



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - UFOP**  
**ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DA UFOP - EEF-UFOP**  
**DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA - DEEFD**



Diego Fernandes da Silva

**Efeito da administração oral de HP $\beta$ -CD-Angiotensina-(1-7) na dor muscular em  
ciclistas recreativos**

Ouro Preto - MG  
Setembro de 2024

Diego Fernandes da Silva

**Efeito da administração oral de HPβ-CD-Angiotensina-(1-7) na dor muscular em  
ciclistas recreativos**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à disciplina Seminário de TCC (EFD356), do curso de Bacharelado em Educação Física da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para aprovação na mesma.

Orientadora: Prof. Dra. Lenice Kappes Becker

Ouro Preto - MG

Setembro de 2024

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

S586e Silva, Diego Fernandes da.  
Efeito da administração oral de HPβ-CD-Angiotensina-(1-7) na dor muscular em ciclistas recreativos. [manuscrito] / Diego Fernandes da Silva. - 2024.  
27 f.: il.: color., gráf., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Lenice Kappes Becker.  
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Educação Física. Graduação em Educação Física .  
Área de Concentração: Educação Física.

1. Angiotensina-(1-7). 2. Angiotensinas. 3. Algotmetria de pressão. 4. Dano muscular. 5. Dor. I. Becker, Lenice Kappes. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 612

Bibliotecário(a) Responsável: Angela Maria Raimundo - SIAPE: 1.644.803



## FOLHA DE APROVAÇÃO

Diego Fernandes da Silva

### Efeito da administração oral de HP $\beta$ -CD-Angiotensina-(1-7) na dor muscular em ciclistas recreativos

Monografia apresentada ao Curso de Educação Física da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Educação Física

Aprovada em 24 de setembro de 2024

#### Membros da banca

Dra. Lenice Kappes Becker - Orientadora-Universidade Federal de Ouro Preto  
Dra. Samara Silva de Moura - Universidade Federal de Ouro Preto  
Dr. Kelson Mauro de Castro Pinto - Universidade Federal de Ouro Preto

Lenice Kappes Becker, Orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 06-10-2024



Documento assinado eletronicamente por **Lenice Kappes Becker Oliveira, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 06/10/2024, às 12:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0789901** e o código CRC **3B238F4D**.

## **AGRADECIMENTOS**

Dedico essa conquista a minha família por todo apoio ao longo da minha jornada na graduação! Pai e Mãe, obrigado por acreditar e confiar na realização do meu sonho!

Gratidão aos professores pela transmissão de conhecimento, e em especial, a minha orientadora, Prof. Dr.<sup>a</sup> Lenice Kappes Becker, que não só me orientou ao longo deste trabalho, como foi primordial na minha jornada acadêmica por todos os projetos orientados e compartilhamento de momentos e experiências!

Agradeço aos meus amigos por terem me apoiado e proporcionarem experiências e momentos incríveis ao longo desses anos! E por fim, gratidão por fazer parte de uma grande família, que foi e sempre será minha casa em Ouro Preto, viva a República Exílio!

## RESUMO

Este estudo foi um ensaio clínico duplo-cego cruzado que explorou os efeitos da administração oral de HP $\beta$ -CD-Ang-(1-7) na recuperação muscular utilizando a dor como marcador de dano muscular. Cinco ciclistas recreativos receberam cápsulas de HP $\beta$ -CD-Ang-(1-7) (2 mg) e HP $\beta$ -CD-Placebo, administradas em dois momentos (uma cápsula após protocolo de dano muscular e outra 24 horas após). O protocolo de dano muscular foi realizado com o exercício agachamento na barra guiada (10 séries de 10 repetições a 75% de uma repetição máxima). A avaliação da dor foi realizada em quatro momentos (Inicial, imediatamente após o dano muscular, 24 horas e 48 horas após o dano muscular) utilizando o algômetro de pressão e a escala visual analógica de dor (EVA) nos músculos reto femoral (RF), vasto lateral (VL) e vasto medial (VM). Os resultados preliminares mostraram uma diferença estatística significativa no limiar de dor à pressão nos músculos VM, RF e VL, e na percepção de dor pela EVA nos músculos VM e VL no curso de tempo da dor. No entanto, não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre as condições de tratamento com HP $\beta$ -CD-Ang(1-7) e HP $\beta$ -CD-Placebo. Com base nesses resultados preliminares de uma amostra limitada, o protocolo de indução de dano muscular foi eficaz em causar dor, mas o tratamento com HP $\beta$ -CD-Ang-(1-7) não apresentou efeito superior ao placebo.

**Palavras-chave:** Angiotensina-(1-7); Dor; Algometria; Dano muscular.

## ABSTRACT

This study was a double-blind, crossover clinical trial that explored the effects of oral administration of HP $\beta$ -CD-Ang-(1-7) on muscle recovery using pain as a marker of muscle damage. Five recreational cyclists received HP $\beta$ -CD-Ang-(1-7) capsules (2 mg) and HP $\beta$ -CD-Placebo, administered at two time points (one capsule after the muscle damage protocol and another 24 hours later). The muscle damage protocol was performed with the squat exercise on the guided bar (10 sets of 10 repetitions at 75% of one repetition maximum). Pain assessment was performed at four time points (baseline, immediately after muscle damage, 24 hours and 48 hours after muscle damage) using the pressure algometer and the visual analogue pain scale (VAS) in the rectus femoris (RF), vastus lateralis (VL) and vastus medialis (VM) muscles. Preliminary results showed a statistically significant difference in pressure pain thresholds in the VM, RF, and VL muscles, and in pain perception by VAS in the VM and VL muscles over the time course of pain. However, no statistically significant differences were observed between the HP $\beta$ -CD-Ang(1-7) and HP $\beta$ -CD-Placebo treatment conditions. Based on these preliminary results from a limited sample, the muscle damage induction protocol was effective in causing pain, but HP $\beta$ -CD-Ang-(1-7) treatment did not show a superior effect to placebo.

**Keywords:** Angiotensin-(1-7); Pain; Algometry; Muscle damage.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>2. OBJETIVO GERAL</b> .....	9
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	9
3.1 Amostra .....	9
3.2 Critérios de inclusão e exclusão .....	9
3.3 Administração de HP $\beta$ CD-Ang-(1-7) .....	9
3.4 Protocolo de indução de dano muscular .....	9
3.5 Procedimento experimental .....	10
3.6 Avaliação da dor .....	12
3.7 Análise estatística .....	13
<b>4. RESULTADOS</b> .....	14
4.1 Algometria .....	14
4.2 Escala Visual Análogica de Dor (EVA) .....	18
<b>5. DISCUSSÃO</b> .....	22
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	25
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	26

## 1. INTRODUÇÃO

O dano muscular induzido pelo exercício (DMIE) ocorre quando há aumento na sobrecarga do treinamento, envolvimento em atividades esportivas novas ou na execução de exercícios para os quais o organismo ainda não desenvolveu adaptações. O DMIE é caracterizado por uma redução temporária da força muscular, acompanhada de dor, inchaço e rigidez muscular (Howatson; Van Someren, 2008; Hotfiel et al., 2018).

A dor muscular de início tardio (DMIT) resultante do dano muscular é definido por uma sensação dolorosa na musculatura esquelética com os sintomas iniciando geralmente 8 horas após a prática do exercício e atingindo picos entre 24 e 72 horas, podendo perdurar por até 7 dias após o esforço, sendo considerado um marcador subjetivo do dano muscular (Foschini; Prestes; Charro, 2007).

Os mecanismos que ocasionam a DMIT ainda não foram completamente elucidados na literatura. Powers e Howley (2017) citam que as evidências mais recentes sugerem que a DMIT ocorre devido ao dano estrutural na musculatura gerado pelo estresse mecânico do exercício. Esse dano causa uma ruptura de sarcômeros, lesão de membranas e no extravasamento de cálcio que acumula nas mitocôndrias, inibindo a produção de ATP e ativando enzimas que vão degradar as proteínas musculares. Essa sequência de eventos resulta em um processo inflamatório aumentando a produção de prostaglandinas, histaminas e radicais livres. Os quais juntamente com o edema adjacente estimulam receptores que causam a sensação de dor na musculatura.

