



PROGRAMA
DE CIÊNCIAS
DA REABILITAÇÃO

CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências da Reabilitação

Doutorado Acadêmico em Ciências da Reabilitação

ANTONIO BEIRA DE ANDRADE JUNIOR

**Avaliação da variabilidade da frequência cardíaca, performance e
composição corporal em atletas de *Muay Thai*:
Ensaio clínico**

RIO DE JANEIRO

2025

ANTONIO BEIRA DE ANDRADE JUNIOR

**Avaliação da variabilidade da frequência cardíaca, performance e
composição corporal em atletas de *Muay Thai*:
Ensaio clínico**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação, do Centro Universitário Augusto Motta, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências da Reabilitação.

Linha de Pesquisa: Avaliação Funcional em Reabilitação

Orientador: Prof. Dr. Agnaldo José Lopes

RIO DE JANEIRO

2025

FICHA CATALOGRÁFICA
Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas e
Informação – SBI – UNISUAM

616.1 Andrade Junior, Antonio Beira de
A554a Avaliação da variabilidade da frequência cardíaca, performance
composição corporal em atletas de Muay Thai: ensaio clínico / Antonio Beira
de Andrade Junior – Rio de Janeiro, 2025.
105p.

Tese (Doutorado em Ciência da Reabilitação) - Centro
Universitário Augusto Motta, 2025.

1. Muay Thai. 2. Sistema nervoso autônomo. 3. Capacidade funcional. 4.
Variabilidade da frequência cardíaca. I. Título.

CDD 22.ed.

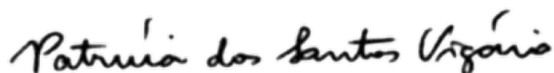
ANTONIO BEIRA DE ANDRADE JUNIOR

**Avaliação da variabilidade da frequência cardíaca, performance e Composição
Corporal em atletas de Muay Thai: Ensaio clínico**

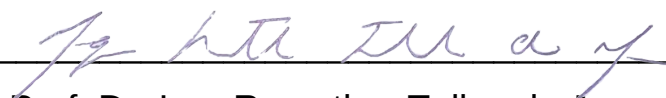
Examinada em: 25/04/2025



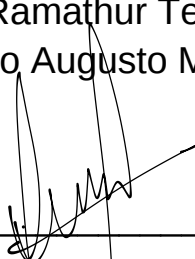
Prof. Dr. Agnaldo José Lopes
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM



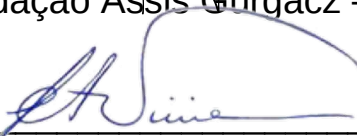
Profa. Dra. Patrícia dos Santos Vigário
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM



Prof. Dr. Igor Ramathur Telles de Jesus
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM



Prof. Dr. Cesar Antonio Luchesa
Fundação Assis Gurgacz – FAG



Prof. Dr. João Eduardo de Azevedo Vieira
Universidade Positivo – UP

RIO DE JANEIRO

2025

Dedicatória

Dedico esta tese a minha família, em especial minha esposa Elena Marie, que me apoiou nesta jornada, minha filha amada Aline Beira e para meus pais Antonio Beira e Maria Amelia, cuja presença e apoio inabaláveis foram fundamentais para minha jornada acadêmica. A paciência e incentivo de vocês foram meu alicerce nos momentos mais desafiadores. Também dedico este trabalho a todos aqueles que, de alguma forma, me inspiraram a seguir em frente, acreditando que o conhecimento é uma ferramenta poderosa para transformar vidas.

Agradecimentos

A jornada até a conclusão deste doutorado foi repleta de desafios, aprendizados e, acima de tudo, de pessoas que fizeram toda a diferença. Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado forças para persistir e concluir esta etapa tão importante.

À minha família, pelo amor incondicional e pelo suporte em todos os momentos. Sem vocês, esta caminhada teria sido muito mais difícil.

Ao meu orientador Prof. Dr. Agnaldo José Lopes, por sua dedicação, paciência e incentivo ao longo de todo o processo. Seu conhecimento e direcionamento foram essenciais para a construção deste trabalho.

A todos os participantes da pesquisa e colaboradores, que contribuíram para que este estudo se tornasse realidade.

Por fim, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para minha formação e para a realização deste doutorado, deixo aqui minha sincera gratidão

*“Começou a perceber que o ser
humano se adapta a tudo,
inclusive ao caos”.*

Augusto Cury

RESUMO

INTRODUÇÃO: O Muay Thai utiliza uma mescla de golpes com membros superiores e inferiores e tem ganhado reconhecimento mundial. No esporte a avaliação da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e da composição corporal por bioimpedância elétrica (BIA) é fundamental para monitorar a carga de treinamento e o desempenho dos atletas. **OBJETIVOS:** Investigar a relação entre os parâmetros da VFC, o desempenho no *frequency speed kick test* (FSKT) e a composição corporal de atletas amadores de Muay Thai. **METODOLOGIA:** Foi realizado um estudo transversal com 37 lutadores, no qual se avaliou a resposta aguda durante a execução do FSKT em 10 segundos (FSKT-10s). Foi mensurado a VFC, tanto em repouso quanto durante o teste, e realizada a avaliação da composição corporal por análise de bioimpedância elétrica (BIA). Em seguida, 22 atletas participaram do ensaio clínico, submetendo-se a um programa de treinamento de força aliado a orientação nutricional durante 8 semanas. Nas duas fases, os atletas foram avaliados por meio dos testes FSKT-10s e FSKT-mult, BIA e análise da VFC. **RESULTADOS:** No estudo transversal, durante o FSKT-10s, observou-se um efeito agudo na modulação autonômica, caracterizado por aumento da ativação simpática e retirada vagal. Além disso, o número de chutes mostrou correlação positiva com a massa livre de gordura e determinados parâmetros da VFC, enquanto o índice de fadiga dos chutes correlacionou-se inversamente com os índices parassimpáticos e diretamente com os índices simpáticos. No ensaio clínico, após 8 semanas de intervenção, houve aumento significativo no número de chutes (tanto no FSKT-10s quanto no FSKT-mult), incremento da massa livre de gordura e do metabolismo basal, bem como melhora na modulação parassimpática, evidenciado pelo aumento RMSSD, do pNN50, da amplitude na faixa de alta frequência e do SD1 da VFC. **CONCLUSÃO:** A integração de treinamento de força com orientação nutricional promove melhorias significativas no desempenho, na composição corporal e no equilíbrio autonômico de atletas de Muay Thai. Ademais, a avaliação aguda da VFC durante os testes de performance reforça a importância do monitoramento da resposta autonômica para a otimização do treinamento e a prevenção da fadiga.

Palavras-chave: Muay Thai; Sistema nervoso autônomo; Capacidade funcional; Variabilidade da frequência cardíaca.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Muay Thai combines upper and lower limb strikes and has gained worldwide recognition. In this sport, assessing heart rate variability (HRV) and body composition using bioelectrical impedance analysis (BIA) is essential for monitoring training load and athlete performance. **OBJECTIVES:** To investigate the relationship between HRV parameters, performance in the frequency speed kick test (FSKT), and body composition in amateur Muay Thai athletes. **METHODOLOGY:** A cross-sectional study was conducted with 37 fighters to evaluate the acute response during the execution of the 10-s FSKT. HRV was measured both at rest and during the test, along with body composition assessment via BIA. Then, 22 athletes participated in a clinical trial, undergoing an eight-week strength training program combined with nutritional guidance. In both phases, athletes were assessed using the FSKT-10s and FSKT-mult tests, bioelectrical impedance analysis (BIA), and HRV analysis. **RESULTS:** In the cross-sectional study, an acute effect on autonomic modulation was observed during the FSKT-10s, characterized by increased sympathetic activation and vagal withdrawal. Additionally, the number of kicks showed a positive correlation with fat-free mass and specific HRV parameters, while the kick fatigue index correlated inversely with parasympathetic indices and directly with sympathetic indices. In the clinical trial, after eight weeks of intervention, there was a significant increase in the number of kicks (in both the FSKT-10s and FSKT-mult), an increase in fat-free mass and basal metabolism, as well as an improvement in parasympathetic modulation, evidenced by increases in RMSSD, pNN50, high-frequency band amplitude, and SD1 of HRV. **CONCLUSION:** Integrating strength training with nutritional guidance leads to significant improvements in performance, body composition, and autonomic balance in Muay Thai athletes. Furthermore, acute HRV assessment during performance tests highlights the importance of monitoring autonomic responses to optimize training and prevent fatigue.

Keywords: Muay Thai; Autonomic nervous system; Functional capacity; Heart rate variability.

Resumo para leigos

O Muay Thai, conhecido como "boxe tailandês", é um esporte de combate que utiliza socos, chutes, joelhadas e cotoveladas. Para que os atletas tenham um bom desempenho, é importante monitorar como o corpo responde ao treinamento, especialmente o coração e a composição corporal. Nosso estudo teve dois momentos. No primeiro, analisamos 37 lutadores para entender como o coração reage durante um teste de chutes rápidos (FSKT-10s). Descobrimos que, quanto mais chutes eles davam, maior era a ativação do sistema nervoso e melhor era sua composição corporal. No segundo momento, 22 atletas passaram por um treinamento de força combinado com orientação nutricional por 8 semanas. No final, esses lutadores não só melhoraram o número de chutes, mas também ganharam mais músculos, aceleraram o metabolismo e tiveram um equilíbrio melhor no controle do coração. Concluimos que treinar força aliado a uma boa alimentação melhora o desempenho e a recuperação dos atletas de Muay Thai. Além disso, acompanhar a resposta do coração pode ajudar a evitar o cansaço excessivo e otimizar os treinos.

Lista de Ilustrações

Figura 1. Atleta desferindo o golpe Bandal tchagui alternadamente.....	33
--	----

Lista de Quadros e Tabelas

Quadro 1	Tipos de golpes utilizados no Muay Thai.	18
Quadro 2	Categorias que compõem o treinamento de Muay Thai.....	19
Quadro 3	Aspectos nutricionais importantes no Muay Thai.....	20
Quadro 4	Alguns suplementos comuns usados no Muay Thai.....	20
Quadro 5	Comprometimentos fisiológicos da perda hídrica.....	23
Quadro 6	Efeitos fisiológicos sobre o rendimento segundo a porcentagem de massa corporal perdida.....	24
Quadro 7	Índices da variabilidade da frequência cardíaca.....	36
Quadro 8	Apoio financeiro.....	39
Quadro 9	Detalhamento do orçamento.....	39
Quadro 10	Cronograma de execução.....	40
Quadro 11	Declaração de desvios de projeto original.....	61

Lista de Abreviaturas e Siglas

ACSM	<i>American College of Sports Medicine</i>
ApEn	Entropia aproximada
ATP	Adenosina trifosfato
BIA	Bioimpedância
BPM	Batimentos por minuto
cpm	Chutes por minuto
FC	Frequência cardíaca
FSKT	<i>Frequency speed kick test</i>
FSKT-10s	<i>Frequency speed kick test</i> em 10 segundos
FSKT-multi	<i>Frequency speed kick test multi</i>
HF	Faixa de alta frequência.
Hz	Hertz
IC	Intervalos de confiança
IMC	Índice de massa corporal
kg	Quilograma
LF	Faixa de baixa frequência.
LF/HF	Razão da faixa de baixa frequência pela faixa de alta frequência
Max HR	Máximo de batimentos por minuto
Mean iRR	Média de todos os intervalos RR normais
Min	Minuto
pNN50	Percentual de intervalos RR normais que diferem mais que 50 ms de seu adjacente
RMSSD	Raiz quadrada das diferenças sucessivas entre os intervalos RR normais adjacentes ao quadrado
S	Segundos
SD1	Desvio padrão do gráfico de Poincaré perpendicular à linha de identidade

SD2	Desvio padrão do gráfico de Poincaré ao longo da linha de identidade
SD1/SD2	Razão do Desvio padrão do gráfico de Poincaré perpendicular à linha de identidade pelo desvio padrão do gráfico de Poincaré ao longo da linha de identidade
SDNN	Desvio-padrão de todos os intervalos RR normais
SNA	Sistema nervoso autônomo
SNS	Sistema nervoso simpático
SNP	Sistema nervoso parassimpático
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TINN	Interpolação triangular do histograma de intervalo NN, expressa a variabilidade global dos intervalos RR
VFC	Variabilidade da frequência cardíaca
VO _{2max}	Consumo máximo de oxigênio

Sumário

DEDICATÓRIA	V
AGRADECIMENTOS	VI
RESUMO	VIII
ABSTRACT	IX
RESUMO PARA LEIGOS	X
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	XI
LISTA DE QUADROS E TABELAS	XII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XIII

