considerou-se o membro (dominante e não dominante) e os tempos de avaliação (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 e T8), e foram calculadas as assimetrias de temperatura entre os membros.

Para cada variável citada foi calculada a média ($\bar{X}$) e o desvio padrão (DP). Foi aplicada uma ANOVA com medidas repetidas para comparação das médias da temperatura ao longo do período de acompanhamento. Quando a esfericidade (teste de Mauchly) não foi assumida utilizou-se a correção de Greenhouse-Geisser. O teste-t pareado foi utilizado para comparação pré e pós protocolo do esforço percebido e dor e para comparação entre os pares do membro dominante e não dominante isoladamente. Os dados foram processados no pacote estatístico para as ciências sociais (SPSS) versão 20.0 em um nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS

Na comparação intra-grupos verificou-se que ao longo do tempo houve diferença estatística significativa da temperatura ($p < 0,001$). Já para as variáveis tempo x membro ($p = 0,112$), tempo x grupo ($p = 0,102$) e tempo x membro x grupo ($p = 0,497$) verificou-se que não houve interação.

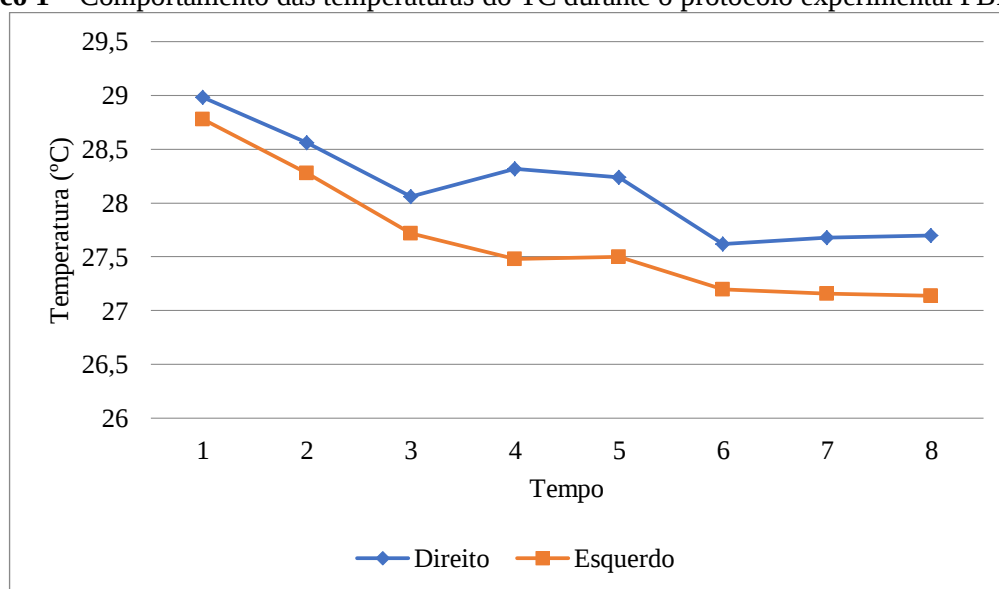
Analisando isoladamente o grupo FBM ativa (Tabela 1), observou-se que ao longo do tempo houve alteração significativa da temperatura ($p < 0,001$). Logo após a aplicação do LED ativo observou-se um aumento da temperatura do TC dominante em relação ao não dominante configurando uma $\Delta\text{Temp} = 0,84^\circ\text{C}$ ($p = 0,004$). Porém, esse aumento é temporário e a cada tempo a temperatura vai diminuindo. A partir do T6 a temperatura do TC dominante alcança uma estabilidade. Todas essas variações podem ser visualizadas no Gráfico 1.

Tabela 1 – Média e desvio padrão da temperatura ($^\circ\text{C}$) do tendão calcâneo durante protocolo experimental FBM ativa.