Os métodos para avaliação da DMIT visam a mensuração dessas respostas subjetivas da dor. Dentre as mais utilizadas na literatura, estão a Escala Visual Analógica de Dor (EVA) e a utilização da algometria de pressão (Barbosa et al., 2015; Hedayatpour et al., 2008; Jönhagen; Ackermann; Saartok, 2009; Lau et al., 2015).

Diversas intervenções são empregadas para minimizar os efeitos da DMIT com o objetivo de acelerar a recuperação muscular e minimizar as perdas de desempenho. Entre as estratégias mais utilizadas estão a terapia térmica, compressão, recuperação ativa, fisioterapia, acupuntura, medicamentos orais e nutrição (Heiss et al., 2019).

Apesar dos diversos tratamentos, ainda existem muitas divergências quanto à estratégia mais adequada para tratar a DMIT. Heiss et al. (2019) aponta em sua revisão que a terapia térmica através da imersão em água fria e uso de compressão no período pós-exercício apresentaram resultados promissores para a recuperação, enquanto os outros métodos ainda não mostraram evidências suficientes quanto a suas intervenções, concluindo que, o emprego

de diferentes metodologias e a variação nos resultados, mesmo com algumas estratégias apresentando efeitos positivos, nenhuma se mostrou superior.

Em busca de intervenções para tratar a DMIT e a recuperação muscular, a utilização de Angiotensina-(1-7) [Ang-(1-7)] vem demonstrando resultados positivos em marcadores de dano muscular (Becker et al., 2018). A Ang-(1-7) é um peptídeo bioativo composto por sete aminoácidos, sendo uma substância endógena produzida e liberada em diversos órgãos e componente do Sistema Renina Angiotensina (SRA). O SRA possui dois eixos importantes, o eixo da Enzima Conversora de Angiotensina (ECA), Angiotensina 2 (Ang II) e receptor AT1 (ECA/Ang II/AT1), e o eixo Enzima Conversora de Angiotensina 2 (ECA2), Angiotensina-(1-7) e o receptor Mas (ECA2/Ang-(1-7)/MAS).

Na musculatura esquelética, o eixo com a Ang II pode ocasionar a diminuição da quantidade de massa muscular e redução da capacidade funcional dos músculos, como parte do eixo contra regulatório, a Ang-(1-7) age inibindo esses efeitos (Cisternas et al., 2015).

Em um estudo realizado em modelo animal, foi demonstrado que o grupo suplementado com Ang-(1-7) em comparação com o grupo controle, obteve tratamento efetivo em prevenir a inflamação e fibrose muscular que normalmente ocorre após o protocolo de exercício físico de contração excêntrica (Totou et al., 2021).

Em experimento em humanos, a administração de uma formulação oral de HP $\beta$ -CD-Ang-(1-7) em indivíduos saudáveis, obteve menores níveis plasmáticos de Creatina Kinase (CK) o qual é um marcador de dano muscular, menor percepção de dor muscular utilizando a EVA, e a manutenção da força muscular em comparação com grupo controle após um protocolo de dano muscular por meio de exercício excêntrico (Becker et al., 2018). Para além de menores níveis de dor e manutenção da força, o estudo de Moura et al. (2021), observou que atletas de Mountain Bike apresentaram melhor rendimento e menor percepção subjetiva de esforço em um teste realizado em laboratório utilizando a suplementação aguda de Ang-(1-7).

Com base em achados recentes na literatura sobre a administração de Ang-(1-7) e na busca por intervenções que promovam a recuperação do dano muscular, este estudo teve como objetivo avaliar se a administração oral de Ang-(1-7) resultou em efeitos benéficos na recuperação muscular de atletas recreacionais de ciclismo após a indução de dano muscular. A dor muscular foi utilizada como marcador primário para mensurar os efeitos da intervenção.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Avaliar os efeitos da formulação oral com Ang-(1-7) na recuperação muscular, utilizando como marcador a dor muscular.

## **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3.1 Amostra**

Este estudo foi realizado com 5 atletas recreacionais de ciclismo, residentes da cidade Ouro Preto-MG e região. Os voluntários foram recrutados por meio de uma rede de contatos dos pesquisadores com este público e diante da participação optativa dos mesmos caso estivessem dentro dos critérios de inclusão. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Ouro Preto, sob o número de registro: CAAE 65847422.1.0000.5150.

### **3.2 Critérios de inclusão e exclusão**

Os critérios de inclusão foram indivíduos saudáveis com envolvimento em programas de treinamento de ciclismo nos últimos 12 meses. Como critério de exclusão seriam: a saída por livre e espontânea vontade do voluntário, ser menor de 18 anos, apresentar algum tipo de enfermidade que comprometesse a coleta dos dados, indivíduo com qualquer patologia, fumante, fazia uso de medicamento como anti-inflamatório e antibióticos e/ou outros que comprometeria os dados da pesquisa, bem como a utilização de suplementos que interferem no rendimento físico.

### **3.3 Administração de HPβCD-Ang-(1-7)**

A administração com HPβ-CD-Ang-(1-7) (2 mg) ou solução HPβ-CD-Placebo foi realizada através da ingestão oral de cápsulas de igual cor; sabor e cheiro, em duas doses. A primeira dose foi administrada imediatamente após a realização do protocolo de indução de dano muscular e a segunda dose 24 horas após o protocolo. A utilização de 2 mg HPβ-CD-Ang-(1-7) foi baseada em estudos anteriores (Becker et al., 2018; Moura et al., 2021).

### **3.4 Protocolo de indução de dano muscular**

O protocolo de indução de dano muscular foi realizado utilizando o exercício agachamento na barra guiada. Inicialmente os voluntários participaram de uma sessão para serem testados quanto a força máxima [uma repetição máxima (1-RM)] (Miranda et al., 2019). 14 dias após realizarem o teste de 1-RM, eles foram instruídos a abster de exercícios físicos

por um período de 48 horas antes da realização do protocolo. O protocolo foi adaptado de Byrne e Eston (2002) e consistia nos participantes realizarem 10 séries e encorajados a realizarem 10 repetições a 75% de 1-RM em todas as séries. O intervalo entre as séries foi de 120 segundos e os voluntários foram instruídos a executar o agachamento até 90° e realizarem um ritmo de execução de 1 segundo de fase concêntrica e 3 segundos de fase excêntrica para ser contabilizada uma repetição.

### **3.5 Procedimento experimental**

Este estudo é um ensaio clínico duplo-cego cruzado. Os voluntários foram divididos aleatoriamente em duas condições por um código para fazerem a administração da HPβ-CD-Ang-(1-7) ou HPβ-CD-Placebo. A distribuição das cápsulas foi realizada por um terceiro pesquisador o qual não estava envolvido nas coletas e análises dos dados.

Em um primeiro encontro (E1) foi realizado o teste de 1-RM e 14 dias após foi realizado o segundo encontro (E2). No E2 foram feitos o protocolo de indução de dano muscular e a avaliação da dor antes e imediatamente após protocolo de indução de dano muscular. Ainda neste encontro, foi administrada a primeira dose da formulação oral HPβ-CD-Ang-(1-7) ou HPβ-CD-Placebo. 24 horas após o segundo encontro (E3), foi realizado novamente a avaliação da dor e a administração da segunda dose. Por último, 48 horas após o E2 (E4), foi realizada mais uma avaliação da dor. Neste encontro, não houve administração da formulação oral.