PARTE I – PROJETO DE PESQUISA

CAPÍTULO 1 REVISÃO DE LITERATURA	18
1.1. INTRODUÇÃO	18
1.2. ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS DOS ESPORTES DE COMBATE	21
1.3. PERFORMANCE EM ESPORTES DE COMBATE	22
1.4. CONTROLE AUTONÔMICO DO MUAY THAI	22
1.5. JUSTIFICATIVA	26
1.5.1. RELEVÂNCIA PARA AS CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO	26
1.5.1. RELEVÂNCIA PARA O MINISTÉRIO DA SAÚDE	26
1.5.2. RELEVÂNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO LOCAL	26
1.6. OBJETIVOS	26
1.7. HIPÓTESES	28
2. PARTICIPANTES E MÉTODOS	29
2.1. ASPECTOS ÉTICOS	29
2.1.1. USO DE MODELOS GENERATIVOS EM REDAÇÃO CIENTÍFICA	30
2.1.2. DELINEAMENTO DO ESTUDO	30
2.1.3. LOCAL DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO	30
2.1.4. PRÉ-REGISTRO DO PROTOCOLO	30
2.1.5. ENVOLVIMENTO DE PACIENTES E DO PÚBLICO	30
2.2. AMOSTRA	31
2.2.1. LOCAL DE RECRUTAMENTO DO ESTUDO	31
2.2.2. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	31
2.2.3. CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	31
2.2.4. EQUIDADE, DIVERSIDADE E INCLUSÃO	31
2.3. PROCEDIMENTOS/METODOLOGIA PROPOSTA	32
2.3.1. AVALIAÇÃO CLÍNICA	32
2.3.2. AVALIAÇÃO DA PERFORMANCE COM O <i>FREQUENCY SPEED OF KICK TEST</i>	32
2.4. DESFECHOS	36
2.4.1. DESFECHO PRIMÁRIO	36
2.4.2. DESFECHO SECUNDÁRIO	37

2.5. ANÁLISE DOS DADOS	37
2.5.1. TAMANHO AMOSTRAL	37
2.5.2. VARIÁVEIS DO ESTUDO	37
2.5.3. PLANO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA	37
2.5.4. DISPONIBILIDADE E ACESSO AOS DADOS	38
2.5.5. ADEQUAÇÃO À LEI GERAL DE PROTEÇÃO DE DADOS	38
2.6. FINANCIAMENTO	39
2.7. ORÇAMENTO	39
2.8. CRONOGRAMA	40
REFERÊNCIAS	42
APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	47
<u>APÊNDICE 2 – PROTOCOLO DE TREINAMENTO EXPERIMENTAL</u>	49
<u>APÊNDICE 3 – SUGESTÃO NUTRICIONAL</u>	50
ANEXO 1 – <i>CHECKLIST</i> ÉTICO PRELIMINAR (CEPLIST)	51
ANEXO 2 – DECLARAÇÃO DE INSTITUIÇÃO COPARTICIPANTE	54
ANEXO 3 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	55
<u>9PARTE II – PRODUÇÃO INTELECTUAL</u>	59
CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRODUÇÃO	60
DISSEMINAÇÃO DA PRODUÇÃO	61
MANUSCRITOS PUBLICADO E SUBMETIDO	62
3.1 ADAPTATIONS OF THE AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM AND BODY COMPOSITION AFTER 8 WEEKS OF SPECIFIC TRAINING AND NUTRITIONAL RE-EDUCATION IN AMATEUR MUAY THAI FIGHTERS: A CLINICAL TRIAL	63
3.1.1 CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES DO MANUSCRITO PARA SUBMISSÃO #1	63
3.2. RELATIONSHIPS BETWEEN PERFORMANCE IN THE FREQUENCY SPEED KICK TEST, HEART RATE VARIABILITY, AND BODY COMPOSITION IN AMATEUR MUAY THAI FIGHTERS	81
3.2.1 CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES DO MANUSCRITO PARA SUBMISSÃO #2	81

PARTE I – PROJETO DE PESQUISA

Capítulo 1 Revisão de Literatura

1.1. Introdução

As artes marciais podem ser descritas como qualquer manifestação semelhante a uma metáfora de guerra, seja por costumes sociais e/ou religiosos nos mais diferentes ambientes. Historicamente, surgiram como um método de proteção na Tailândia diante de um cenário de invasões. Os tailandeses começaram a desenvolver técnicas de luta que dariam origem ao Muay Thai (Hercules et al., 2020).

Também chamado de boxe tailandês, o Muay Thai utiliza uma mescla de golpes dos membros superiores (como socos e cotoveladas), assim como dos membros inferiores (como os chutes e joelhadas). Também são utilizadas técnicas de esquiva (como o pêndulo) e proteção, utilizando o próprio corpo para realizar sequências de golpes e defesas em um jogo de ataque e contra-ataque (Confederação Brasileira de Muay Thai, 2023). Os golpes utilizados no Muay Thai podem ser observados no **Quadro 1**. Atualmente o Muay Thai é praticado em todo o mundo e é uma das principais disciplinas em muitos campos de treinamento de artes marciais mistas (MMA). É popular tanto como esporte de competição quanto como forma de exercício e condicionamento físico. A prática do Muay Thai pode levar a uma melhora significativa da força, flexibilidade, resistência e habilidade de combate (Croom, 2022).

Quadro 1. Tipos de golpes utilizados no Muay Thai.

Golpe	Definição
Soco	É o golpe mais comum do Muay Thai e é realizado com o punho fechado. São diferenciados em <i>jab</i> , direto, cruzado e <i>uppercut</i> .
Cotoveladas	É um tipo de golpe que pode ser realizado de várias maneiras. Por ser impulsionado pelo quadril, tende a ser mais violento.
Chutes	Podem ser efetuados com os pés e com as canelas com o objetivo de atingir as pernas, abdômen e a cabeça do adversário.
Joelhadas	Podem ser aplicadas de forma frontal e lateralmente. Podem também ser precedidas de saltos com alto índice lesivo ao adversário.

Fonte: Adaptado da CBMT, 2023.

O treinamento de Muay Thai geralmente pode ser dividido em três categorias principais, que são o treinamento técnico, o treinamento físico e treinamento mental, detalhados no **Quadro 2**.

Quadro 2. Categorias que compõem o treinamento de Muay Thai.

Treinamento	Características
Treinamento técnico	O treinamento técnico é a base do Muay Thai e envolve a aprendizagem e aperfeiçoamento de técnicas de ataque e defesa, como socos, chutes, cotoveladas, joelhadas e <i>clinch</i> .
Treinamento físico	O treinamento físico é essencial para o desempenho no Muay Thai e inclui exercícios de resistência, força e flexibilidade. Isso pode incluir corrida, natação, ciclismo, levantamento de peso, flexão e agachamento, entre outros.
<i>Sparring</i>	<i>Sparring</i> é o método que permite aos lutadores aplicar as técnicas aprendidas em situações de combate simuladas.

Fonte: Adaptado de Souza et al., 2019.

O *Frequency Speed Kick Test* (FSKT) é um teste de desempenho utilizado para medir a velocidade e a frequência dos chutes. Geralmente é realizado com um saco de pancadas ou chute ao alvo, cujo objetivo é acertar o maior número de alvos possível em um determinado período de tempo. Os testes normalmente usam cronômetros para medir o tempo e contadores para registrar chutes. Os lutadores são instruídos a chutar o alvo o mais rápido possível dentro de um determinado tempo. Os resultados geralmente são expressos em chutes por minuto (com). Também pode ser usado como um indicador de condicionamento físico e como meta de treinamento para melhorar a velocidade e a frequência dos chutes (Santos et al., 2021).

A nutrição é um aspecto importante no Muay Thai, pois pode afetar o desempenho, a recuperação e a saúde geral dos lutadores. Alguns aspectos nutricionais importantes a serem considerados podem ser observados no **Quadro 3**, segundo mostra Machado et al. (2017).

Quadro 3. Aspectos nutricionais importantes no Muay Thai.

Nutriente	Função
Carboidratos	Os carboidratos são a principal fonte de energia para o corpo e são importantes para fornecer energia durante o treinamento e as competições. Os lutadores devem consumir carboidratos complexos, como pão integral, arroz integral, batatas e frutas, para fornecer energia de liberação lenta durante todo o dia.
Proteínas	As proteínas são essenciais para a reparação e o crescimento muscular, e são importantes para os lutadores no intuito de que eles desenvolvam e mantêm a massa muscular magra. As fontes de proteínas incluem carne, peixe, frango, ovos, leite e derivados, além de vegetais como feijão, ervilha, lentilha e soja.
Gorduras	As gorduras saudáveis são importantes para a saúde geral e são importantes para fornecer energia durante o treinamento. As fontes de gorduras saudáveis incluem abacate, nozes, sementes, óleo de coco e azeite.
Líquidos	É importante o atleta manter-se hidratado, especialmente durante o treinamento e competição, para evitar desidratação e garantir o bom funcionamento do corpo.

Fonte: Adaptado de Machado (2017).

A suplementação esportiva é o uso de suplementos alimentares, como vitaminas, minerais, aminoácidos e outros nutrientes, para complementar a dieta e atingir os objetivos de saúde e desempenho específicos. No Muay Thai, alguns suplementos podem ser úteis, conforme aponta Dias et al. (2017) (**Quadro 4**).

Quadro 4. Alguns suplementos comuns usados no Muay Thai.

Suplemento	Função
<i>Whey protein</i>	É importante para a recuperação e o crescimento muscular, e pode ser útil para os lutadores que têm dificuldades em obter proteína suficiente através da dieta.
Creatina	Pode aumentar a força e a resistência muscular e pode ser útil para melhorar o desempenho no treinamento.

Beta-alanina	Trata-se de um aminoácido que pode aumentar a resistência e a capacidade de treinar com intensidade.
--------------	--

Fonte: Adaptado de Dias et. al. (2017).

A composição corporal refere-se à distribuição relativa de diferentes componentes no corpo de um indivíduo, especificamente a proporção de massa magra, massa gorda e água. A massa magra inclui músculos, ossos, órgãos e tecidos não gordurosos, enquanto a massa gorda é a quantidade de gordura armazenada no corpo. A água corporal refere-se à quantidade de água presente no organismo, que desempenha um papel importante em diversas funções fisiológicas. É importante para avaliar a condição física de um atleta. Nesse cenário, uma das formas de realizar essa avaliação é através da bioimpedância (BIA), que é uma técnica de avaliação da composição corporal que pode ser útil para quantificar a condição física de atletas de Muay Thai. Algumas das vantagens da bioimpedância incluem a não invasividade, ou seja, ela não envolve a inserção de agulhas ou a exposição à radiação. Além do mais, trata-se de um método rápido, preciso e com boa exatidão, desde que seguido os protocolos de avaliação, com o objetivo de avaliar a proporção de massa magra e massa gorda corporais e, assim, averiguar o perfil de hidratação do atleta (Nascimento et al., 2017).

1.2. Aspectos morfofisiológicos dos esportes de combate

O exercício físico promove diversas adaptações, como aquelas vistas na fração de ejeção, consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), hipertrofia muscular, pressão arterial sistêmica, equilíbrio ácido-base, densidade capilar e densidade mitocondrial (RIVERA-BROWN et al., 2012). O metabolismo energético é o processo geral pelo qual as células adquirem e usam a energia necessária para desempenhar suas funções. Dessa forma, torna-se fundamental entender as diferentes vias que produzem moléculas de adenosina trifosfato (ATP) nos esportes de combate. Apesar de haver o envolvimento aeróbico na produção de energia, observa-se um metabolismo de lactato predominantemente na prática de esportes de combate (Mcardle, 2019). Alguns autores também sugerem variáveis de interesse, como força muscular, capacidade aeróbia, capacidade anaeróbia, características de força e

flexibilidade, para comparar o nível de competição de atletas de diferentes países, sendo desejável detectar aspectos potencialmente chaves de alto rendimento nesses padrões (Franchini et al., 2011).

Um ponto importante e muito comumente utilizado nos esportes de combate são as estratégias para lutar em categorias de peso mais baixa. Nesse caso, tem sido amplamente utilizada a perda rápida de peso. Dentre os resultados fisiológicos da rápida perda de peso em atletas, pode-se constatar uma redução de aproximadamente 5,6% do peso corporal e do volume de sangue (RELJIC et al., 2013).

Kirk et al. (2020) observaram que diferentes golpes têm predominâncias de gasto metabólico diferentes. Assim, por exemplo, durante um sparing (simulação de uma luta) existe uma predominância anaeróbia, gerando acúmulo de lactato sanguíneo. No mesmo estudo, também foi possível observar um aumento na densidade mineral óssea e, ainda, o fato de que um treinamento específico de força e condicionamento físico para os esportes de combate são benéficos, pois melhoram as métricas dos testes de $VO_{2máx}$, força de uma repetição máxima, teste de impulsão vertical (salto vertical) e corrida de 10 metros (Kirk et al., 2020). Na prática de atletas de elite de esportes de combate, é possível observar importante hipertrofia excêntrica do ventrículo esquerdo (Milovančev et al., 2022). Também são vistas adaptações no tendão de Aquiles e no tendão patelar (Cassel et al., 2016).