Temperatura do tendão calcâneo			
Tempo	Membro dominante	Membro não dominante	Assimetria (ΔTemp)
T1	28,98 $\pm$ 1,08	28,78 $\pm$ 0,97	0,2 $\pm$ 0,25
T2	28,56 $\pm$ 1,06	28,28 $\pm$ 0,95	0,28 $\pm$ 0,27
T3	28,06 $\pm$ 0,94	27,72 $\pm$ 0,99	0,34 $\pm$ 0,13*
T4	28,32 $\pm$ 0,95	27,48 $\pm$ 0,88	0,84 $\pm$ 0,23*
T5	28,24 $\pm$ 0,87	27,50 $\pm$ 0,88	0,74 $\pm$ 0,26
T6	27,62 $\pm$ 1,06	27,20 $\pm$ 1,07	0,42 $\pm$ 0,23
T7	27,68 $\pm$ 1,10	27,16 $\pm$ 1,11	0,52 $\pm$ 0,27
T8	27,7 $\pm$ 1,01	27,14 $\pm$ 1,00	0,56 $\pm$ 0,18

Legenda: *diferença significativa na assimetria de temperatura do T3 para o T4 ($p = 0,004$).

Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

Gráfico 1 – Comportamento das temperaturas do TC durante o protocolo experimental FBM ativa.

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

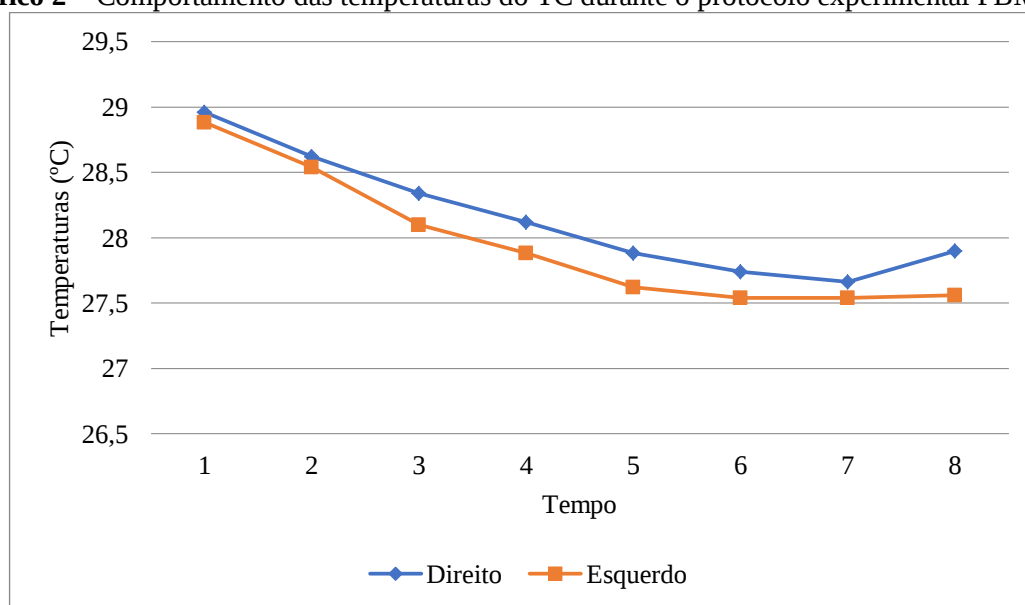
Na Tabela 2 estão as análises do grupo FBM sham. Observou-se que ao longo do tempo houve diminuição significativa da temperatura dos dois TCs ($p \leq 0,003$) e que ambos os TCs seguiram a mesma tendência de temperatura ao longo do tempo ($p = 0,715$) (Gráfico 2). Porém, quando analisado as assimetrias entre os TCs ao longo do tempo, verificou-se um aumento da assimetria no T7 para o T8 ($p = 0,029$; $\Delta \text{Temp} = 0,34 \pm 0,36^\circ\text{C}$).

Tabela 2 – Média e desvio padrão da temperatura ($^\circ\text{C}$) do tendão calcâneo durante protocolo experimental FBM sham.

Temperatura do tendão calcâneo			
Tempo	Membro dominante	Membro não dominante	Assimetria
T1	28,96 $\pm$ 1,07	28,88 $\pm$ 1,23	0,08 $\pm$ 0,42
T2	28,62 $\pm$ 1,00	28,54 $\pm$ 1,20	0,08 $\pm$ 0,45
T3	28,34 $\pm$ 1,01	28,10 $\pm$ 1,00	0,24 $\pm$ 0,46
T4	28,12 $\pm$ 1,04	27,88 $\pm$ 1,04	0,24 $\pm$ 0,36
T5	27,88 $\pm$ 1,10	27,62 $\pm$ 1,23	0,26 $\pm$ 0,35
T6	27,74 $\pm$ 0,97	27,54 $\pm$ 1,10	0,20 $\pm$ 0,36
T7	27,66 $\pm$ 0,98	27,54 $\pm$ 1,04	0,12 $\pm$ 0,40*
T8	27,90 $\pm$ 0,88	27,56 $\pm$ 1,02	0,34 $\pm$ 0,36*

Legenda: * diferença significativa na assimetria de temperatura do T7 para o T8 ($p = 0,029$).

Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

Gráfico 2 – Comportamento das temperaturas do TC durante o protocolo experimental FBM sham

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Na tabela 3 estão os dados do esforço percebido e da dor. Ao analisar os resultados obtidos para o esforço percebido, pôde-se obter uma média de $2,60 \pm 2,19$ para o grupo FBM ativo e de $3,80 \pm 1,48$ para o grupo FBM sham. Quando comparado os momentos pós exercício de cada grupo, observou-se que não houve diferença significativa ($p=0,178$). Como resultado da avaliação da dor pós protocolo para o grupo FBM ativa verificou-se uma média de $0,60 \pm 0,89$, já para o grupo FBM sham $1 \pm 1,22$. Na análise entre-grupos foi possível verificar que não houve significância ($p=0,374$).

Tabela 3 - Resultado do esforço percebido e da dor

	FBM ativa		FBM sham	
	Esforço percebido	Dor	Esforço percebido	Dor
Voluntária 1	6	2	6	3
Voluntária 2	0	1	4	0
Voluntária 3	2	0	2	1
Voluntária 4	2	0	3	0
Voluntária 5	3	0	4	1
$\bar{X} \pm DP$	$2,60 \pm 2,19^*$	$0,60 \pm 0,89^\#$	$3,80 \pm 1,48^*$	$1 \pm 1,22^\#$

Legenda: * diferença não significativa para o esforço percebido quando comparado os dois grupos ($p=0,178$); # diferença não significativa para a dor quando comparado os dois grupos ($p=0,374$).

Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

4 DISCUSSÃO

Quando se observa o comportamento da temperatura do TC, verifica-se uma tendência à diminuição da temperatura ao longo do tempo para ambos os grupos. Porém, no grupo FBM ativo o TC dominante apresentou um aumento de temperatura imediatamente após a aplicação do LED quando comparado ao TC não dominante.

Tumilty *et al.* (2019) realizaram o acompanhamento da temperatura da região do TC de corredores competitivos por nove semanas, onde, também verificou-se que o TC ficava mais frio ao longo do tempo, independentemente da lateralidade. Os autores sugeriram que este achado está relacionado a ativação do sistema nervoso simpático, ocasionando vasoconstrição da microcirculação local e diminuição na perfusão local.

Nosso achado pode estar relacionado ao desfecho relatado por Tumilty *et al.* (2019). Entretanto, a diminuição da temperatura do TC ao longo do tempo pode ser relacionado a biomecânica do exercício isométrico. Esse é um exercício estático, que no presente estudo consistiu em uma contração muscular contínua por 45 segundos. A panturrilha é uma estrutura rica em vasos sanguíneos e quando os músculos se contraem, ocorre vasoconstrição que diminui o aporte sanguíneo local. A circulação sanguínea é um importante regulador da temperatura corporal, por isso, qualquer processo de redistribuição do sangue afeta a temperatura da pele.

O aumento da temperatura do TC dominante após a aplicação do LED não se mantém durante as outras fases do protocolo experimental do grupo FBM ativa. Esse achado indica que a FBM promoveu efeito térmico imediato e não está de acordo com os dados relatados na literatura. Esses estudos utilizaram aparelhos de FBM com dosagens de 1,4 e 2,1 J, já o aparelho utilizado neste estudo emitiu 13 J por ponto. O desfecho aqui relatado pode ser justificado pela quantidade de energia empregada pelo aparelho utilizado.

Os valores obtidos através da escala de Borg adaptada e da escala visual analógica de dor (EVA) no momento pós protocolo demonstram que o exercício isométrico ocasionou fadiga e dor significativa às voluntárias desta pesquisa..