Após a realização desta etapa, houve um período de *washout* de 7 a 21 dias, e então foram realizados novamente os procedimentos explicitados anteriormente a partir do E2, desta vez com os voluntários em condições diferentes das que foram realizadas na primeira sessão. Os detalhes referentes a alocação das condições entre as etapas podem ser vistos na figura 1, e os procedimentos realizados em ambas as etapas na figura 2:

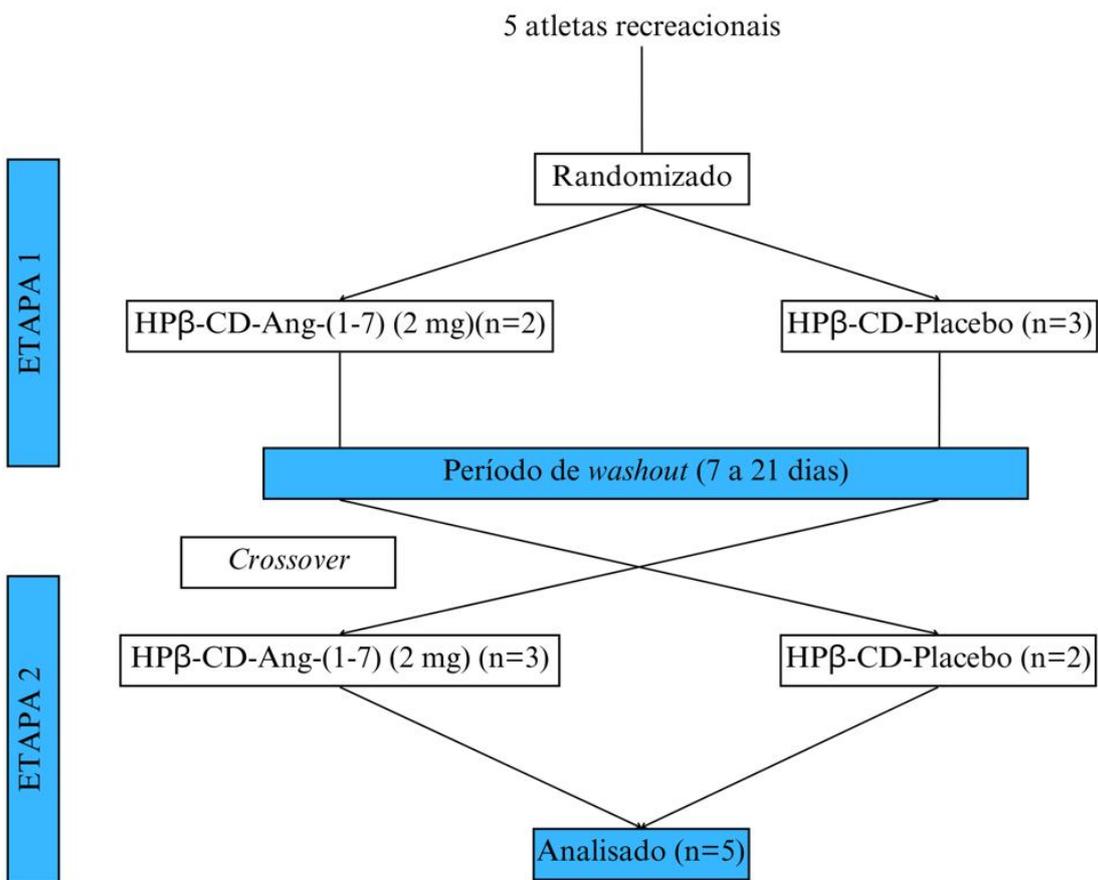


Figura 1 - Fluxograma experimental.

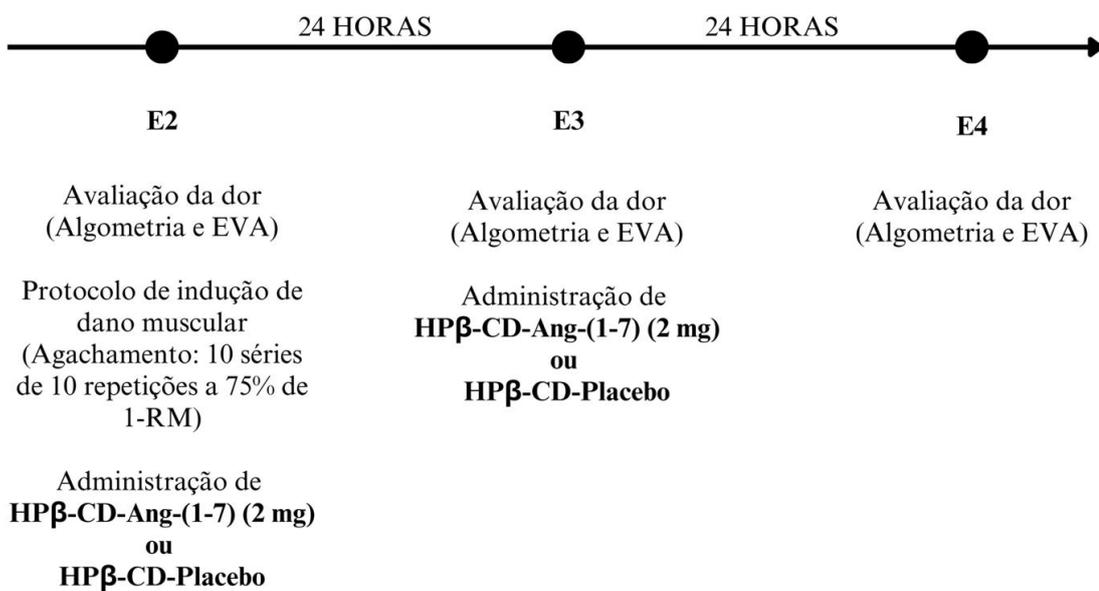
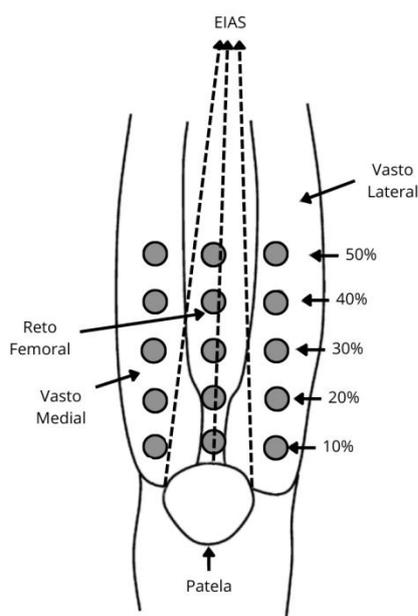


Figura 2 - Encontros realizados nas duas condições feitas pelos voluntários.

### 3.6 Avaliação da dor

Com o propósito de avaliar o impacto da HP $\beta$ -CD-Ang-(1-7) na dor muscular, foram utilizadas duas técnicas. A primeira delas foi a algometria de pressão, esta técnica é feita utilizando um algômetro, este aparelho possui uma ponteira chata que quantifica a força aplicada por meio da pressão exercida sobre determinado local. Este estímulo físico exercido no local analisado tem o intuito de avaliar a capacidade de percepção e de tolerância a dor por meio do limiar de tolerância de dor a pressão expresso em quilograma-força (kgf) (Vitorino et al., 2023). A aplicação do algômetro foi feita exercendo uma pressão constante de forma perpendicular ao ponto do segmento corporal avaliado. A segunda técnica empregada foi a escala visual analógica de dor (EVA), essa escala é graduada de 0 a 10 cm, sendo 0 considerado “nenhuma dor” e 10 “máxima dor suportado pelo indivíduo” (Jönhagen; Ackermann; Saartok, 2009). A EVA foi realizada logo após a utilização do algômetro no ponto avaliado, com o voluntário reportando o nível de dor percebido através da pressão exercida pelo algômetro de pressão.