A flexibilidade é a capacidade de mover uma articulação através de seu amplo movimento possível. O treinamento de flexibilidade é importante para o desempenho no Muay Thai, pois ajuda a aumentar a amplitude de movimento das articulações. Isso pode, por conseguinte, melhorar a velocidade, a potência e a precisão dos golpes (Santos et al., 2021).

1.3. Performance em esportes de combate

A aptidão física de um atleta é fator importante no sucesso do seu desempenho esportivo. A capacidade aeróbica tem sido aceita como seu principal componente. A maioria dos autores considera a $VO_{2máx}$ o melhor indicador da capacidade aeróbica de um organismo e, ao mesmo tempo, o melhor indicador do desempenho físico de um atleta (Ranković et al., 2010).

Um estudo recente mostrou possível melhora na performance, após um período de aclimação de 5 dias no calor em atletas de combate (STONE et al., 2022). Outras estratégias para a melhora da performance também têm sido estudadas para essa população, como a utilização de recursos ergogênicos, tais como a cafeína, a creatina e as estratégias alimentares (Vicente-Salar et al., 2022).

Nesse sentido, a hidratação é extremamente importante para atletas de combate que precisam atingir um peso específico. De fato, a desidratação pode levar ao cansaço e diminuição do desempenho (Reichmann, 2020), como visto no **Quadro 5**.

Desta forma cálculos advindos da bioimpedanciometria para estimar os níveis de equilíbrio hidroeletrólítico dos atletas torna-se uma ferramenta oportuna para os treinadores e equipe técnica para otimização dos resultados (Baranauskas et al., 2023).

Quadro 5. Comprometimentos fisiológicos da perda hídrica.

Porcentagem de perda hídrica	Comprometimento
1%	Sede, comprometimento da termorregulação.
2%	Sensação de sede mais intensa, perda do apetite.
3%	Boca seca, hemoconcentração e redução do débito urinário
4%	Diminuição de 20 a 30% na capacidade de trabalho.
5%	Redução da concentração, cefaleia, sonolência, impaciência.
6%	Comprometimento grave da regulação da temperatura, aumento da frequência respiratória.
7%	Redução acentuada do volume hídrico, provável colapso circulatório.

Fonte: Adaptado de MCARDLE (2019).

A capacidade funcional de atletas pode ser diminuída após a perda rápida de peso, porém a sua redução de forma crônica não é eficaz para a manutenção da performance (Mendes et al., 2013). Um estudo observou o aumento do tônus simpático após a perda de peso ponderal em atletas (Nascimento-Carvalho et al.,

2018); além do mais, também foi possível observar adaptações, conforme a porcentagem da diminuição do peso (**Quadro 6**).

Quadro 6. Efeitos fisiológicos sobre o rendimento segundo a porcentagem de massa corporal perdida.

Porcentagem de massa corporal perdida	Efeito
1%	Aumento do trabalho cardíaco e redução do rendimento aeróbio em climas quentes
2%	Sede intensa, mal-estar, perda de apetite e diminuição do rendimento mental e cognitivo.
3%	Diminuição do volume sanguíneo, aumento do risco de contraturas, câimbras e lipotimia, redução do tempo de reação, concentração e discriminação perceptiva.
4%	Maior esforço para a realização dos trabalhos físicos e náuseas.
5%	Aumento da temperatura até 39°C, rápida diminuição do rendimento e alto risco de lesões musculotendíneas.
6%	Diminuição e falha do mecanismo de termorregulação.

Fonte: Adaptado de García-Jiménez et al. (2010).

No Muay Thai, a desidratação pode ser causada por vários fatores, incluindo suor excessivo durante o treinamento, falha em repor líquidos suficientes antes e durante a atividade física, e condições climáticas quentes, assim como protocolos específicos de desidratação pré-lutas.

1.4. Controle autonômico cardíaco e Muay Thai

A frequência cardíaca (FC) é uma medida da atividade cardíaca e varia de acordo com vários fatores, incluindo a idade, o nível de condicionamento físico e o nível de atividade. A FC pode ser monitorada de várias maneiras, incluindo com o uso de monitores de FC (Cesar et al., 2002).

Um coração dito “saudável” não é um puramente um metrônomo. Na verdade, ele tem microvariações perceptíveis que podem ser analisadas em diversos aspectos, sejam eles no domínio do tempo e domínio da frequência e na análise da entropia, por exemplo (Shaffer et al., 2014).

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é a variação no intervalo entre batimentos cardíacos e é medida em milissegundos (ms). A VFC pode ser usada como um indicador da capacidade do sistema nervoso autônomo (SNA) de regular a atividade cardíaca. A análise da VFC pode ser útil para avaliar a resposta ao treinamento e monitorar a saúde cardiovascular (Saraiva et al., 2022).

O controle da carga de treinamento envolve monitorar e ajustar a quantidade e intensidade do treinamento de acordo com a capacidade de cada atleta. O volume de treinamento é a quantidade total de treinamento realizado pelos atletas. Esse volume pode ser medido em horas, distância e número de repetições, por exemplo, enquanto a intensidade de treinamento se refere ao esforço exigido dos atletas durante o treinamento. A intensidade pode ser controlada por meio da frequência cardíaca, da velocidade e da carga de peso (Podeszwa et al., 2018).

No contexto de esportes de combate, como o Muay Thai, a VFC pode ser usada como uma ferramenta para avaliar a resposta ao treinamento. Uma redução na VFC pode indicar que o atleta está se sobrecarregando e pode estar em risco de lesão. Por outro lado, uma diminuição na VFC pode indicar fadiga e pode ser um sinal de que o atleta precisa de mais descanso (Suetake et al., 2018). Além disso, a VFC também pode ser usada como uma ferramenta para avaliar a recuperação após o treinamento ou competição. Caso a VFC não volte ao normal após o treinamento ou competição, pode ser um sinal de que o atleta ainda não está completamente recuperado e pode precisar de mais tempo para se recuperar, antes de voltar a treinar ou competir (Morales et al., 2014).

De certa forma, podemos analisar a carga de treinamento utilizando medidas da VFC como o teste durante o exercício. Isso é importante no intuito de adquirir dados como a reatividade autonômica sob o estresse, assim como a cinética da VFC durante o exercício (Michael et al., 2017).

Nos esportes de combate de alto rendimento, pode-se observar adaptações da VFC em cada fase do treinamento. Uma rápida perda de peso, por exemplo, prejudica a recuperação da VFC (Roklicer et al., 2022), podendo variar de acordo com a classificação de performance (Bae et al., 2020), situação técnica e tática do

treinamento e da simulação do esporte (Gavrilovic et al., 2016). A retirada e a reativação vagal é uma alternativa interessante de análise para visualizações de 30 segundos em 30 segundos objetivando conseguir estimar a evolução aeróbica de atletas (Perandini et al., 2010).

1.5. Justificativa

O treinamento de Muay Thai impõe altas exigências físicas aos atletas, impactando diretamente seu desempenho, recuperação e longevidade esportiva. A avaliação da capacidade física, composição corporal, desempenho neuromuscular e fatores de risco para lesões é crucial para otimizar a preparação e a performance desses lutadores, considerando o impacto direto dessas variáveis na carreira esportiva. A análise detalhada da carga de treino e da recuperação permite identificar limitações no rendimento e fatores que podem comprometer a progressão dos atletas, como déficits biomecânicos e adaptações inadequadas ao treinamento. Adicionalmente, a prevenção de lesões e a melhora da eficiência energética durante os combates tornaram-se focos centrais na preparação de atletas de alto rendimento, uma vez que essas variáveis influenciam diretamente sua competitividade e tempo de permanência no esporte. Nesse contexto, avanços nas metodologias de avaliação da performance, bem como uma compreensão mais aprofundada da fisiologia do treinamento específico para o Muay Thai, tornam-se fundamentais para o desenvolvimento de estratégias baseadas em evidências que promovam um desempenho sustentável e seguro.

1.5.1. Relevância para as Ciências da Reabilitação

Devido à ausência na literatura de estudos que avaliaram uma possível associação entre a VFC e os processos de desidratação em atletas amadores de Muay Thai, torna-se fundamental a avaliação dessa correlação. Em vista da crescente busca pela prática do Muay Thai nas academias, torna-se de suma importância a avaliação do equilíbrio simpático-vagal, da composição corporal e da avaliação da capacidade física desses praticantes. Nesse sentido, a avaliação da carga de treinamento é importante no esporte do Muay Thai, ajudando a garantir que os

lutadores estejam se preparando de forma adequada para competir e evitando sobrecarga e lesões.

Esta avaliação da carga de treinamento permite que os treinadores e atletas possam monitorar o volume, intensidade e duração do treinamento, e fazer ajustes conforme necessário. Isso pode incluir o aumento ou a diminuição do número de sessões de treinamento, o aumento ou a diminuição da intensidade do treinamento e, ainda, o adicionamento ou a remoção de exercícios específicos do treinamento.

1.5.2. Relevância para a Agenda de Prioridades do Ministério da Saúde

O Muay Thai é uma modalidade esportiva que oferece benefícios tais como a melhora da saúde física, pois o treinamento de Muay Thai é uma forma eficaz de exercício aeróbico que pode ajudar a melhorar a saúde cardiovascular e respiratória, além de fortalecer os músculos e aumentar a densidade mineral óssea.

Diante disto este trabalho se encaixa no eixo 5 da agenda de prioridades do ministério da saúde, prevenção das doenças crônicas não transmissíveis. No item 5.2 Avaliação da efetividade de estratégias de tratamento não farmacológico da obesidade na atenção básica.

1.5.3. Relevância para o Desenvolvimento Sustentável

Dentre os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), destaca-se aquele voltado à Saúde e Bem-Estar o ODS 3. Nesse cenário, o Muay Thai pode contribuir para o desenvolvimento sustentável com a promoção de um estilo de vida ativo. O Muay Thai incentiva as pessoas a se manterem fisicamente ativas, o que pode contribuir para uma vida saudável e reduzir o risco de doenças crônicas. Além do mais, o treinamento de Muay Thai pode promover o desenvolvimento comunitário, ajudando as pessoas a construir laços sociais e promover a inclusão social.

1.6. Objetivos

1.6.1 Geral

- Verificar a relação entre os indicadores de hidratação, os parâmetros da VFC e o desempenho no *frequency speed kick test* (FSKT) em praticantes de Muay Thai durante o período de treinamento de 8 semanas.

1.6.2 Específicos

- Analisar os valores de água corporal e massa corporal total de atletas de Muay Thai.
- Avaliar os valores da VFC no domínio do tempo e da frequência de atletas de Muay Thai.
- Correlacionar os valores dos indicadores de hidratação com os parâmetros da VFC no domínio do tempo e da frequência.

1.7. Hipóteses

- H0: Não há associação entre os indicadores de composição corporal, os parâmetros da VFC e o desempenho no *FSKT* de atletas amadores de Muay Thai.
- H1: Há associação entre os indicadores de composição corporal, os parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca e o desempenho no *FSKT* de atletas amadores de Muay Thai.

2. Participantes e Métodos

2.1. Aspectos éticos

O protocolo experimental foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), antes da execução do estudo, em consonância com a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (**Apêndice 1**), após serem informados sobre a natureza do estudo e o protocolo a ser realizado. Previamente foram estabelecidos os seguintes itens:

- **BENEFÍCIOS E RISCOS:** Os benefícios da colaboração dos participantes na pesquisa serão a divulgação dos dados a ele com fins científicos e/ou educativos e, além do mais, pode-se destacar a possível melhora da performance. Há riscos, incluindo: risco de lesões, visto que os atletas podem se machucar durante os testes físicos realizados neste estudo, como o FSKT; e desconforto físico ou psicológico, pois alguns atletas podem se sentir desconfortáveis ou emocionalmente estressados durante a avaliação da VFC e dos indicadores de desidratação.
- **CRITÉRIOS PARA SUSPENSÃO:** Essa pesquisa será suspensa caso se perceba algum risco ou dano à saúde dos participantes não previsto no projeto e/ou termo de consentimento ou caso seja solicitada, por qualquer motivo, a suspensão pelo CEP da UNISUAM.
- **PREVISÃO DE RESSARCIMENTO DE DESPESAS, INDENIZAÇÃO E ACOMPANHAMENTO E ASSISTÊNCIA AOS ENTREVISTADOS CASO SE FAÇA NECESSÁRIO:** O participante não terá despesas pessoais em qualquer fase do estudo, nem compensação financeira relacionada à sua participação. Em caso de dano pessoal diretamente causado pelo procedimento proposto neste estudo, o participante terá direito a tratamento clínico e/ou psicológico, bem como às indenizações legalmente estabelecidas. No entanto, caso tenha qualquer despesa decorrente da participação na pesquisa, haverá ressarcimento mediante depósito em conta-corrente ou cheque ou dinheiro. De igual maneira, caso ocorra algum dano

decorrente da participação no estudo, o participante será devidamente indenizado, conforme determina a lei

Os itens obrigatórios para apreciação do CEP encontram-se identificados no *Checklist Ético Preliminar (Anexo 1)* e a declaração de anuência encontra-se como **Anexo 2**. O estudo foi aprovado pelo CEP-UNISUAM, via Plataforma Brasil (<https://plataformabrasil.saude.gov.br>) antes da execução do estudo, em consonância com a resolução 466/2012¹ sob o CAAE-76445923.3.0000.5235 (**Anexo 3**).