Tais achados confirmam a importância de utilizar o exercício isométrico principalmente nas fases iniciais da reabilitação, pois, é um exercício de fácil execução, que promove analgesia e é um importante recurso para treinos de resistência a fadiga muscular.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio dos resultados encontrados neste estudo, pode-se concluir que o protocolo experimental utilizado foi capaz de ocasionar alterações na temperatura do TC. O padrão termográfico evidenciou uma diminuição da temperatura dos TCs em todos os tempos analisados para os grupos FBM ativa e FBM sham, exceto para o TC dominante no grupo FBM ativa. Neste grupo especificamente, houve um aumento significativo da temperatura no período pós aplicação do LED ativo. No início do período do exercício a temperatura apresenta uma pequena queda e nos demais períodos continua diminuindo, acompanhando o padrão do TC não dominante.

Os dados termográficos reportados indicam que o LED ativo foi capaz de aumentar a temperatura do TC, porém, esse efeito não é longo e logo a temperatura volta ao padrão anterior. Também foi possível verificar que o exercício isométrico foi capaz de modificar a temperatura do TC, promovendo sua diminuição. Essa diminuição de temperatura do TC ainda não foi associada à predisposição de lesões, evidenciando as lacunas existentes na literatura sobre esse tema.

Com relação ao esforço percebido e a dor pós protocolo experimental, conclui-se que o exercício isométrico ocasionou em média fadiga moderada e dor leve as participantes do estudo. Apesar de resultados preliminares, já é possível traçar uma tendência do perfil termográfico durante a execução de exercícios isométricos e aplicação da FBM. Quando todos os dados forem considerados e a amostra for significativa, será possível adicionar mais informações sobre o comportamento térmico do TC.

Este é o primeiro estudo que utiliza o termomonitoramento para verificar as adaptações térmicas do tendão do calcâneo quando submetido a protocolo experimental com exercício isométrico e utilização da fotobiomodulação. A principal limitação do estudo é o número reduzido de voluntários, por isso trata-se da apresentação de resultados preliminares, entretanto, a pesquisa está em andamento e mais dados estão sendo coletados. Outra limitação é que não existem parâmetros para determinar se as baixas temperaturas do tendão são relacionadas a predisposição de lesões. Espera-se que futuramente mais estudos sejam realizados para que haja compreensão do comportamento térmico do tendão. Esse comportamento térmico é muito importante, pois baseado nas suas informações será possível prescrever exercícios e recursos terapêuticos adequados para cada fase de reabilitação das lesões do tendão.

REFERÊNCIAS

- AYLAR, M. F.; FIROUZI, F.; KUBRAVI, H. Pathology and biomechanics of the human achilles tendon. **MOJ Orthopedics & Rheumatology**, v. 9, n. 2, p. 1-5, 2017. DOI: 10.15406/mojor.2017.09.00352.
- BRADFORD, B.; RIO, E.; MURPHY M.; WELLS, J.; KHONDOKER, M.; CLARKE, C.; CHAN, Y.; CHESTER, R. Immediate effects of two isometric calf muscle exercises on mind-portion Achilles tendo pain. **International Journal of Sports Medicine**. v. 42, n.12, p. 1122-1127, 2021. DOI: 10.1055/a-1398-5501.
- CÔRTE, A. C. R.; HERNANDEZ, A. J. Termografia médica infravermelha aplicada à medicina do esporte. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 315-319, 2016.
- DE FREITAS, L. F; HAMBLIN, M. R. Proposed mechanisms of photobiomodulation or low-level light therapy. **IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics**, v. 22, n. 3, p. 348-364, 2016.
- GOMES, C. A. F. P; DIBAI-FILHO, A. V.; PALLOTTA, R. C.; SILVA, E. A. P.; MARQUES, A. C. F. *et al.* Effects of low-level laser therapy on the modulation of tissue temperature and hyperalgesia following a partial achilles tendon injury in rats. **Journal of Cosmetic and Laser Therapy**, v. 19, n. 7, p. 391-396, 2017.
- HABIBZADEH, N. Physiology of distinct modes of muscular contraction. **International Physiology Journal**, v. 1, n. 3, p. 1-8, 2018. DOI: 10.14302/issn.2578-8590.ipj-18-2441.
- HASLERUD, S.; NATERSTAD, I. F.; BJORDAL, J. M.; LOPES-MARTINS, R. A. B.; MAGNUSSEN, L. H.; LEONARDO, P. S. *et al.* Achilles tendon penetration for continuous 810 nm and superpulsed 904 nm lasers before and after ice application: an in situ study on healthy young adults. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 20, n. 20, p. 1-9, 2017.
- HILDEBRANDT, C.; ZEILBERGER, K.; RING, E. F. J.; RASCHNER, C. The application of medical infrared thermography in sports medicine. In: ZASLAV, K. R. **An International Perspective on Topics in Sports Medicine and Sports Injury**, Croácia: InTech, 2012.
- JOSEPH, M. F.; LILLIE, K. R; BERGERON, D. J.; COTA, K. C.; YOON, J. S.; KRAEMER, W. J. *et al.* Achilles tendon biomechanics in response to acute intense exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 5, p. 1181-1186, 2014. doi:10.1519/JSC.0000000000000036.
- KANNIAPPAN, V.; SATHOSH, A.M. To compare the effect of eccentric exercises and isometric exercises for Achilles tendinitis in Skaters. **Journal of Lifestyle Medicine**, v. 10, n. 1, p. 49-54, 2020. DOI: 10.15280/jlm.2020.10.1.49.
- KUBO, K.; IKEBUKURO, T.; MAKI, A.; YATA, H.; TSUNODA, N. Time course of changes in the human Achilles tendon properties and metabolism during training and detraining in vivo. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 7, p. 2679-2691, 2012. DOI: 10.1007/s00421-011-2248-x.