A avaliação da dor foi realizada em 15 pontos nos músculos da região anterior da coxa. Os pontos foram demarcados a partir da região distal da coxa em percentuais (10%, 20%, 30%, 40% 50%) do seu comprimento entre a espinha íliaca ântero-superior (EIAS) e a borda superior, medial e lateral da patela correspondendo aproximadamente os músculos Vasto Medial (VM), Reto Femoral (RF) e Vasto Lateral (VL) (Hedayatpour et al., 2008).



**Figura 3** - Pontos de avaliação da algometria e EVA (Adaptado de Hedayatpour et al., 2008).

### **3.7 Análise estatística**

Os dados referentes à dor, por se tratar de dados ordinais, foram analisados utilizando o teste de Friedman (ANOVA para medidas repetidas para dados não paramétricos) e pós teste de comparações aos pares de Durbin-Conover. Assim foi possível estudar o efeito da passagem do tempo nas condições. Esses dados foram expressos em percentil 25%, mediana e percentil 75%. Para comparações entre as condições o teste de Mann-Whitney foi o utilizado. Valores de  $p < 0,05$  foram considerados estatisticamente significativos.

## 4. RESULTADOS

Ao todo foram analisados 5 atletas que atenderam aos critérios de inclusão e no decorrer do estudo não houve desistência de voluntários. Todas as características dos voluntários conforme a avaliação física realizada está na tabela 1.

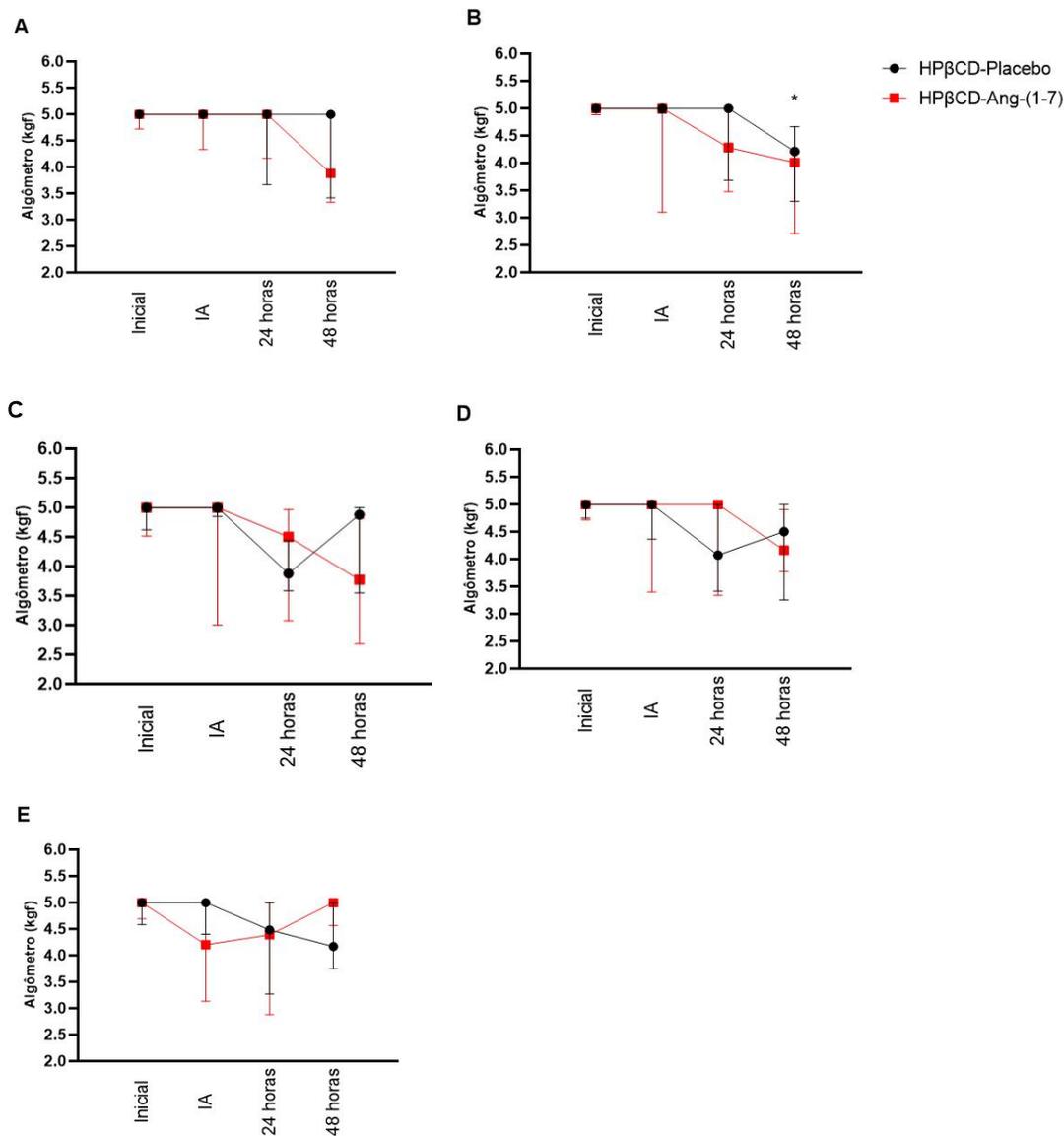
**Tabela 1** - Caracterização da amostra

<b>Características</b>	<b>Média/Desvio Padrão</b>
<b>Idade (anos)</b>	33,4 ± 9,8
<b>Massa corporal (kg)</b>	75,86 ± 8,85
<b>Estatura (cm)</b>	177,2 ± 8,07
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	24,12 ± 1,76
<b>Gordura corporal (kg)</b>	13,96 ± 4,88
<b>Massa muscular (kg)</b>	34,94 ± 3,92
<b>Agachamento 1-RM (kg)</b>	96 ± 11,40
<b>Tempo de competição (anos)</b>	6,40 ± 7,77
<b>Treinamento semanal (km)</b>	219 ± 97,11

Todos os voluntários aderiram estritamente aos procedimentos do estudo, respeitando o tempo de abstenção de exercícios de 48 horas antes da realização do protocolo de indução de dano muscular para não haver interferência nos dados entre as condições.