2.1.1. Uso de modelos generativos em redação científica

Durante a elaboração deste trabalho, o autor não utilizou modelos generativos para escrita científica.

2.1.2. Delineamento do estudo

Trata-se de um ensaio clínico não controlado, experimental e prospectivo.

2.1.3. Local de realização do estudo

O presente estudo foi realizado na Academia AAZIZ, localizada na cidade de Curitiba (Endereço: Rua Eduardo Pinto da Rocha, número 600, Sítio Cercado, Paraná).

2.1.4. Pré-registro do protocolo

Este estudo foi registrado no site *Clinicaltrials.gov* com o ID NCT06338501

2.1.5. Envolvimento de Pacientes e do Público

Os atletas do estudo foram recrutados após avaliação com a comissão técnica, sendo encaminhados para os testes de desempenho e análise de performance. Eles foram recepcionados pelos pesquisadores e informados sobre todos os

¹ <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>

procedimentos e avaliações a serem realizados. O treinamento de Muay Thai impacta significativamente na capacidade física e na recuperação dos atletas. Dessa forma, todos os testes refletiram diretamente as demandas e limitações que essa modalidade impõe no alto rendimento. Os achados deste trabalho podem contribuir para conscientizar atletas e treinadores sobre a importância da avaliação física detalhada e do monitoramento da carga de treino. Além disso, os resultados reforçam a necessidade de abordagens que considerem as características individuais dos lutadores, promovendo estratégias de treinamento mais eficazes e personalizadas.

2.2. Amostra

2.2.1. Local de recrutamento do estudo

O recrutamento foi realizado na Academia AAZIZ, localizada na cidade de Curitiba (Endereço: Rua Eduardo Pinto da Rocha, número 600, Sítio Cercado, Paraná).

2.2.2. Critérios de inclusão

1. Atletas amadores de Muay Thai da cidade de Curitiba e região metropolitana, com idade ≥ 18 anos do sexo masculino.
2. Atletas amadores de Muay Thai durante um período mínimo de 6 meses.

2.2.3. Critérios de exclusão

1. Hipertensão arterial não controlada.
2. Incapacidade para realizar testes de performance
3. Interrupção de qualquer teste de forma espontânea

2.2.4. Equidade, diversidade e inclusão

O Muay Thai é praticado por atletas de diferentes idades, gêneros, níveis de experiência e condições socioeconômicas, sendo especialmente desafiador para

aqueles com menor acesso a recursos de treinamento e suporte técnico especializado. Por isso, tivemos todo o cuidado ao conduzir as avaliações, garantindo que os protocolos fossem acessíveis e adaptados às particularidades de cada atleta. Essa pesquisa visa reduzir desigualdades no acesso a metodologias de preparação física e performance, beneficiando lutadores de diferentes contextos e ampliando a aplicação de estratégias baseadas em evidências para o desenvolvimento esportivo.

2.3. Procedimentos/Metodologia proposta

2.3.1. Avaliação clínica

Os atletas inicialmente preencheram o TCLE. Em seguida, foram coletados os dados demográficos e os dados clínicos. Os participantes também foram pesados e medidos, utilizando a balança 104A (Welmy, São Paulo, Brasil) para ser realizado o cálculo de índice de massa corporal (IMC), que consiste em massa corporal/estatura².

2.3.2. Avaliação da performance com o *Frequency Speed of Kick Test*

A performance foi avaliada por meio da realização do FSKT, proposto por Villani et al. (2007) e posteriormente utilizado por Del Vecchio & Palermo Jr. (2007) e Antunez et al. (2012). Nesse teste, o atleta se posiciona a uma distância de 90 cm do “saco de pancadas” e, após o sinal de início do teste, o atleta aplica a técnica denominada *bandal tchagui* alternadamente (**Figura 1**) por 10 segundos, na maior velocidade e potência possível (ESTEVES et al., 2006). Durante a aplicação do teste, é registrado o número de golpes aplicados. Para a realização do FSKT, será solicitado ao atleta que se posicione diante do suporte equipado com um tronco de treinamento (boneco de boxe). Então, o avaliador emite um sinal de comando e o atleta inicia a execução dos chutes, os quais são alternados entre as pernas direita e esquerda.



Figura 1. Atleta desferindo o golpe *Bandal tchagui* alternadamente (ESTEVEES et al., 2006).

O FSKT múltiplo foi calculado da seguinte forma: cada atleta realizou cinco FSKT de 10 segundos com igual tempo de intervalo de descanso entre as repetições. As variáveis utilizadas foram as seguintes: número total em cada série; número total de chutes em cinco séries; e índice de fadiga de chutes.

A diminuição de desempenho durante o teste foi avaliada através do índice de fadiga de chute. Seu cálculo considera o número de chutes aplicados durante o FSKT múltiplo e o índice de fadiga de chute será calculado através da seguinte equação:

$$\text{Índice de fadiga}\% = \left(\frac{\text{Melhor Chute-Pior Chute}}{\text{Melhor Chute}} \right) \times 100$$

Após um intervalo de 1 min, o atleta reiniciou o teste FSKT-multi que consiste em 5 séries de 10 s com 10 s de recuperação. Para cada série de 10 segundos, foram contabilizado o número de chutes, bem como o total de chutes acumulado para avaliar o índice de fadiga do atleta.

2.3.3. Avaliação de Composição Corporal por bioimpedância

Foi empregado o método de avaliação por bioimpedância (BIA), utilizando-se o aparelho BIA tetra polar de corpo inteiro (Body Fat Analyser BF 906 – Maltron, Reino Unido) com frequência elétrica de 50 kHz. Para a realização desse procedimento, foi solicitado ao atleta retirar todos os objetos metálicos que estiver portando, tais como brincos, pulseiras, relógio, *piercings*, dentre outros. Na sequência, o atleta era posicionado deitado em decúbito dorsal para a colocação de quatro eletrodos no lado direito, sendo dois eletrodos detectores, anexados em linha entre os processos estilóide radial e ulnar no dorso do punho e na linha entre os maléolos medial e lateral no dorso do pé. Outros dois eletrodos fonte foram colocados sobrepondo a cabeça do terceiro metacarpo no dorso da mão e o terceiro metatarso no dorso do pé (Micheli et al., 2014).

Foi necessário que realizasse um jejum de 4 horas pré-teste, evitar exercícios físicos 12 horas antes do teste e não usar óleos e loções sobre a pele.

2.3.4. Protocolo de treinamento e nutricional

Foi montado um protocolo de treinamento padrão de duração de 8 semanas e um protocolo de treinamento específico de condicionamento e força com base nas especificidades do esporte, seguindo ajustes como controle da carga e do intervalo inter-séries com 3 dias do método *fullbody*, combinando exercícios específicos das lutas com exercícios funcionais (Dias et al., 2017). O treino pode ser observado no **Apêndice 1**.

Os protocolos nutricionais para atletas de Muay Thai foram baseados nas necessidades individuais de cada atleta. No entanto, algumas características gerais incluem a dieta. Esta deve ser baseada numa variedade de alimentos saudáveis, como frutas, vegetais, cereais integrais, proteínas magras e gorduras saudáveis, segundo a pirâmide alimentar. Recomendou-se consumir água suficiente. Nesse sentido, foi realizada uma orientação nutricional pré-protocolo sobre os ajustes nutricionais que os atletas deveriam realizar, assim como um rastreamento metabólico pré e pós-treinamento, conforme **Apêndice 2** (Zimmermann et al., 2019).

Os participantes foram avaliados antes e após um programa de treinamento de oito semanas, realizado três vezes por semana. As avaliações incluirão a quantificação da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) em repouso, o FSKT além disso, a bioimpedância foi medida para avaliar a composição corporal dos participantes pré e pós treinamento

2.3.5. Análise de índices de variabilidade da frequência cardíaca

Para o registro e análise da VFC, foi utilizado o cardiofrequencímetro polar V800 (Polar Electro Oy, Kempele, Finlândia), sendo sua tira elástica fixada de acordo com as instruções do manual do fabricante, no tórax da participante, de modo que possa se aderir à pele para a correta obtenção dos dados. A VFC foi analisada durante todo período antes e durante o FSKT. Os intervalos R-R captados pelo cardiofrequencímetro serão exportados para o software *Kubios HRV* (versão 2.0., Biomedical Signal Analysis Group, Kuopio, Finlândia) para o cálculo dos índices de VFC através das medidas em domínio de tempo, domínio de frequência e utilização do gráfico de análise não linear de Poincaré. As medidas na análise do domínio de tempo foram as seguintes: média dos intervalos RR; frequência cardíaca (FC) máxima; SDNN, que representa a atividade autonômica global; RMSSD, que representa a modulação vagal; pNN50, que também representa a modulação vagal; e a variabilidade dos intervalos R-R (TINN), que representa a atividade autonômica global. As medidas na análise do domínio de frequência foram as seguintes: potência total (ms^2), que é a potência no espectro da FC entre 0,003-0,40 Hz; esta é especificada como LF (medida entre 0,04 e 0,15 Hz) que é um marcador predominantemente de atividade simpática e HF (medida entre 0,16 e 0,4 Hz) que é um marcador de atividade parassimpática; razão LF/HF, que representa o equilíbrio simpático-vagal onde um alto valor dessa razão indica dominância simpática do impulso autonômico cardíaco. Foi avaliado o gráfico de Poincaré que gera medidas não lineares, conforme segue: SD1, que descreve a variabilidade de curto prazo (representa modulação parassimpática); SD2, que descreve a variabilidade de longo prazo (representa a atividade autonômica cardíaca global); razão SD2/SD1; e ApEn, que indica a complexidade do SNA. O registro e as análises foram feitos conforme descritos pela *Task Force of the European Society of Cardiology and the North*

American Society of Pacing and Electrophysiology (1996).

Todos estes índices podem ser observados no **Quadro 7**.

Quadro 7 – Índices da variabilidade da frequência cardíaca.

Índice	Unidade	Definição
Max HR	BPM	Máximo de batimentos por minuto.
Mean RR	Ms	Média de todos os intervalos RR normais.
SDNN	Ms	Desvio-padrão de todos os intervalos RR normais.
ApEn	Não possui	Entropia aproximada, que mede a regularidade e complexidade de uma série temporal.
RMSSD	Ms	Raiz quadrada das diferenças sucessivas entre os intervalos RR normais adjacentes ao quadrado.
pNN50	%	Percentual de intervalos RR normais que diferem mais que 50 ms de seu adjacente.
TINN	Ms	Interpolação triangular do histograma de intervalo NN, expressando a variabilidade global dos intervalos RR.
LF	% e Ms	Faixa de baixa frequência.
HF	% e Ms	Faixa de alta frequência.
LF/HF	% e Ms	Razão entre faixa de baixa frequência e faixa de alta frequência.
SD1	Ms	Desvio padrão do gráfico de Poincaré perpendicular à linha de identidade.
SD2	Ms	Desvio padrão do gráfico de Poincaré ao longo da linha de identidade.
SD1/SD2	Ms	Razão entre SD1 e SD2

2.4. Desfechos

2.4.1. Desfecho primário

Mensuração da VFC obtida durante o protocolo FSKT, pré e pós-treinamento de 8 semanas específico de condicionamento e força para o Muay Thai e intervenção nutricional.

2.4.2. Desfecho secundário

Com base nos resultados obtidos por meio do teste de análise de BIA, foi investigada a existência de correlações potencialmente significativas entre essas medições e a atividade do sistema nervoso autônomo, especificamente a regulação simpático-vagal, avaliada por meio da análise da VFC.

2.5. Análise dos dados

2.5.1. Tamanho amostral

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado no *software MedCalc 8.2* (*MedCalc Software* Mariakerke, Bélgica). Uma vez que o desfecho principal foi a associação entre o comportamento simpático-vagal e o resultado do FSKT, o tamanho da amostra foi calculado com o objetivo de alcançar uma correlação de pelo menos 0,4. Com uma análise bidirecional aceitando alfa de 0,05 e beta de 0,20, o tamanho estimado da amostra será de 36 indivíduos.

2.5.2. Variáveis do estudo

- Variáveis de controle: Idade; gênero; peso; altura; IMC; controle na ingestão de água e controle alimentar.
- Variáveis de exposição: Tempo total do FSKT, recomendação nutricional, treinamento específico para a modalidade.
- Variáveis de confusão: Medidas obtidas através da mensuração da VFC durante o FSKT.

2.5.3. Plano de análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando o *software SPSS versão 26* (IBM Corp., Armonk, NY, EUA). A distribuição dos dados foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk e análise gráfica dos histogramas. A análise descritiva foi apresentada

em formato tabular, expressando os dados observados por medidas de tendência central e dispersão apropriadas para variáveis numéricas.