MARTINEZ, J. E.; GRASSI, D. C.; MARQUES, L. G. Análise da aplicabilidade de três instrumentos de avaliação de dor em distintas unidades de atendimento: ambulatório, enfermaria e urgência. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 51, n. 4, p. 299-308, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbr/v51n4/v51n4a02.pdf>. Acesso em: 26 ago 2020.

MERSMANN, F.; BOHM, S.; ARAMPATZIS, A. Imbalances in the development of muscle and tendon as risk factor for Tendinopathies in youth athletes: a review of current evidence and concepts of prevention. **Frontiers in Physiology**, v. 8, n. 987, p.1-18, 2017. DOI: 10.3389 / fphys.2017.00987.

MOREIRA, D. G. *et al.* Thermographic imaging in sports and exercise medicine: a delphi study and consensus statement on the measurement of human skin temperature. **Journal of Thermal Biology**, v. 69, n. ?, p. 155-162, 2017.

NOGUEIRA, G. T. **Rotura de tendão de Aquiles**. Dissertação (Mestrado Integrado em Medicina) - Faculdade de Medicina de Lisboa, Universidade de Lisboa. Lisboa, 58 p. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/31316/1/GabrielTNogueira.pdf>. Acesso em: 29 jun 2020.

O'BRIEN, M. The anatomy of the Achilles tendon. **Foot Ankle Clinics**. v. 10, n. 2, p. 225-238, 2005. DOI: 10.1016/j.fcl.2005.01.011.

PEEK, A. C.; MALAGELADA, F.; CLARK, C. I. M. The Achilles tendon. **Orthopaedics and Trauma**, v. 30, n. 1, p. 1-7, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mporth.2016.02.007>.

RABUSIN, C. L.; MENZ, H. B.; MCCLELLAND, J. A.; EVANS, A. M.; LANDORF, K. B.; MALLIARAS, P. *et al.* Efficacy of heel lifts versus calf muscle eccentric exercise for mid-portion Achilles tendinopathy (the HEALTHY trial): study protocol for a randomized trial. **Journal of Foot and Ankle Research**, v. 12, n. 20, p. 1-12, 2019.

RIO, E.; KIDGELL, D.; PURDAM, C.; GAIDA, J.; MOSELEY, G. L.; PEARCE, A. J. *et al.* Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy. **British Journal of Sports Medicine**, v. 49, n. 19, p. 1277-1283, 2015. DOI: 10.1136 / bjsports-2014-094386.

ROGATKIN, D. A.; MAKAROV, D. S.; BYCHENKOV, O. A. Thermal-vision monitoring of processes of heating and microcirculation of blood accompanying low-intensity laser therapeutic procedures. **Journal of Optical Technology**, v. 78, n. 10, p. 666-671, 2011.