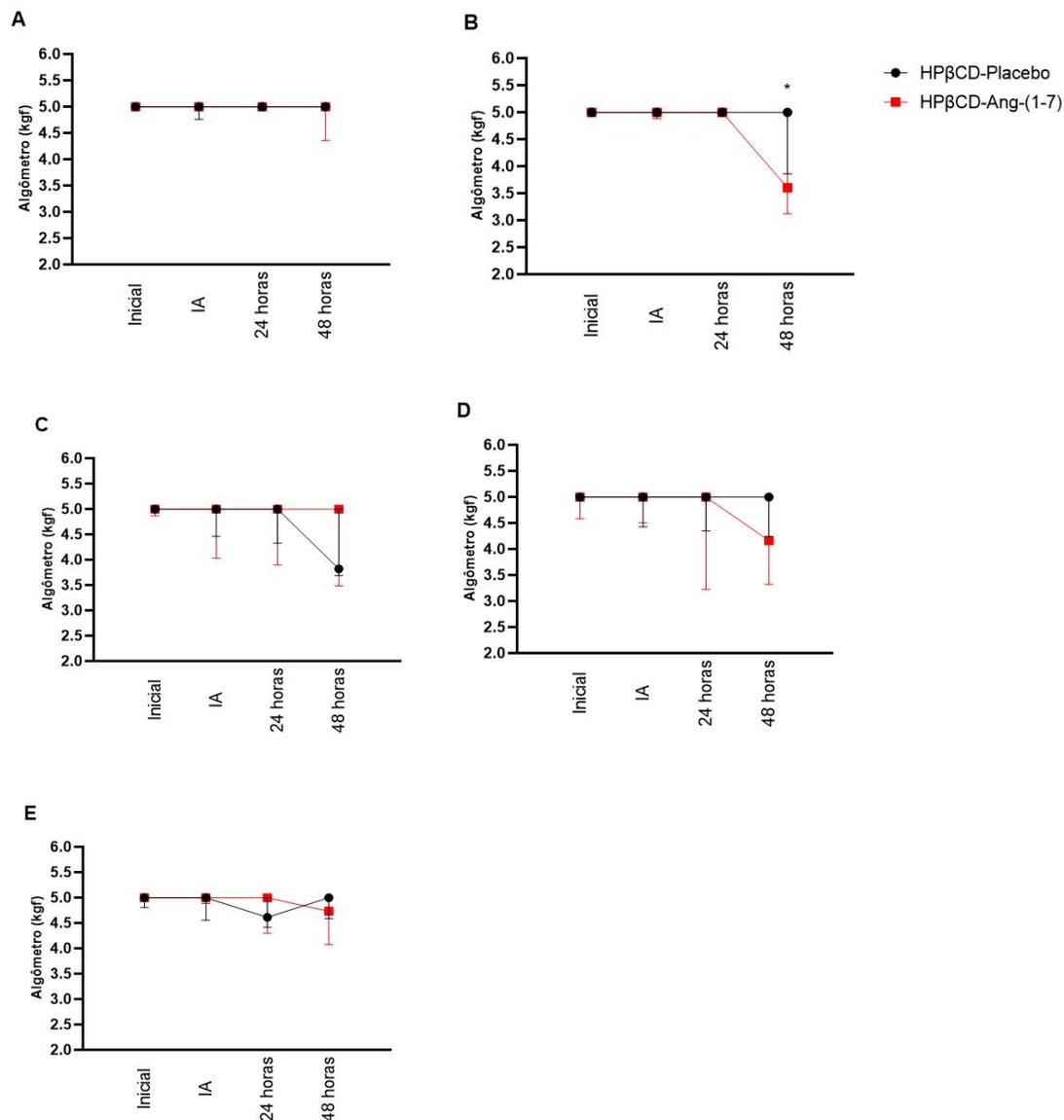
### 4.1 Algometria

Na algometria de pressão foi observado uma queda no limiar de dor a pressão exercida pelo algômetro no vasto medial (VM) no curso de tempo da dor em ambas as condições (Figura 4), com diferença estatística significativa na condição HPβ-CD-Placebo e na condição tratada com HPβCD-Ang-(1-7) em 20%. Não houve diferença estatística significativa em comparação entre as condições.



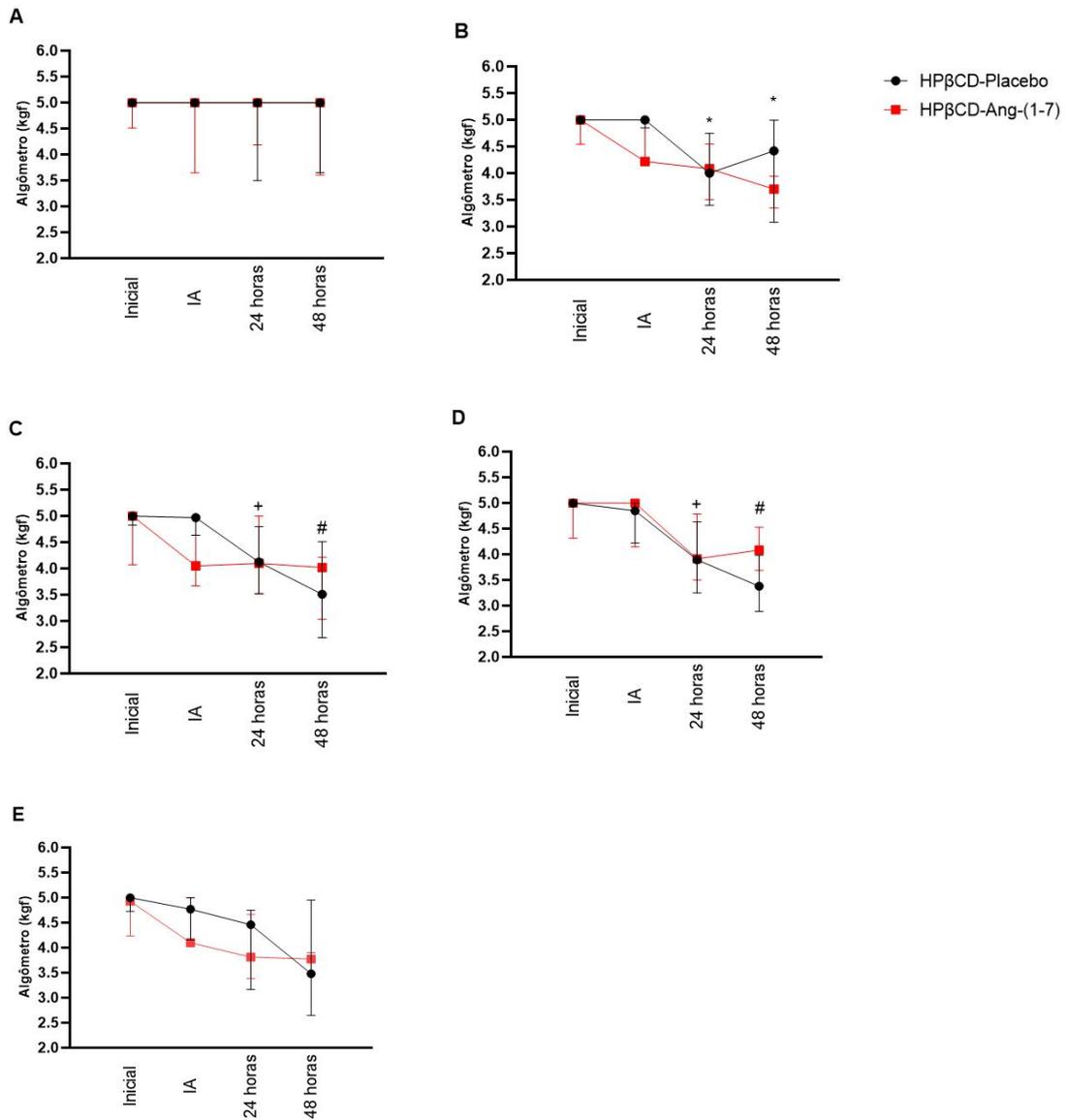
**Figura 4** - Gráficos com o curso de tempo da dor para algometria em todos os momentos avaliados no VM; (A) medida em 10%; (B) medida em 20%; (C) medida em 30%; (D) medida em 40%; (E) medida em 50%. IA: Imediatamente após protocolo de dano muscular. \* $p < 0,05$  em comparação com inicial, IA e 24 horas em ambas as condições.

No reto femoral (RF) (Figura 5), foi observado uma pequena diminuição no limiar de dor, com diferença significativa apenas na condição tratada com HPβ-CD-Ang-(1-7) em 20% após 48 horas.



**Figura 5** - Gráficos com o curso de tempo da dor para algometria em todos os momentos avaliados no RF. (A) medida em 10%; (B) medida em 20%; (C) medida em 30%; (D) medida em 40%; (E) medida em 50%. IA: Imediatamente após protocolo de dano muscular. \* $p < 0,05$  em comparação com inicial, IA e 24 horas na condição HPβ-CD-Ang-(1-7).

Para o vasto lateral (VL) (Figura 6), houve queda no limiar de dor para algometria de pressão com diferença significativa na condição tratada com HPβ-CD-Ang-(1-7) em 20% e na condição HPβ-CD-Placebo em 20%, 30% e 40%. Não houve diferença significativa entre as condições.