A variação entre os dois momentos (antes e durante o FSKT) foi avaliada pelo teste de Wilcoxon para postos sinalizados. Além da significância binária, a magnitude e relevância dos resultados foram analisadas por outros métodos estatísticos. Assim, os tamanhos de efeito foram calculados utilizando o d de Cohen, com as seguintes interpretações para indivíduos altamente treinados: $<0,25$ = trivial, $0,25-0,50$ = pequeno, $0,50-1,0$ = moderado, $>1,0$ = grande.

Para testar a força das associações entre FSKT-10s, KFI, BIA e VFC antes do FSKT-10s, foram utilizadas a correlação de Spearman (r_s) e o coeficiente de determinação (R^2) com seus respectivos intervalos de confiança (IC) de 95%. O cálculo do IC para o coeficiente de correlação de Spearman foi realizado por meio da transformação de Fisher. Os pontos de corte do r_s foram definidos como 0,1 (pequeno), 0,3 (moderado), 0,5 (grande), 0,7 (muito grande) e 0,9 (quase perfeito).

O nível de significância adotado foi de 5%. Com base em um erro tipo I a priori de $\alpha = 0,05$ (bicaudal), a análise de poder estatístico indicou que efeitos significativos foram detectados nas comparações entre os parâmetros de VFC obtidos antes e durante o FSKT-10s. O poder estatístico variou entre 91% e 98%, confirmando que o tamanho amostral foi adequado para a obtenção de resultados significativos.

2.5.4. Disponibilidade e acesso aos dados

Os resultados serão divulgados em meio científico sem identificação do participante. Os dados da pesquisa são de inteira responsabilidade do pesquisador e o mesmo garante preservar os dados coletados em formato físico e digital por 5 anos após o término da pesquisa. Os dados do presente estudo estarão disponíveis através de um repositório de dados universal, além da biblioteca virtual e banco de dados da UNISUAM.

2.5.5. Adequação à Lei Geral de Proteção de Dados

A presente Tese está em consonância com os princípios e normas da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), Lei nº 13.709/2018.

2.6. Financiamento

Este estudo é financiado pela Fundação Carlos Chagas Filho de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ, No. E-26/211.104/2021) e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financeiro 001, No. 88881.708719/2022-01, e No. 88887.708718/2022-00).

Quadro 1: Apoio financeiro.

CNPJ	Nome	Tipo de Apoio financeiro	E-mail	Telefone
00889834/0001-08	CAPES	Bolsa	prosup@capes.gov.br	(061) 2022-6250
33.654.831/0001-36	CNPq	Auxílio à pesquisa	atendimento@cnpq.br	(61) 3211 4000
30.495.394/0001-67	FAPERJ	Auxílio à pesquisa	central.atendimento@faperj.br	(21) 2333-2001

2.7. Orçamento

Quadro 2: Detalhamento do orçamento.

Identificação do orçamento	Quantidade	Tipo	Valor
Relógio Polar V800	01	Material permanente	R\$ 1000,00
Bioimpedância Maltron BF 906	01	Material permanente	R\$ 3000,00
Eletrodos	04	Material permanente	R\$ 150,00
Cardiofrequencímetro H10	03	Material permanente	R\$ 1000,00

Papel A4 500 folhas	01	Custeio	R\$ 100,00
Cartucho para impressora	02	Custeio	R\$ 250,00
Publicação	1	Custeio	R\$ 11.560,00
		Total	R\$ 17.010,00

2.8. Cronograma

Quadro 3: Cronograma de execução.

	ETAPA	INÍCIO	FIM
Projeto de Pesquisa	Elaboração do projeto de pesquisa	Agosto/23	Fev/24
	Exame de Qualificação	Fev/24	Fev/24
	Apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa	Dez/23	Jan/24
	Registro do protocolo de pesquisa	Jan/24	Jan/24
	Elaboração de manuscrito (protocolo e/ou revisão)	Abril/24	Abril/24
	Submissão de manuscrito		
Coleta de Dados	Treinamento dos procedimentos e/ou estudo piloto	Jan/24	Fev/24
	Coleta e tabulação de dados	Fev/24	Ago/24
	Análise dos dados	Out/24	Out/24
	Elaboração de manuscrito	Out/24	Nov/24
	Depósito do banco de dados em repositório	-	-
Produção	Submissão de relatório para o Comitê de Ética	-	-
	Elaboração do trabalho de conclusão	Out/24	Nov/24
	Exame de Defesa	Março/25	Abril/25
	Submissão de manuscrito (resultados)	Dez/24	Dez/24

	Elaboração de mídias para disseminação	Dez/24	Dez/24
	Entrega da versão final do trabalho de conclusão	Abril/2025	Maio/25

Referências

ACHARYA, U. R.; JOSEPH, K. P.; KANNATHAL, N.; MIN LIM, C.; SURI, J. S. Heart rate variability: a review. **Medical & Biological Engineering & Computing**, vol. 44, no. 2, p. 1031-1051, 2006.

BAE, M-J.; KIM, H-C.; PARK, K-J. Comparison of Heart Rate Variability according to Performance in Elite Female Judo Athletes. **Korean Society of Physical Medicine**, vol. 15, no. 1, p. 10-18, 2020.

BARANAUSKAS, Marius; KUPČIŪNAITĖ, Ingrida; STUKAS, Rimantas. Establishing Benchmark Percentiles for the Classification of Body Fat Percentage of Professional Male Athletes Competing in Combat Sports through Bioimpedanciometry. **Applied Sciences 2023, Vol. 13, Page 9885**, vol. 13, no. 17, p. 9885, 31 Aug. 2023.

CÉSAR, M. C.; PELLEGRINOTTI, Í. L.; PENATTI, E. S.; CHIAVOLONI, G. A. Avaliação da intensidade de esforço da luta de caratê por meio da monitorização da frequência cardíaca. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, vol. 24, no. 1, p. 73-81, 2002.

CROOM, A. M. Muay Thai, psychological well-being, and cultivation of combat-relevant affordances. **Philosophies**, vol. 7, no. 3, p. 65, 2022.

CASSEL, M.; CARLSOHN, A.; FRÖHLICH, K.; JOHN, M.; RIEGELS, N.; MAYER, F. Tendon adaptation to sport-specific loading in adolescent athletes. **International Journal of Sports Medicine**, vol. 37, no. 2, p. 159-164, 2016.

DIAS, S. B. C. D.; OLIVEIRA, E. B.; JÚNIOR, A. G. B. **Teoria e Prática do Treinamento para MMA**, Ed. Phorte, São Paulo, 2017.

GARCÍA JIMÉNEZ, J. V.; YUSTE LUCAS, J. L.; GARCÍA PELLICER, J. J. Ingesta de líquidos y deshidratación en jugadores profesionales de fútbol sala en función de la

posición ocupada en el terreno de juego. **Apunts Medicina de l'Esport**, v. 45, n. 166, p. 69-74, 2010.

GAVRLILOVIC, D.; PETROVIC, A.; DOPSAJ, M.; KASUM, G.; PAJIC, Z.; KOPRIVICA, V. Work and rest peak heart rate variability response during the different technical and tactical situations of elite kickboxers. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, vol. 16, no. 1, p. 96-110, 2016.

DE, M.; MANESCHY, S.; PASSOS, R. P. Capacidades físicas na prática do Muay Thai. **Revista Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida**, vol. 13, no. 3, 2021.

HERCULES, E. D.; ORDONHES, M. T. **Lutas: iniciação e alto rendimento**. Desenvolvimento de material didático ou instrucional. Curitiba: Contentus, 2020.

KIRK, C.; CLARK, D. R.; LANGAN-EVANS, C.; MORTON, J. P. The physical demands of mixed martial arts: a narrative review using the ARMSS model to provide a hierarchy of evidence. **Journal of Sports Sciences**, vol. 38, no. 24, p. 2819–2841, 2020.

MACHADO, L. M. A.; MEDEIROS, K. C. M. Perfil nutricional de praticantes de Muay Thai. **RBNE - Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, vol. 11, no. 65, p. 558-569, 2017.

MENDES, S. H.; TRITTO, A. C.; GUILHERME, J. P. L. P.; SOLIS, M. Y.; VIEIRA, D. E.; FRANCHINI, E.; LANCHI, A. H.; ARTIOLI, G. G. Effect of rapid weight loss on performance in combat sport male athletes: does adaptation to chronic weight cycling play a role? **British Journal of Sports Medicine**, vol. 47, no. 18, p. 1155-1160, 2013.

MCARDLE, W. D. **Fisiologia do exercício: nutrição, energia e desempenho humano**. 8 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019.

MICHAEL, S.; GRAHAM, K. S.; OAM, G. M. D. Cardiac autonomic responses during exercise and post-exercise recovery using heart rate variability and systolic time intervals-a review. **Frontiers in Physiology**, vol. 8, no. MAY, p. 301, 2017.

MICHELI, M. L.; PAGANI, L.; MARELLA, M.; GULISANO, M.; PICCOLI, A.; ANGELINI, F.; et al. Bioimpedance and impedance vector patterns as predictors of league level in male soccer players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 9, n. 3, p. 532-539, 2014.

MILOVANČEV, A.; PETROVIĆ, M.; MILJKOVIĆ, T.; ILIĆ, A.; MUDRINIĆ, T. R.; MILJKOVIĆ, A.; et al. The elite judo female athlete's heart. **Frontiers in Physiology**, vol. 13, p. 26, 2022.

MORALES, J.; ÁLAMO, J. M.; GARCÍA-MASSO, X.; BUSCÀ, B.; LÓPEZ, J. L.; SERRA-AÑO, P.; et al. Use of heart rate variability in monitoring stress and recovery in judo athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, vol. 28, no. 7, p. 1896-1905, 2014.

NASCIMENTO, A. V.; COSTA, R. F. Efeitos da perda de peso e desidratação no desempenho de atletas de artes marciais. **Nutrição Brasil**, vol. 16, no. 3, p. 172-181, 2017.

NASCIMENTO-CARVALHO, B.; MAYTA, M. A. C.; IZAIAS, J. E.; DORO, M. R.; SCAPINI, K.; CAPERUTO, E.; et al. Cardiac sympathetic modulation increase after weight loss in combat sports athletes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, vol. 24, no. 6, p. 413-417, 2018.

PERANDINI, L. A.; SIQUEIRA-PEREIRA, T. A.; OKUNO, N. M.; SOARES-CALDEIRA, L. F.; LEICHT, A. S.; et al. Relação entre a retirada e reativação vagal com a capacidade aeróbia em atletas de taekwondo. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, vol. 12, no. 1, p. 08-13, 2010.

PODESZWA, J. **Heart rate variability: monitoring athletic recovery, optimizing training programs, and preventing injuries**. 2018. Masters Thesis. Available at: <http://dspace.calstate.edu/handle/10211.3/205549>. Accessed on: 9 Apr. 2023.

RANKOVIĆ, G.; MUTAVDŽIĆ, V.; TOSKIĆ, D.; PRELJEVIĆ, A.; KOCIĆ, M.; NEDIN-RANKOVIĆ, G.; et al. Aerobic capacity as an indicator in different kinds of sports. **Bosnian Journal of Basic Medical Sciences**, vol. 10, no. 1, p. 44, 2010.

REICHMANN, M. T. F. **Nutrição e suplementação esportiva aplicadas às modalidades de lutas**. 1ª ed., 67 p. Contentus, 2021.

RELJIC, D.; HÄSSLER, E.; JOST, J.; FRIEDMANN-BETTE, B. Rapid weight loss and the body fluid balance and hemoglobin mass of elite amateur boxers. **Journal of Athletic Training**, vol. 48, no. 1, p. 109-117, 2013.

RIVERA-BROWN, A. M.; FRONTERA, W. R. Principles of exercise physiology: responses to acute exercise and long-term adaptations to training. **PM & R: the Journal of Injury, Function, and Rehabilitation**, vol. 4, no. 11, p. 797-804, 2012.

ROKLICER, R.; ROSSI, C.; BIANCO, A.; ŠTAJER, V.; MAKSIMOVIC, N.; MANOJLOVIC, M.; GILIC, B.; TRIVIC, T.; DRID, P. Rapid weight loss coupled with sport-specific training impairs heart rate recovery in Greco-Roman wrestlers. **Applied Sciences**, vol. 12, no. 7, p. 3286, 2022.

SANTOS, J. F. S.; FRANCHINI, E. Trainers' understanding of choosing the frequency speed of kick test (FSKT) for taekwondo practitioners. **Ido Movement for Culture**, vol. 21, no. 2, p. 1-5, 2021.

SARAIVA, B. T. C.; PRADO, W. L.; VANDERLEI, L. C. M.; MILANEZ, V. F.; DAMATO, T. M. M.; SANTOS, A. B.; et al. Acute effects of Muay Thai on blood pressure and heart rate in adolescents with overweight/obesity. **Obesities**, vol. 2, no. 1, p. 94-102, 2022.