SHARIAT, A.; CLELAND, J. A.; DANAEE, M.; ALIZADEH, R.; SANGELAJI, B.; KARGARFARD, M. *et al.* Borg CR-10 scale as a new approach to monitoring office exercise training. **Work**, v. 60, n. 4, p. 549-554, 2018.

SILBERNAGEL, K.G.; HANLON, S.; SPRAGUE, A. Current clinical concepts: conservative management of Achilles tendinopathy. **Journal of Athletic Training**. V. 55, n. 5, p. 438-447, 2020. DOI: 10.4085/1062-6050-356-19.

SILLERO-QUINTANA, M.; GOMEZ-CARMONA, P. M.; FERNÁNDEZ-CUEVAS, I. Infrared thermography as a means of monitoring and preventing sports injuries. In: VARDASCA, R.; MENDES, J. G. **Innovative Research in Thermal Imaging for Biology**

and Medicine. Hershey: IGI Global, p. 165-198, 2017.

TUMILTY, S. ADHIA, D.B.; SMOLIGA, J.M.; GISSELMAN, A.S. Thermal profiles over the Achilles tendon in a cohort of non-injured collegiate athletes over the course of a cross country season. **Physical Therapy in Sport**, v. 36, p. 110-115, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.01.009>

TUMILTY, S. J. **Low Level Laser Therapy for the Treatment of Tendinopathy With Emphasis on the Achilles Tendon.** Tese (Doutorado em Filosofia) – Escola de Fisioterapia, Universidade de Otago, Otago, 267 p., 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10523/414>. Acesso em: 29 jun 2020.

WANG, J. H-C.; GUO, Q.; LI, B. Tendon biomechanics and mechanobiology – a mini-review of basic concepts and recente advancements. **Journal of Hand Therapy**, v. 25, n. 2, p. 133-140, 2012. DOI: 10.1016/j.jht.2011.07.004.

WINNICKI, K.; OCHALA-KLOS, A.; RUTOWICZ, B.; PEKALA, P.A.; TOMASZEWSKI, K.A. Functional anatomy, histology and biomechanics of the human Achilles tendon – A comprehensive review. **Annals of Anatomy**. v. 229, 2020. DOI: 10.1016/j.aanat.2020.151461.

ZAMUNÉR, A. R.; MORENO, M. A.; CAMARGO, T. M.; GRAETZ, J. P.; REBELO, A. C. S.; TAMBURÚS, N. Y. *et al.* Assessment of subjective perceived exertion at the anaerobic threshold with the borg cr-10 scale. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 10, n. 1, p. 130-136, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO E AVALIAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA

Data da 1ª intervenção ____/____/____

Data da 2ª intervenção ____/____/____

DADOS PESSOAIS

Nome: _____

Data de nascimento: ____/____/____ Telefone: () _____

Grau de escolaridade: _____ Sexo: () M () F

Estado civil: _____ Profissão: _____

Endereço: _____

Peso: _____ Altura: _____ IMC: _____

SINAIS VITAIS

Pressão Arterial (PA)	
Frequência Cardíaca (FC)	
SpO ₂	

Histórico de doenças: () Diabetes () Hipertensão () Doença arterial () Doença venosa () Varizes
 () Outros _____

ATIVIDADE FÍSICA

Frequência: _____ Tipo de atividade: _____

AVALIAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA

Dor a palpação do tendão de Aquiles? () Sim () Não

Teste de compressão da panturrilha de Simmonds: () Positivo () Negativo

PROTOCOLO EXPERIMENTAL

Escala de Borg

	1ª Intervenção	2ª Intervenção
Pré protocolo		
Pós protocolo		

EVA

	1ª Intervenção	2ª Intervenção
Pré protocolo		
Pós protocolo		

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Prezado (a) Senhor (a):

O (A) senhor (a) está sendo convidado a participar desta pesquisa que vai estudar as adaptações térmicas do tendão de Aquiles após protocolo pré-estabelecido, que está sendo desenvolvida pelos alunos do Curso de Fisioterapia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), sob a orientação do Prof. José Jamacy de Almeida Ferreira do Departamento de Fisioterapia da UFPB.

O objetivo deste estudo é avaliar o perfil termográfico do tendão de Aquiles de indivíduos assintomáticos durante execução de protocolo de exercícios isométricos e excêntricos precedidos ou não da aplicação da fotobiomodulação.