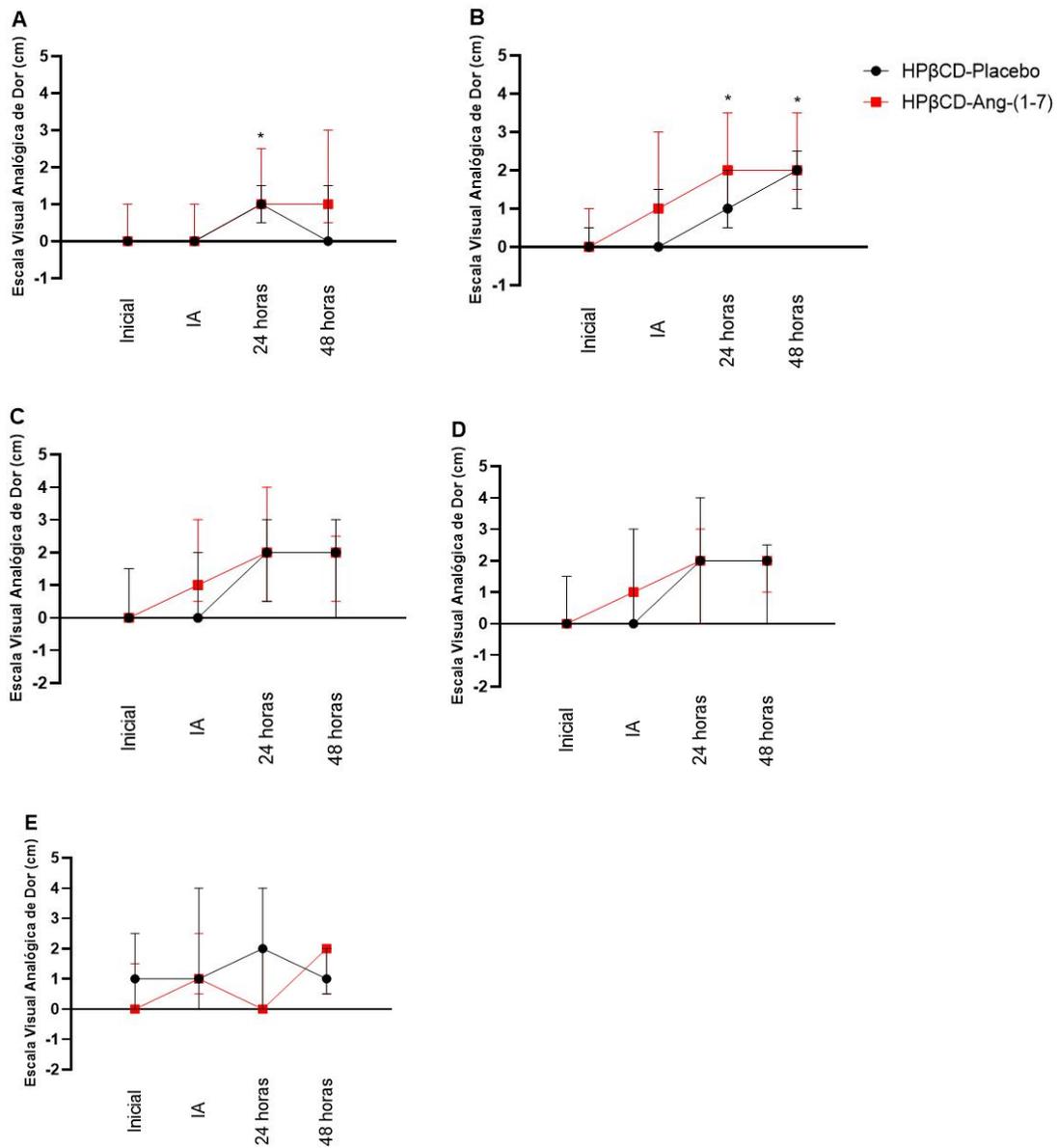


**Figura 6** - Gráficos com o curso de tempo da dor para algometria em todos os momentos avaliados no VL. (A) medida em 10%; (B) medida em 20%; (C) medida em 30%; (D) medida em 40%; (E) medida em 50%. IA: Imediatamente após protocolo de dano muscular. \* $p < 0,05$  em comparação com inicial e IA em ambas as condições, # $p < 0,05$  em comparação com inicial e IA na condição HPβ-CD-Placebo, + $p < 0,05$  em comparação com inicial para a condição HPβ-CD-Placebo.

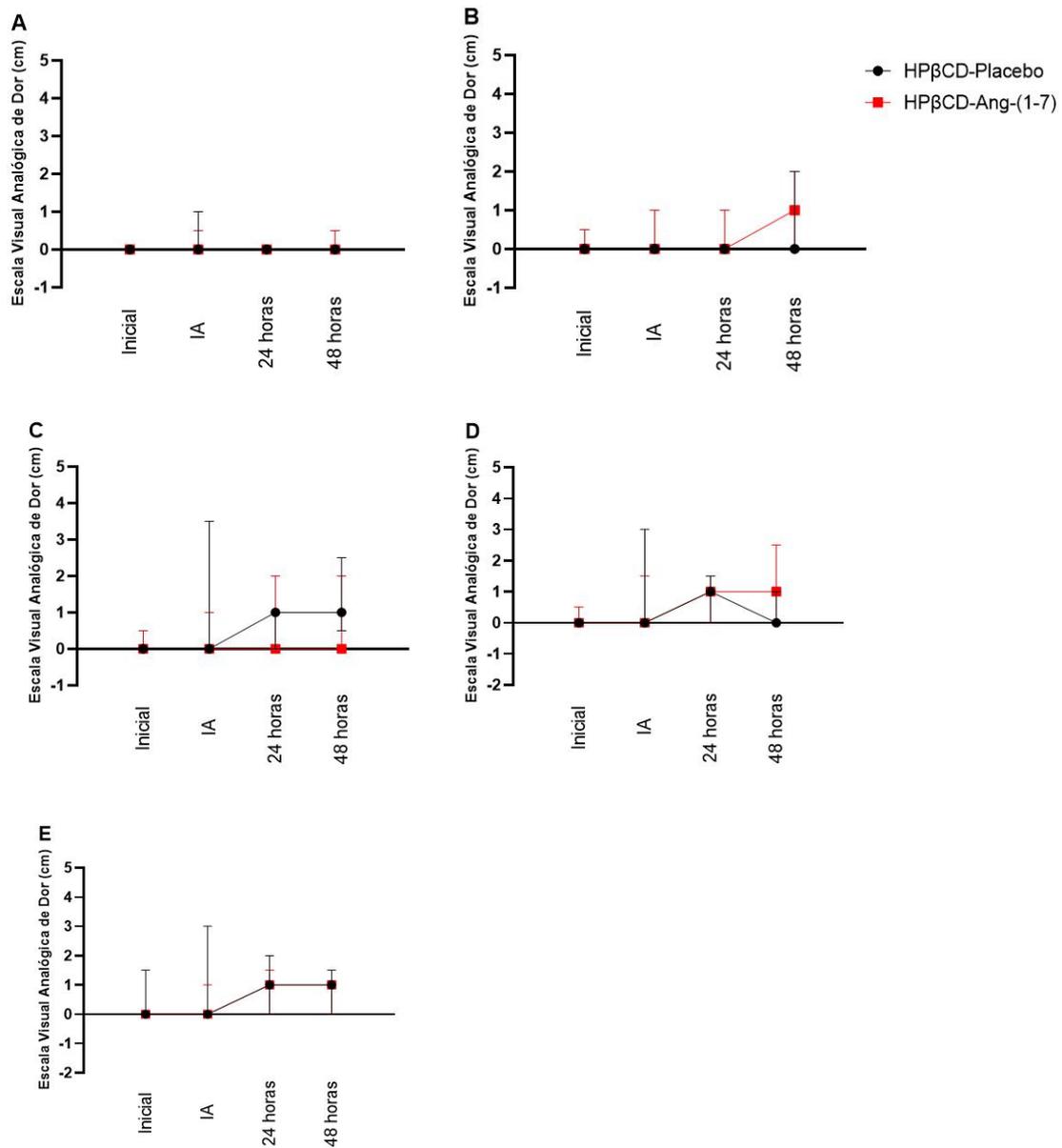
## **4.2 Escala Visual Analógica de Dor (EVA)**

A EVA apresentou um aumento (nesse caso quanto maior o valor, maior a sensação de dor percebida) dos valores em relação a subjetividade da dor reportada pelo voluntário a pressão exercida pelo algômetro. Na condição HP $\beta$ -CD-Placebo houve diferença significativa no VM em 10% e 20% (Figura 7) e VL em 20% e 40% (Figura 9). Por outro lado, quando os voluntários foram tratados com HP $\beta$ CD-Ang-(1-7), não foram observadas diferenças estatísticas significativas.