SOUZA, F. B.; DOMINGO, L.; FARJE, F. **Elementos fundamentais para um treinamento eficaz em atletas de Muay Thai**. VIII JORNACITEC - Jornada Científica e Tecnológica, 4 Oct. 2019. Available at: <http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/VIIIJTC/VIIIJTC/paper/view/1775>.

STONE, B. L.; ASHLEY, J. D.; SKINNER, R. M.; POLANCO, J. P.; WALTERS, M. T.; SCHILLING, B. K.; KELLAWAN, J. M. Effects of a short-term heat acclimation protocol in elite amateur boxers. **Journal of Strength and Conditioning Research**, vol. 36, no. 7, p. 1966-1971, 2022.

SUETAKE, V. Y. B.; FRANCHINI, E.; SARAIVA, B. T. C.; DA SILVA, A. K. F.; BERNARDO, A. F. B.; GOMES, R. L.; et al. Effects of 9 months of martial arts training on cardiac autonomic modulation in healthy children and adolescents. **Scopus**, vol. 30, no. 4, p. 487-494, 2018.

VICENTE-SALAR, N.; FUSTER-MUÑOZ, E.; MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, A. Nutritional ergogenic aids in combat sports: a systematic review and meta-analysis. **Nutrients**, vol. 14, no. 13, p. 2588, 2022.

ZIMMERMANN, L. C.; CEZAR, T. M. Avaliação de sinais e sintomas através do rastreamento metabólico em grupo de emagrecimento realizado com colaboradores de um centro universitário do oeste do Paraná. **FAG Journal of Health (FJH)**, Edição Especial, p. 20-21, 2019.

Apêndice 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Avaliação da variabilidade da frequência cardíaca, performance e desidratação em atletas de Muay Thai: Ensaio clínico

(Resolução nº466, de 10 de dezembro de 2012. Conselho Nacional de Saúde)

Breve justificativa e objetivos da pesquisa: A justificativa para este trabalho é demonstrar a relevância e a urgência de investigar a relação entre os indicadores de desidratação, os parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e o desempenho no *frequency speed kick test* (FSKT) em atletas de Muay Thai. A desidratação é um problema comum em atletas, que pode afetar negativamente o desempenho físico e cognitivo, além de influenciar a regulação da frequência cardíaca, um indicador significativo da saúde cardiovascular. O FSKT é amplamente utilizado em esportes de luta, como o Muay Thai, para avaliar a capacidade dos atletas em realizar movimentos rápidos e precisos. Por isso, compreender a relação entre os indicadores de desidratação, os parâmetros da VFC e o desempenho no FSKT é fundamental em atletas de Muay Thai. Além disso, a análise dos valores de água corporal e massa corporal total, bem como a avaliação dos valores da VFC no domínio do tempo e da frequência, pode fornecer informações valiosas sobre a hidratação e a saúde cardiovascular desses atletas. O entendimento dessas relações pode contribuir para o desenvolvimento de estratégias para melhorar o desempenho e a hidratação dos atletas de Muay Thai, além de fornecer informações relevantes para outros esportes de luta e atividades físicas intensas. Assim, o objetivo desta pesquisa é verificar a relação entre os indicadores de hidratação, os parâmetros da VFC e o desempenho no FSKT em praticantes de Muay Thai durante o período de treinamento de 8 semanas.

Procedimentos desta pesquisa: Você será avaliado antes e após um programa de treinamento de 8 semanas, realizado 3 vezes por semana. As avaliações incluirão a medição do sistema nervoso em repouso e o teste físico de chute; além disso, a bioimpedância será medida para avaliar a sua composição corporal pré e pós treinamento.

Potenciais riscos e benefícios: Dos benefícios, pode-se destacar a possível melhora da sua performance. Risco de lesões: os atletas podem se machucar durante os testes físicos realizados neste estudo, como o FSKT. Desconforto físico ou psicológico: alguns atletas podem se sentir desconfortáveis ou emocionalmente estressados durante a avaliação da VFC e dos indicadores de desidratação. Essa pesquisa será suspensa caso se perceba algum risco ou dano a sua saúde não previsto nesse termo de consentimento ou caso seja solicitada, por qualquer motivo, a suspensão pelo comitê de ética em pesquisa que a aprovou.

Garantia de sigilo, privacidade, anonimato e acesso: Sua privacidade será respeitada, ou seja, seu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa de

Participante ou seu responsável legal Responsável por obter o consentimento

qualquer forma lhe identificar, serão mantidos em sigilo. Será garantido o anonimato e sua privacidade. Caso haja interesse, o senhor (a) terá acesso aos resultados do estudo.

Garantia de esclarecimento: É assegurada a assistência durante toda pesquisa, bem como a garantia do seu livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências.

Garantia de responsabilidade e divulgação: Os resultados dos exames e dos dados da pesquisa serão de responsabilidade do pesquisador, e esses resultados serão divulgados em meio científico sem citar qualquer forma que possa identificar o seu nome.

Garantia de ressarcimento de despesas: Você não terá despesas pessoais em qualquer fase do estudo, nem compensação financeira relacionada à sua participação. Em caso de dano pessoal diretamente causado pelos procedimentos propostos neste estudo, terá direito a tratamento médico, bem como às indenizações legalmente estabelecidas. No entanto, caso tenha qualquer despesa decorrente da participação na pesquisa, haverá ressarcimento mediante depósito em conta-corrente ou cheque ou dinheiro. De igual maneira, caso ocorra algum dano decorrente da sua participação no estudo, você será devidamente indenizado, conforme determina a lei.

Sobre a recusa em participar: Caso queira, o senhor (a) poderá se recusar a participar do estudo, ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar-se, não sofrendo qualquer prejuízo à assistência que recebe.

Contato do pesquisador responsável e do comitê de ética: Em qualquer etapa do estudo você poderá ter acesso ao profissional responsável, Antonio Beira de Andrade Junior, que pode ser encontrada no telefone (41)99735-7895 e e-mail: antoniobeira96@gmail.com. Se tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP): Praça das Nações, nº 34 - Bonsucesso, Rio de Janeiro - RJ, Tel.: (21) 3882-9797 - ramal: 2015; e-mail: comitedeetica@unisuam.edu.br.

Se este termo for suficientemente claro para lhe passar todas as informações sobre o estudo e se o senhor (a) compreender os propósitos do mesmo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Você poderá declarar seu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente das propostas do estudo. Uma cópia desse documento será entregue a você.

Curitiba, _____ de _____ de _____

Nome e assinatura do participante

Nome e assinatura do responsável por obter o consentimento

Participante ou seu responsável legal Responsável por obter o consentimento

Comitê de Ética em Pesquisa: Rua Dona Isabel 94, Bonsucesso, Rio de Janeiro, RJ,
(21) 3882-9797 ramal 2015, e-mail: comitedeetica@unisuam.edu.br

Apêndice 2 – Protocolo de treinamento experimental

Segunda - FullBody	QUARTA - FullBody	Sexta - Full Body
Aquecimento: 10 Minutos de Bike 2 Forte/Pesado +2 Leve/Rápido	Aquecimento: 20 Minutos de Bike 1 Forte/Pesado +1 Leve/Rápido	Aquecimento: 8 Minutos de Bike 5 Forte/Pesado +3 Leve/Rápido
Supino + Flexão com Palmas: 5 x 5+10 Intervalo de 1 Minuto	Supino na bola de pilates 5x20	Supino máquina 5x12/10/8/6/21
Agachamento Frontal com Halter + Salto no Caixote 5x5 + 10 Intervalo de 1 Minuto	Agachamento na Meia Bola(Bosu) 3x20	Agachamento barra costas 5x12/10/8/6/21
Remada Baixa pegada em X com Isometria 10x10 Isometria de 5" Intervalo de 45 segundos	Arremesso de Wallball 10x10	Barra Fixa 10x10
Stiff 5x20	Stiff Unilateral 2x5x20	Mesa Flexora 3x10
Overhead Squat 4x10 apenas com a barra olimpica	Zercher Squat 5x20	Agachamento Sumo 5x12
Desenvolvimento Rocky Balboa 4x10+10	Desenvolvimento Halteres 5x5	Tri-Set Elevacao Frontal+Elevacao Lateral+Elevacao lateral inclinado pra frente 5x21
Zercher Deadlift 5x10	Levantamento Terra 5x5	Zercher Deadlift 5x10
JAB no CROSS 3x10	Uppercut no Cross 3x10	Joelhada Frontal No Cross 3x10
PASSADA LATERAL COM BAND 5x30"	PASSADA LATERAL COM BAND 5x30"	PASSADA LATERAL COM BAND 5x30"
Trabalho de core com bola de Pilates 5x1'	Trabalho de core com bola de 3 KG 5x45"	Trabalho de core com bola 6 Kg 5x30"

Apêndice 3 – Sugestão nutricional

Café da Manhã:

- Aveia com frutas frescas (como morangos, banana)
- Uma omelete de claras de ovo com espinafre e tomate.
- Um copo de suco de laranja natural.

Lanche da Manhã:

- Um punhado de nozes ou amêndoas.
- Uma fruta, como uma maçã ou uma pera.

Almoço:

- Peito de frango grelhado com uma porção de Arroz Branco.
- Legumes cozidos no vapor (brócolis, cenoura e couve-flor).
- Uma salada com folhas verdes, tomate e abacate, temperada com azeite de oliva e limão.

Lanche da Tarde:

- Um punhado de castanhas-do-pará.

Jantar:

- Arroz branco
- Um pequeno punhado de arroz integral.

Lanche Noturno (opcional, se necessário):

- Um copo de leite integral ou um iogurte natural.

Anexo 1 – Checklist Ético Preliminar (CEPlist)

A *Lista de Itens para o Comitê de Ética em Pesquisa (CEPlist)* foi elaborada com base na [Resolução do Conselho Nacional de Saúde No. 466 de 12 de dezembro de 2012](#) com o objetivo de melhorar a qualidade das informações dos Protocolos de Pesquisa envolvendo seres humanos que são submetidos à apreciação pelo sistema CEP/CONEP.

A *CEPlist* é preenchida pelo pesquisador principal do projeto antes de sua submissão para ser anexada na [Plataforma Brasil](#) como “Outros” documentos. O pesquisador preencherá o número da página onde consta a referida informação. Caso o item não se aplique, deverá ser preenchido com “NA”.

a) Documentos obrigatórios		Páginas
<i>a.1. Termos</i>	a) Termo de Anuência da instituição proponente redigido em papel timbrado, datado e assinado por representante	Pág. 55
	b) Termo(s) de Anuência da(s) instituição(ões) coparticipante(s) redigido(s) em papel timbrado, datado(s) e assinado(s) por representante	NA
	a) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	Apêndice 1 / Pág. 88
	b) Termo de Assentimento Livre e Esclarecido	Pág. 48
	c) Termo de Autorização para Uso de Dados secundários	NA
<i>a.2. Cronograma</i>	a) Cronograma detalhado quanto às etapas do projeto de pesquisa	Pág.41
<i>a.3. Orçamento</i>	a) Orçamento detalhado quanto à aplicação dos recursos	Pág.40
	b) Citação do(s) patrocinador(es) da pesquisa	NA
<i>a.4. Declarações</i>	a) Declaração de Instituição e Infraestrutura redigido em papel timbrado, datado e assinado por representante	NA
	b) Declaração de Pesquisadores	Pág 64 e 82
	c) Declaração de Patrocinador	NA
<i>a.5. Dispensa</i>	a) Justificativa para dispensa do Termo solicitada pelo pesquisador responsável ao Sistema CEP/CONEP	NA
b) Projeto de pesquisa (PP)		Páginas
<i>b.1. Introdução</i>	a) Fundamentação em fatos científicos, experimentação prévia e/ou pressupostos adequados à área específica da pesquisa	Pág. 18 a 26
<i>b.2. Materiais e Métodos</i>	a) Métodos adequados para responder às questões estudadas, especificando-os, seja	Pág. 30 a 37

	a pesquisa qualitativa, quantitativa ou quali-quantitativa	
	b) Cálculo e/ou justificativa do tamanho da amostra	Pág. 38
	c) Critérios de inclusão e exclusão bem definidos	Pág. 32
	d) Procedimento detalhado de recrutamento dos participantes	Pág.31
	e) Local(is) de realização da(s) etapa(s) da pesquisa	Pág.32
	f) Períodos de <i>wash-out</i> ou uso de placebo justificados e com análise crítica de risco	NA
	g) Explicação detalhada e justificada dos exames e testes que serão realizados	NA
	h) Manutenção dos dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob guarda e responsabilidade do pesquisador principal, por 5 anos após o término da pesquisa	Pág.39
	i) Critérios detalhados para suspender e encerrar a pesquisa	NA
<i>b.3. Apêndices e Anexos</i>	a) Questionário(s) para coleta de dados	NA
c) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)		Páginas
<i>c.1. Informações Obrigatórias</i>	a) Título do projeto abaixo do título do Termo	Apêndice 1 / Pág. 48
	b) Informações prestadas em linguagem clara e acessível ao participante	Apêndice 1 / Pág. 48
	c) Justificativa e os objetivos claros e bem definidos	Apêndice 1 / Pág. 48
	d) Procedimentos e métodos detalhados a serem utilizados na pesquisa	Apêndice 1 / Pág. 48 a 49
	e) Possibilidade de inclusão (sorteio) em grupo controle ou experimental	NA
	f) Possíveis desconfortos e riscos decorrentes da participação na pesquisa	Apêndice 1 / Pág. 48
	g) Possíveis benefícios decorrentes da participação na pesquisa	Apêndice 1 / Pág. 48
	h) Providências e cautelas a serem empregadas para evitar e/ou reduzir efeitos e condições adversas que possam causar dano	Apêndice 1 / Pág. 48
	i) Formas de acompanhamento e assistência a que terão direito os participantes da pesquisa para atender complicações e	Apêndice 1 / Pág. 48