A finalidade deste trabalho é aplicar um protocolo fisioterapêutico pré-estabelecido e analisar as respostas térmicas do tendão de Aquiles através da termografia infravermelha. Os benefícios advindos da pesquisa estão relacionados a possível prevenção de lesões na região, como também verificar se existe alterações do perfil termográfico do tendão de Aquiles após exercício, podendo nortear a carga imposta a estruturas osteomioarticulares.

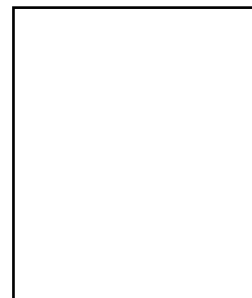
Solicitamos a sua colaboração para responder aos questionários da pesquisa, assim como participar das avaliações físicas onde será medida a temperatura da região do tendão de Aquiles por meio da termografia infravermelha. Também pedimos a sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de saúde e publicar em revista científica. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo. Informamos que essa pesquisa não oferece riscos, previsíveis, para a sua saúde.

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o (a) senhor (a) não é obrigado (a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador (a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá qualquer prejuízo. Os pesquisadores estarão à sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido (a) e dou o meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados. Estou ciente que receberei uma cópia desse documento.

Assinatura do Participante da Pesquisa ou Responsável Legal

Assinatura da Testemunha



Impressão dactiloscópica

Contato do Pesquisador (a) Responsável:

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor ligar para o (a) pesquisador (a) -----

Endereço (Setor de Trabalho): -----

Telefone: -----

Ou Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba - Campus I - Cidade Universitária - 1º Andar – CEP 58051-900 – João Pessoa/PB (83) 3216-7791 – E-mail: eticaccsufpb@hotmail.com

Atenciosamente,

Assinatura do Pesquisador Responsável

Assinatura do Pesquisador Participante

ANEXOS

ANEXO A - QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA - VERSÃO CURTA (IPAQ)

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA

- FORMA CURTA -

Nome: _____
 Data: ____/____/____ Idade : ____ Sexo: F () M ()
 Você trabalha de forma remunerada: () Sim () Não
 Quantas horas você trabalha por dia: _____
 Quantos anos completos você estudou: _____
 De forma geral sua saúde está:
 () Excelente () Muito boa () Boa () Regular () Ruim

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez:

1a. Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que faça você suar **BASTANTE** ou aumentem **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

1b. Nos dias em que você faz essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gasta fazendo essas atividades por dia?

horas: ____ Minutos: ____

2a. Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que faça você suar leve ou aumentem **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você faz essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gasta fazendo essas atividades por dia?

horas: ____ Minutos: ____

3a. Em quantos dias de uma semana normal você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

3b. Nos dias em que você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gasta caminhando por dia?

horas: _____ Minutos: _____

4a. Estas últimas perguntas são em relação ao tempo que você gasta sentado ao todo no trabalho, em casa, na escola ou faculdade e durante o tempo livre. Isto inclui o tempo que você gasta sentado no escritório ou estudando, fazendo lição de casa, visitando amigos, lendo e sentado ou deitado assistindo televisão.

Quanto tempo por dia você fica sentado em um dia da semana?

horas: _____ Minutos: _____

4b. Quanto tempo por dia você fica sentado no final de semana?

horas: _____ Minutos: _____

ANEXO B – ESCALA DE BORG ADAPTADA

0	Nada cansado
1	Muito fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Moderadamente difícil
5	Difícil
6	Difícil
7	Muito difícil
8	Muito difícil
9	Muito, muito difícil
10	Máximo, não aguento mais

ANEXO C – ESCALA VISUAL ANALÓGICA (EVA)

ANEXO D – CHECKLIST PARA COLETA DE IMAGENS TERMOGRÁFICAS EM MEDICINA ESPORTIVA E DO EXERCÍCIO – TISEM



@danilo.gmoreira

Checklist para coleta de imagens termográficas em medicina esportiva e do exercício (TISEM).