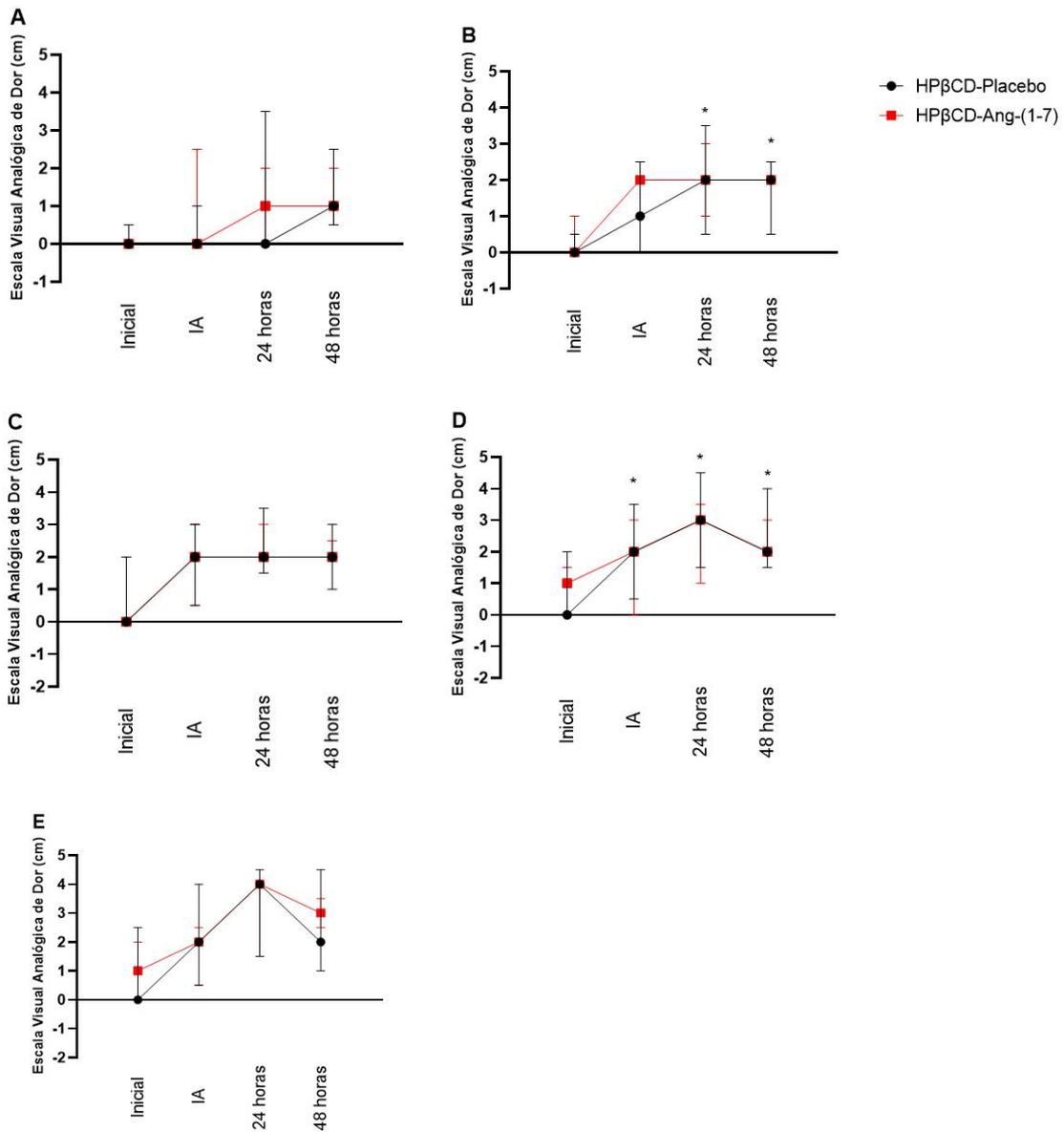
Na comparação entre as condições, também não foram observadas diferenças estatísticas significativa em nenhum dos pontos marcados na EVA.



**Figura 7** - Gráficos com o curso de tempo da dor para EVA em todos os momentos avaliados no VM. (A) medida em 10%; (B) medida em 20%; (C) medida em 30%; (D) medida em 40%; (E) medida em 50%. IA: Imediatamente após protocolo de dano muscular. \* $p < 0,05$  em comparação com inicial e IA na condição HPβ-CD-Placebo.



**Figura 8** - Gráficos com o curso de tempo da dor para EVA em todos os momentos avaliados no RF. (A) medida em 10%; (B) medida em 20%; (C) medida em 30%; (D) medida em 40%; (E) medida em 50%. IA: Imediatamente após protocolo de dano muscular.



**Figura 9** - Gráficos com o curso de tempo da dor para EVA em todos os momentos avaliados no VL. (A) medida em 10%; (B) medida em 20%; (C) medida em 30%; (D) medida em 40%; (E) medida em 50%. IA: Imediatamente após protocolo de dano muscular. \* $p < 0,05$  em comparação com inicial na condição HPβ-CD-Placebo.

## 5. DISCUSSÃO

A sensibilidade a dor muscular manifestou-se em 24 horas e 48 horas após o protocolo de indução de dano muscular. Esse resultado indica que o protocolo gerou dano muscular, utilizando a DMIT como marcador, conforme é relatado por Clarkson et al. (2002), no qual a DMIT acompanha o dano muscular e atinge seu pico entre 24 e 48 horas. Em outros estudos como de Lau et al. (2015) e de Hedayatpour et al. (2008) que avaliaram a DMIT por meio da algometria e EVA, também foi encontrado maior sensibilidade a dor em 24 e 48 horas após protocolo de dano muscular.

Os dados encontrados neste estudo mostraram uma queda no limiar de dor e aumento da dor percebida pela EVA de forma mais expressiva nos músculos VM e VL em ambas as condições. Esses dados podem ser justificados pela escolha do exercício utilizado no protocolo de indução de dano muscular, já que os vastos apresentam uma maior atividade muscular em comparação com o RF em exercício de cadeia cinética fechada, como no caso do agachamento que foi realizado no protocolo de indução de dano muscular (Escamilla et al., 1998).

No estudo realizado por Hedayatpour et al. (2008), que avaliou os mesmos 15 pontos no quadríceps, foram observados maior queda no limiar dor pela algometria de pressão na porção mais distal, o que vai de encontro ao que foi apresentado em nosso estudo nos três músculos avaliados em 20%, com exceção para uma queda significativa no VL em 30% e 40%. Ademais, a variação sobre a sensibilidade a dor corrobora com a variedade encontrada no mesmo estudo, sinalizando que essa diferença ocorra devido a uma vulnerabilidade não uniforme da fibra muscular aos danos, o que resulta na produção de agente inflamatórios em locais específicos e sensibilizando os nociceptores de forma variada dependendo da localização na musculatura (Hedayatpour et al., 2008).

Quando analisado as condições, não obtivemos diferença estatística significativa, demonstrando até o presente momento que o tratamento com uma formulação oral de HP $\beta$ -CD-Ang-(1-7) (2mg) administrado em duas doses não surtiu efeito atenuantes na dor muscular. Esse resultado pode ter ocorrido devido ao *n* muito baixo de participantes, estudos que verificaram intervenções suplementares no tratamento da dor muscular, possuíam uma amostra de mais de 25 participantes (Becker et al., 2018; Mallard et al., 2021). Isso explicita a necessidade da continuidade do estudo para ver se a HP $\beta$ -CD-Ang-(1-7) possa a vir se tornar um suplemento eficaz atuante na dor muscular e conseqüentemente na recuperação do tecido danificado.