	danos decorrentes, direta ou indiretamente, da pesquisa	
	j) Garantia de plena liberdade ao participante da pesquisa, de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização	Apêndice 1 / Pág. 48
	k) Garantia de manutenção do sigilo e da privacidade dos participantes da pesquisa durante todas as fases da pesquisa	Apêndice 1 / Pág. 48
	l) Garantia de que o participante da pesquisa receberá uma via do Termo	Apêndice 1 / Pág. 48
	m) Garantia de ressarcimento e como serão cobertas as despesas tidas pelos participantes da pesquisa e dela decorrentes	Apêndice 1 / Pág. 48
	n) Explicita a garantia de indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa	Apêndice 1 / Pág. 48
	o) Esclarecimento sobre a possibilidade de inclusão do participante em grupo controle ou placebo, explicitando, claramente, o significado dessa possibilidade	NA
	p) Compromisso de encaminhar os resultados da pesquisa para publicação em meio científico	Apêndice 1 / Pág. 48
	q) Declaração do pesquisador responsável que expresse o cumprimento das exigências da Resolução No. 466/2012	Apêndice 1 / Pág. 48
	r) Declaração do pesquisador responsável de que os resultados dos exames e/ou dados da pesquisa serão de responsabilidade dos pesquisadores	Apêndice 1 / Pág. 48
<i>c.2. Pesquisador</i>	a) Consta, em todas as folhas e vias do Termo, o endereço e contato telefônico ou outro, dos responsáveis pela pesquisa	Apêndice 1 / Pág. 49
<i>c.3. Comitê de Ética</i>	a) Consta, em todas as folhas e vias do Termo, o endereço e contato telefônico ou outro, do CEP	Apêndice 1 / Pág. 49
<i>c.4. Participante</i>	a) Há espaço para o nome do participante e/ou responsável legal e local para sua assinatura	Apêndice 1 / Pág. 49
d) Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)		Páginas
<i>d.1. Apresentação</i>	a) Há termo de consentimento dos responsáveis com anuência dos menores de idade ou legalmente incapazes	NA

Anexo 2 – Declaração de Instituição Coparticipante

Declaração de Instituição Coparticipante

Curitiba, 2 de Fevereiro de 2024

Declaro estar ciente da coparticipação na pesquisa com o título "Avaliação da variabilidade da frequência cardíaca, performance e desidratação em atletas de Muay Thai: Ensaio clínico". O projeto será realizado em parceria com a Aaziz Fight Club LTDA - CNPJ 50.212.958/0001-14.

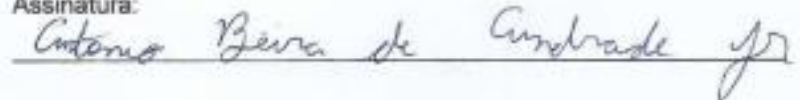
Pesquisador Principal: Antonio Beira de Andrade Junior

CPF: 061.183.369-70

Telefone: (41)99735-7895

E-mail: antoniobeira96@gmail.com

Assinatura:



Instituição Proponente: Centro Universitário Augusto Motta/UNISUAM

Grande Área de Conhecimento (CNPq): Área 4: Ciências da Saúde

Área predominante: 4.08.00.00-8: Fisioterapia e Terapia Ocupacional

Propósito Principal do Estudo: Clínico

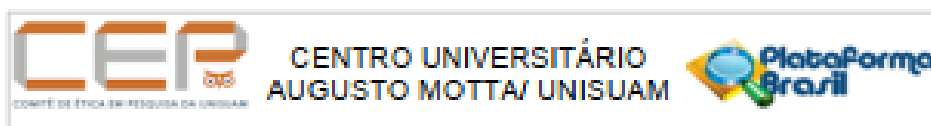
Instituição Coparticipante: Aaziz Fight Club LTDA

Nome do contato: Paulo de Jesus Cunha

Assinatura:



Anexo 3 – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação da variabilidade da frequência cardíaca, performance e desidratação em atletas de Muay Thai
Ensaio clínico

Pesquisador: ANTONIO BEIRA DE ANDRADE JUNIOR

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 77325224.4.0000.5235

Instituição Proponente: SOCIEDADE UNIFICADA DE ENSINO AUGUSTO MOTTA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.703.329

Apresentação do Projeto:

O projeto trata de uma avaliação de parâmetros fisiológicos em atletas de Muay Thai. Serão verificados indicadores de desidratação, parâmetros de variação de frequência cardíaca (VFC) e o desempenho no "frequency speed kick test" (FSKT), velocidade chute.

O projeto segue corretamente os parâmetros convencionais de pesquisa e se mostra relevante. Este é a 2a. versão do projeto, tendo em vista as recomendações realizadas na apreciação anterior.

Objetivo da Pesquisa:

O projeto propõe os seguintes objetivos:

OBJETIVO PRIMÁRIO:

Verificar a relação entre os indicadores de hidratação, os parâmetros da VFC e o desempenho no "frequency speed kick test" (FSKT) em praticantes de Muay Thai durante o período de treinamento de 8 semanas.

OBJETIVOS SECUNDÁRIOS:

Analisar os valores de água corporal e massa corporal total de atletas de Muay Thai.

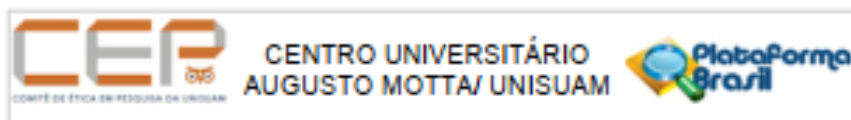
Avaliar os valores da VFC no domínio do tempo e da frequência de atletas de Muay Thai.

Correlacionar os valores dos indicadores de hidratação com os parâmetros da VFC no domínio do tempo e da frequência.

Endereço: Rua Dona Isabel, 64, TEL: (21)2882-4797 (Ramal 9640)
Bairro: Bonsucesso CEP: 21.232-460
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)2882-4797

E-mail: comitedetica@seuunisuam.com.br



Continuação de Parecer 6.755.328

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e benefícios apresentados estão bem detalhados e alinhados com a proposta de pesquisa.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto de pesquisa está bem fundamentado e estruturado. Em relação aos aspectos éticos da pesquisa, o projeto apresenta as cuidados necessários.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória estão corretos e bem escritos. O ajuste recomendado para o TCLE no parecer anterior foi realizado.

Recomendações:

Não há recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto, do ponto de vista ético, está bem apresentado, respeitando as normativas vigentes. Não há pendências.

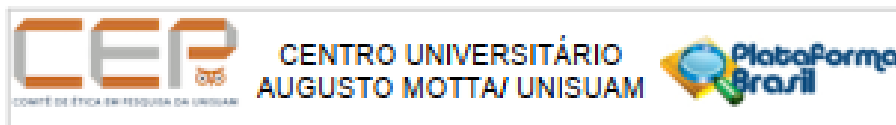
Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto está aprovado. Cabe ressaltar que o pesquisador se compromete em anexar na Plataforma Brasil um relatório ao final da realização da pesquisa. Pedimos a gentileza de utilizar o modelo de relatório final que se encontra na página eletrônica do CEP-UNISUAM (<https://www.unisuam.edu.br/pesquisa-extensao-e-inovacao/pesquisa-e-inovacao/>). Além disso, em caso de evento adverso, cabe ao pesquisador relatar, também através da Plataforma Brasil.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PR_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_2279904.pdf	11/02/2024 12:39:19		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLECorrigido.pdf	11/02/2024 12:29:17	ANTONIO BEIRA DE ANDRADE JUNIOR	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoCorrigido.pdf	11/02/2024 12:28:37	ANTONIO BEIRA DE ANDRADE JUNIOR	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRostoCEP.pdf	02/02/2024 13:42:52	ANTONIO BEIRA DE ANDRADE JUNIOR	Aceito

Endereço: Rua Dona Isabel, 94, TEL: (21) 3882-9797 (Ramal: 9943)
 Bairro: Bonsucesso CEP: 21.632-060
 UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
 Telefone: (21) 3882-9797 E-mail: comitedetica@isuam.com.br



Continuação do Parecer E/033/2024

Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaraçaoauic.pdf	03/03/2024 13:42:37	ANTÔNIO BEIRA DE ANDRADE JUNIOR	Aceito
--	--------------------	------------------------	---------------------------------	--------

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, 14 de Março de 2024

Assinado por:

Igor Ramalho Telles de Jesus
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Dona Isabel, 94, TEL: (21)3882-8797 (Ramal: 9940)
Bairro: Bonsucesso CEP: 21.232-660
UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3882-8797 E-mail: comitedeetica@suam.com.br

Anexo 4 – Comprovante de submissão do manuscrito

MS #4128: Submission received for International Journal of Exercise Science Caixa de entrada x

 **Editors of International Journal of Exercise Science** <editors-ijes-4128@dcwku.bepress.com>
para mim, The, The ▼ 30 de jul. de 2024, 10:19

 Traduza para o português 

A new submission for International Journal of Exercise Science has been uploaded by "Agnaldo Lopes" <agnaldolopes.uerj@gmail.com>.

The authors are:

- "ANTONIO BEIRA DE ANDRADE JUNIOR" <antoniobeira98@gmail.com>
- "ELENA MARIE PEIXOTO RUTHES DE ANDRADE" <epeixotoruthes@gmail.com>
- "PATRÍCIA DOS SANTOS VIGÁRIO" <patriciavigario@yahoo.com.br>
- "CESAR ANTONIO LUCHESA" <fisioterapia_alia@saolucas.faq.edu.br>
- "JOÃO EDUARDO DE AZEVEDO VIEIRA" <joao.vieira@souunisuam.com.br>
- "IGOR RAMATHUR TELLES DE JESUS" <igor.ramathur@gmail.com>
- "Agnaldo Lopes" <agnaldolopes.uerj@gmail.com>

The title is:

"Relationships Between Performance in the Frequency Speed Kick Test, Heart Rate Variability, and Body Composition in Amateur Muay Thai Fighters"

The subject area is:

Cardiovascular Physiology

The keywords are:

Martial art, autonomic nervous system, exercise

The submission has been assigned #4128. Please refer to this number in any correspondence related to the submission.

Authors may check the status of the submission, submit revisions, and contact editors via the following link:

PARTE II – PRODUÇÃO INTELECTUAL

Contextualização da Produção

Quadro 4: Declaração de desvios de projeto original.

Declaração dos Autores	Sim	Não
A produção intelectual contém desvios substantivos do <u>tema proposto</u> no projeto de pesquisa?		x
<i>Justificativas e Modificações</i>		
A produção intelectual contém desvios substantivos do <u>delineamento do projeto</u> de pesquisa?		x
<i>Justificativas e Modificações</i>		
A produção intelectual contém desvios substantivos dos <u>procedimentos de coleta</u> e análise de dados do projeto de pesquisa?		x
<i>Justificativas e Modificações</i>		
Nenhuma.		

Disseminação da Produção



Apresentação de resumo em formato de pôster no 8º Simpósio Paradesportivo Carioca

Manuscritos Publicado e Submetido

NOTA SOBRE MANUSCRITOS PARA SUBMISSÃO

Este arquivo contém manuscrito(s) a ser(em) submetido(s) para publicação para revisão por pares interna. O conteúdo possui uma formatação preliminar considerando as instruções para os autores do periódico-alvo. A divulgação do(s) manuscrito(s) neste documento antes da revisão por pares permite a leitura e discussão sobre as descobertas imediatamente. Entretanto, o(s) manuscrito(s) deste documento não foram finalizados pelos autores; podem conter erros; relatar informações que ainda não foram aceitas ou endossadas de qualquer forma pela comunidade científica; e figuras e tabelas poderão ser revisadas antes da publicação do manuscrito em sua forma final. Qualquer menção ao conteúdo deste(s) manuscrito(s) deve considerar essas informações ao discutir os achados deste trabalho.