1) Os dados individuais relevantes dos participantes devem ser fornecidos. Nota: Estes podem incluir, mas não estão limitados a idade, sexo, massa corporal, altura, índice de massa corporal, etnia e se são fumantes ou não. Uma indicação do perfil de atividade física (por exemplo, frequência, duração, intensidade e descrição da atividade) deve ser relatada. ☐ Sim ☐ Não ☐ Não está claro
2) Os participantes devem ser instruídos a evitar bebidas alcoólicas, fumo, cafeína, grandes refeições, pomadas, cosméticos e banho durante quatro horas antes da avaliação. Além disso, banhos de sol (por exemplo, sessões de UV ou sol direto sem proteção) devem ser evitados antes da avaliação. Obs: Isto deve ser confirmado verbalmente antes da avaliação. O uso de qualquer tratamento ou droga medicinal deve ser registrado. Qualquer condição que não possa ser evitada deve ser relatada. ☐ Sim ☐ Não ☐ Não está claro
3) Fatores extrínsecos que afetam a temperatura da pele (por exemplo, atividade física antes da avaliação, massagem, eletroterapia, ultrassonografia, exposição ao calor ou ao frio, crioterapia) devem ser claramente descritos. ☐ Sim ☐ Não ☐ Não está claro
4) A temperatura ambiente e a umidade relativa do local onde a avaliação foi realizada devem ser registradas e relatadas como média $\pm$ desvio padrão. ☐ Sim ☐ Não ☐ Não está claro
5) A avaliação deve ser realizada longe de qualquer fonte de radiação infravermelha (por exemplo, dispositivos eletrônicos e lâmpadas) ou fluxo de ar direcionado (por exemplo, sob uma unidade de ar condicionado). Obs: Qualquer condição que não possa ser controlada deve ser relatada. ☐ Sim ☐ Não ☐ Não está claro
6) O fabricante, modelo e precisão da câmera usada devem ser fornecidos. Obs: Quando disponível, recomenda-se fornecer as informações de manutenção do equipamento (por exemplo, quando e onde foi concluída a última calibração). ☐ Sim ☐ Não ☐ Não está claro
7) Um período de aclimação na sala de exame deve ser completado. Obs: Este item é aplicável apenas para medições iniciais ou análise na condição de repouso. ☐ Sim ☐ Não ☐ Não está claro
8) Se necessário, a câmera deve ser ligada por algum tempo antes do teste para permitir a estabilização do sensor, seguindo as orientações do fabricante. ☐ Sim ☐ Não ☐ Não está claro
9) As condições de gravação da imagem, como a distância média entre o objeto e a câmera, a porcentagem da região de interesse dentro da imagem devem ser detalhadas. ☐ Sim ☐ Não ☐ Não está claro
10) A câmera deve ser posicionada perpendicular à região de interesse. ☐ Sim ☐ Não ☐ Não está claro
11) As configurações de emissividade da câmera devem ser relatadas. Obs: 0,98 de emissividade é sugerido para uma superfície de pele limpa e seca. ☐ Sim ☐ Não ☐ Não está claro
12) A hora do dia em que as imagens foram coletadas deve ser relatada. ☐ Sim ☐ Não ☐ Não está claro
13) A posição padrão do corpo do sujeito e as regiões de interesse devem ser bem descritas e apropriadamente selecionadas. Um exemplo visual (com escala de temperatura apresentada e escala de cores configuradas corretamente) é recomendado. ☐ Sim ☐ Não ☐ Não está claro
14) Se a pele estiver seca (por exemplo, para remover a água da superfície), o método de secagem deve ser claramente descrito. ☐ Sim ☐ Não ☐ Não está claro
15) A avaliação de termogramas e coleta de temperatura do software deve ser claramente descrita. ☐ Sim ☐ Não ☐ Não está claro

Fonte: Moreira, D.G. et al.. Thermographic imaging in sports and exercise medicine: a Delphi study and consensus statement on the measurement of human skin temperature. Journal of Thermal Biology 69, 155-162.

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

D585t Diniz, Raquel de Moura Campos.

Termomonitoramento do tendão do calcâneo durante
exercício isométrico associado a fotobiomodulação :
resultados preliminares / Raquel de Moura Campos Diniz.
- João Pessoa, 2021.
38 f. : il.

Orientação: José Jamacy de Almeida Ferreira.
TCC (Graduação) - UFPB/CCS.

1. Termografia. 2. Fisioterapia. 3. Ortopedia. 4.
Reabilitação. I. Ferreira, José Jamacy de Almeida. II.
Título.

UFPB/CCS

CDU 772.96