É interessante citar que apesar de não encontrar diferenças entre as condições, nossos dados indicam diferença significativa pela EVA apenas na condição HPβ-CD-Placebo. O estudo realizado por Becker et al. (2018) encontrou resultados promissores a utilização dessa formulação oral com quantidade menor de HPβ-CD-Ang-(1-7) (1,75mg) após o protocolo de indução de dano muscular, assim como apresentado neste estudo, os níveis de percepção da dor pela EVA foram maiores ao longo do tempo, mas com valores mais baixos no grupo tratado com HPβ-CD-Ang-(1-7) (1,75mg).

Está claro na literatura que o SRA possui ação local na musculatura esquelética através dos seus eixos. A Ang-(1-7) através do seu receptor Mas mostra ações positivas como efeito antifibrótico, redução de apoptose, diminuição da atrofia e restauração da força muscular (Santos et al., 2018). Todas as ações positivas e com resultados promissores em humanos, torna a administração da formulação oral de HPβ-CD-Ang-(1-7) um possível suplemento para atenuar os efeitos decorrentes ao dano muscular entre as sessões de treinamento e até mesmo uma melhora no rendimento físico conforme já foi demonstrado no estudo de Moura et al. (2021).

É importante citar que o escopo desse trabalho se limitou a apenas avaliar o dano muscular através de um marcador subjetivo que foi a DMIT (Foschini; Prestes; Charro, 2007). Outros marcadores podem ser utilizados junto a DMIT para verificar o processo de recuperação após o DMIE, como a CK, TNF, IL-6, IL-10 (Becker et al., 2018; Mallard et al., 2021).

Outro fato observado pelos dados obtidos, apesar de não ter sido o foco do trabalho, foi a possível correlação entre a avaliação da dor por meio da algometria e a EVA como forma eficaz de utilização de ambas as técnicas. Uma revisão sistemática realizada por Vitorino et al. (2023) avaliou alguns estudos que utilizaram de técnicas de avaliação de dor por meio de algometria, termografia e EVA como inclusão de diagnóstico complementar para avaliação dor, nos estudos revisados foi encontrado pouca correlação, sugerindo mais estudos com ênfase nesses dados para a ver se de fato há correlação entre algometria e EVA.

Atletas de elite ou recreacionais tem grande interesse por estratégias para acelerar a recuperação muscular e aliviar a DMIT (Crowther et al., 2017). Em busca por estratégias, utilizamos a suplementação oral de HPβ-CD-Ang-(1-7) na hipótese que ela possa se tornar uma estratégia eficaz na recuperação após dano muscular. No entanto não foram obtidos resultados que indicasse a atenuação da dor entre as condições.

Por fim, reconhece-se a necessidade de pesquisas futuras e a continuidade do estudo devido ao número baixo de participantes até o momento, demonstrando ser um fator limitante e necessário para que continue com estudo.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com base nos resultados preliminares de uma amostra de dimensão limitada (n=5 participantes) sugerem que o tratamento oral com HP $\beta$ -CD-Ang-(1-7) (2mg) (administrado em duas doses) não surtiu efeitos nos marcadores de dor analisados nos músculos da coxa.

## 7. REFERÊNCIAS

- HOWATSON, Glyn; VAN SOMEREN, Ken A. The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. **Sports medicine**, v. 38, p. 483-503, 2008.
- HOTFIEL, Thilo et al. Advances in delayed-onset muscle soreness (DOMS): Part I: Pathogenesis and diagnostics. **Sportverletzung· Sportschaden**, v. 32, n. 04, p. 243-250, 2018.
- FOSCHINI, Denis; PRESTES, Jonato; CHARRO, Mário Augusto. Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio. **Revista brasileira de cineantropometria e desempenho humano**, v. 9, n. 1, p. 101-106, 2007.
- POWERS, Scott K. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. Barueri: Editora Manole, 2017. E-book. ISBN 9788520455104. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788520455104/>. Acesso em: 18 jul. 2024.
- BARBOSA, Danielli Aguilar et al. Resposta aguda de variáveis clínicas e funcionais em exercício máximo de contração concêntrica versus excêntrica. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 37, p. 87-95, 2015.
- HEDAYATPOUR, Nosratollah et al. Sensory and electromyographic mapping during delayed-onset muscle soreness. **Medicine+ Science in Sports+ Exercise**, v. 40, n. 2, p. 326, 2008.
- JÖNHAGEN, Sven; ACKERMANN, Paul; SAARTOK, Tönu. Forward lunge: a training study of eccentric exercises of the lower limbs. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 23, n. 3, p. 972-978, 2009.
- LAU, Wing Yin et al. Assessment of muscle pain induced by elbow-flexor eccentric exercise. **Journal of Athletic Training**, v. 50, n. 11, p. 1140-1148, 2015.
- HEISS, Rafael et al. Advances in delayed-onset muscle soreness (DOMS)—part II: treatment and prevention. **Sportverletzung· Sportschaden**, v. 33, n. 01, p. 21-29, 2019.
- BECKER, Lenice Kappes et al. Eccentric overload muscle damage is attenuated by a novel angiotensin-(1-7) treatment. **International journal of sports medicine**, v. 39, n. 10, p. 743-748, 2018.
- CISTERNAS, Franco et al. Angiotensin-(1-7) decreases skeletal muscle atrophy induced by angiotensin II through a Mas receptor-dependent mechanism. **Clinical science**, v. 128, n. 5, p. 307-319, 2015.
- TOTOU, Nádia Lúcia et al. Oral administration of angiotensin-(1-7) decreases muscle damage and prevents the fibrosis in rats after eccentric exercise. **Experimental Physiology**, v. 106, n. 8, p. 1710-1719, 2021.

DE MOURA, Samara Silva et al. Angiotensin-(1–7) oral formulation improves physical performance in mountain bike athletes: a double-blinded crossover study. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 13, n. 1, p. 47, 2021.

MIRANDA, Douglas Pinheiro et al. Comparação do teste de 1RM no agachamento com barra guiada e barra livre. **RBPFEEX-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 13, n. 83, p. 501-506, 2019.

BYRNE, Christopher; ESTON, Roger. Maximal-intensity isometric and dynamic exercise performance after eccentric muscle actions. **Journal of sports sciences**, v. 20, n. 12, p. 951-959, 2002.

ARMSTRONG, R. et al. Determining concentric and eccentric force–velocity profiles during squatting. **European journal of applied physiology**, v. 122, n. 3, p. 769-779, 2022.

VITORINO, Cristiano Franco et al. Utilização da algometria e termografia infravermelha como instrumentos de avaliação da dor: uma revisão sistemática. **Acta fisiátrica**, v. 30, n. 2, p. 129-135, 2023.

CLARKSON, Priscilla M.; HUBAL, Monica J. Exercise-induced muscle damage in humans. **American journal of physical medicine & rehabilitation**, v. 81, n. 11, p. S52-S69, 2002.

ESCAMILLA, RAFAEL F. et al. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 30, n. 4, p. 556-569, 1998.

MALLARD, Alistair R. et al. Curcumin improves delayed onset muscle soreness and postexercise lactate accumulation. **Journal of Dietary Supplements**, v. 18, n. 5, p. 531-542, 2021.

SANTOS, Robson Augusto Souza et al. The ACE2/angiotensin-(1–7)/MAS axis of the renin-angiotensin system: focus on angiotensin-(1–7). **Physiological reviews**, 2017.

CROWTHER, Fiona et al. Influence of recovery strategies upon performance and perceptions following fatiguing exercise: a randomized controlled trial. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 9, p. 1-9, 2017.