3.1 Adaptations of the Autonomic Nervous System and Body Composition After 8 Weeks of Specific Training and Nutritional Re-Education in Amateur Muay Thai Fighters: A Clinical Trial

3.1.1 Contribuição dos autores do manuscrito para submissão #1

Iniciais dos autores, em ordem:	ABAJ	EMPRA	GRS	AJL
Concepção	X	X		X
Métodos	X	X	X	X
Programação				
Validação	X	X	X	X
Análise formal	X			X
Investigação	X			X
Recursos				
Manejo dos dados	X			
Redação do rascunho	X			X
Revisão e edição	X	X	X	X
Visualização	X	X		X
Supervisão				X
Administração do projeto	X			
Obtenção de financiamento				X

Contributor Roles Taxonomy (CRediT)²

² Detalhes dos critérios em: <https://doi.org/10.1087/20150211>

Article

Adaptations of the Autonomic Nervous System and Body Composition After 8 Weeks of Specific Training and Nutritional Re-Education in Amateur Muay Thai Fighters: A Clinical Trial



sports

an Open Access Journal by MDPI



Adaptations of the Autonomic Nervous System and Body Composition After 8 Weeks of Specific Training and Nutritional Re-Education in Amateur Muay Thai Fighters: A Clinical Trial

Antonio Beira de Andrade Junior; Elena Marie Peixoto Ruthes de Andrade; Guilherme Rodrigues de Souza; Agnaldo José Lopes

Sports 2025, Volume 13, Issue 3, 72

Antonio Beira de Andrade Junior ¹, Elena Marie Peixoto Ruthes de Andrade ², Guilherme Rodrigues de Souza ²³ and Agnaldo José Lopes ^{1,*}

- ¹ Rehabilitation Sciences Postgraduate Program, Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), Rua Dona Isabel, 94, Bonsucesso, Rio de Janeiro 21032-060, Brazil; antoniobeira96@gmail.com
- ² Postgraduate Program in Health Sciences, Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL), Avenida José Acácio Moreira, 787, Dehon, Tubarão 88704-001, Brazil; epeixotoruthes@gmail.com
- ³ Physical Education Course, Centro Universitário Campos de Andrade (UNIANDRADE), Rua João Scuissiato, 001, Santa Quitéria 80310-310, Brazil; guilhermeoffrodrigues@gmail.com
- * Correspondence: alopes@souunisuam.com.br agnaldolopes.uerj@gmail.com

Abstract: Background: Considering that the nervous system regulates cardiac autonomic modulation (CAM) and that low CAM is associated with poorer performance, it is essential to evaluate the effects of training to increase parasympathetic modulation in Muay Thai (MT) fighters. Therefore, the aim of this study was to evaluate the effects of an 8-week intervention based on strength training and nutritional counseling on performance, CAM, and nutritional status in amateur MT fighters. Methods: This is a longitudinal and interventional study in which 22 MT fighters underwent a strength training program and nutritional protocol. Before and after the intervention, they underwent the ten-second frequency speed of kick test (FSKT-10s), multiple frequency speed of kick test (FSKT-mult), bioimpedance analysis (BIA), and assessment of heart rate variability. Results: After the intervention, there was an increase in the number of kicks in both FSKT-10s and FSKT-mult ($p = 0.0008$ and $p = 0.032$, respectively). In BIA, there was a significant increase in both fat-free mass and basal metabolic rate ($p = 0.031$ and $p = 0.020$, respectively). After the intervention, significant increases were observed during the physical test in the following variables that denote improvement in parasympathetic modulation: square root of the mean squared differences of successive RR intervals ($p = 0.005$); percentage of adjacent RR intervals with a difference in duration greater than 50 ms ($p = 0.002$); high frequency range ($p < 0.0001$); and standard deviation measuring the dispersion of points in the plot perpendicular to the line of identity ($p = 0.004$). Conclusions: In amateur MT fighters, an intervention with strength training and nutritional guidance is able to improve CAM through greater parasympathetic activation. Furthermore, there is an improvement in performance and body composition after the intervention.

Keywords: Muay Thai; autonomic nervous system; body composition; intervention

Academic Editor(s): Name

Received: 9 February 2025

Revised: 19 February 2025

Accepted: 25 February 2025

Published: date

Citation: de Andrade Junior, A.B.; de Andrade, E.M.P.R.; de Souza, G.R.; Lopes, A.J. Adaptations of the Autonomic Nervous System and Body Composition After 8 Weeks of Specific Training and Nutritional Re-Education in Amateur Muay Thai Fighters: A Clinical Trial. *Sports* **2025**, *13*, x. <https://doi.org/10.3390/xxxxx>

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

The popularity of martial arts in modern times is evident both as a competitive sport and as a form of exercise and physical conditioning [1]. Using either the entire body or a single fighting tool, such as a sword, martial arts allow fighters to employ a variety of different types of fighting techniques [1]. In recent decades, there has been a shift in the standards of martial arts, moving from negative connotations against violence to a perception as an activity of self-improvement, physical fitness, recreation, and logical competition [2]. Among the sports modalities of martial arts is Muay Thai (MT), which is characterized as a type of fighting that involves standing strikes with the combined use of fists, elbows, knees, shins, and feet [3]. MT is associated with good physical preparation, which makes it a very efficient full-contact fight for aerobic fitness both acutely and after training [4,5]. As with MT, the importance of training has been demonstrated in other martial arts. In judo, a specific training program can increase the ability to support greater weights and power during fights [6]. In karate, training increases power in the loaded countermovement jump exercise and maximum repetition strength in the squat exercise [7]. An important measure of the ability to perform high-intensity intermittent efforts is the 10 s frequency speed of kick test (FSKT-10s) and the multiple frequency speed of kick test (FSKT-mult). Although these tests have not been previously evaluated in MT fighters, they have been shown to be important performance tools in Taekwondo fighters and are associated with muscle mass and lower limb performance after training [8,9].

Heart rate (HR) is a measure of cardiac activity and varies according to several factors, including age, fitness level, and type of physical activity [10]. The autonomic nervous system (ANS) has a fundamental function in cardiac autonomic modulation (CAM), and its performance can be evaluated by analyzing CAM, which reflects sympathetic or parasympathetic modulations [11]. Physical activity causes changes in the nervous system, ranging from stimulation at the central level to the action of baroreceptors and the reflection of nervous activity in the muscles [10]. A critical factor in promoting CAM benefits is the intensity of training, which can be achieved through martial arts [12]. Importantly, low CAM has been associated with poorer performance and the development of chronic cardiovascular disease and higher prevalence of mortality [13,14]. Indeed, neural adaptations to physical training, as occurs in MT fighters, may increase resting parasympathetic nervous system (PNS) activation and decrease sympathetic nervous system (SNS) activation; this increases cardiovascular fitness, and therefore assessment of heart rate variability (HRV) in fighters may be of interest in sports medicine [15]. In this sense, it is important to look at parameters that represent vagal activation when measuring HRV, such as the square root of the mean squared differences of consecutive RR intervals (rMSSD), the percentage of adjacent RR intervals with a difference in duration greater than 50 ms (pNN50), the

high frequency range (HF), and the standard deviation measuring the dispersion of points in the plot perpendicular to the line of identity (SD1).

Martial arts schools not only teach MT fighting techniques, but are also training centers where practitioners receive nutritional advice under the supervision of trainers [1]. Indeed, nutrition is an important aspect of MT as it can affect the performance, recovery, and overall health of fighters. To this end, it is essential to have a correct intake of not only fluids, but also carbohydrates, proteins, and fats [16]. In MT, some nutritional supplements may be useful, such as whey protein, which promotes muscle recovery/growth, creatine, which increases muscle strength/endurance, and beta-alanine, which increases endurance and the ability to train with intensity [17]. In addition to adequate nutritional status, nutrient intake is important because MT competitors are usually paired based on key characteristics, including body mass. In this sense, official weigh-ins are conducted prior to each competition to verify that the athlete's body mass is consistent with their chosen weight class [18]. A recent study in mixed martial arts fighters showed difficulty in achieving adequate nutrient intake by category and recommended that these fighters receive attention regarding nutritional strategies [19].

It is unclear whether an intervention program based on strength training and nutritional counseling in MT fighters can provide CAM and body composition benefits in this population, although physical activity is essential to improve cardiovascular function. In this sense, the assessment of CAM by indirect measures, such as HRV, has gained popularity in the evaluation of martial arts fighters to provide information on cardiac regulation as well as neural adaptations to training [15]. Therefore, the effects of training in MT fighters to increase HRV, i.e., to increase parasympathetic modulation, should be investigated. Similarly, dietary habits are closely related to physical performance, although there is a gap in the literature on amateur or professional MT fighters regarding this aspect [19]. We hypothesized that strength training along with nutritional guidance can not only improve the performance of MT fighters, but can also activate the PNS and improve the nutritional profile. Therefore, the present study aimed to evaluate the effects of an 8-week strength training and nutritional counseling intervention on performance, CAM, and nutritional status.

2. Materials and Methods

2.1. Study Design

This was a longitudinal and interventional study. It included the results of baseline assessment and an intervention study.

2.2. Participants

Between March and November 2024, male amateur Muay Thai fighters from the AAZIZ Academy, Curitiba, Brazil, were evaluated. The following inclusion criteria were used: age ≥ 18 years and a minimum

training period of 24 weeks. The following exclusion criteria were used: individuals with a history of cardiac arrhythmia or arterial hypertension, individuals with severe orthopedic disease that prevented them from practicing martial arts, use of alcohol or drugs, and inability to perform the performance tests.

The study was approved by the Research Ethics Committee of the Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM) (CA-AE-77325224.4.0000.5235; 14 March 2024). This trial was registered at ClinicalTrials.gov (NCT06338501, 29 March 2024). Informed consent was obtained from all subjects enrolled in the study.

2.3. Training Program and Intervention

A standard 8-week training program was performed in conjunction with a specific conditioning and strength training program based on the specifics of MT. These programs were performed three times per week and lasted 90 min. In each training session, the participant performed the following sequence: (1) stretching for 15 min; (2) warm-up for 10 min; (3) specific martial arts training for 1 h; and cool-down with stretching for 5 min. The MT training consisted of kicks, knees, punches, evasions, and defenses. Finally, kicks, knees, and defenses were performed both at rest and in motion. In this study, load control and interval adjustments between sets were used with 3 days of the whole body method, combining combat specific exercises with functional exercises [3,17]. Of note, the training program of these amateur fighters prior to the intervention consisted only of MT training, without any type of resistance exercise beyond the training itself and the physical conditioning performed during the sessions, such as push-ups, burpees, and jumping rope.

A nutritional protocol based on the individual needs of each participant was also used. One of the central points of this protocol was the diet, which should be based on a variety of healthy foods such as fruits, vegetables, whole grains, lean proteins and healthy fats according to the food pyramid. In this sense, nutritional guidance was provided on the nutritional adjustments that the participant should make, as well as metabolic tracking before and after training [20]. The following dietary suggestion was given with instructions to eat to satiety: (1) Breakfast: oatmeal with fresh fruit (e.g., five strawberries or a banana), an egg-white omelette with spinach and tomato, and a glass of fresh orange juice; (2) Mid-morning snack: a handful of walnuts or almonds, and a fruit (e.g., an apple or a pear); (3) Lunch: grilled chicken breast with a serving of white rice, steamed vegetables (cauliflower, carrots, and pear), and a salad with green vegetables, tomato and avocado dressed with olive oil and lemon; (4) Afternoon snack: a handful of Brazil nuts; (5) Dinner: white rice or a small serving of brown rice; and (6) Evening snack (optional, if needed): a glass of whole milk or plain yoghurt [21].

No amateur MT fighter consumed any type of supplement, and since it was only a dietary suggestion, compliance was not monitored. In

addition, no fighter requested food substitutions, as these foods are commonly found in Brazilian cuisine [21]. Notably, we asked about the fighters' dietary habits before the intervention, and none of them had previously received dietary advice or reported symptoms of malnutrition.

2.4. Measures

2.4.1. 10 s Frequency Speed of Kick Test (FSKT-10s)

First, the participant stood 90 cm away from the bag. Then the participant started the FSKT-10s using a technique called *bandal tchagui*. After the sound signal, the participant performed as many kicks as possible, alternating between the right and left leg. The intensity was controlled by the coach's instruction to the participant (maximum effort). The number of blows delivered was recorded in blows per minute [21].

2.4.2. Multiple Frequency Speed of Kick Test (FSKT-Mult)

After a 1-min rest, the participant began the FSKT-mult test. This test consists of 5 sets of 10 s separated by 10 s of passive recovery. In each 10-set, the number of kicks was counted and added at the end of the sequence [22,23]. Performance was determined by the total number of kicks, i.e., the sum of the number of kicks in each set.

2.4.3. Bioimpedance Analysis (BIA)

Prior to the performance tests, BIA was performed with a whole-body tetrapolar device (Sanny®, BIA 1010, São Paulo Brazil) using an electrical frequency of 50 kHz. Prior to the test, the athlete was instructed to fast for 4 h and avoid physical activity for 12 h. In addition, the athlete was asked to remove any metal objects he/she was wearing. The participant was then placed in the supine position for electrode insertion. Four disposable electrodes were used: (1) on the hand, just below the third joint of the middle finger; (2) in the wrist region, between the styloid processes of the ulna and radius; (3) in the region below the second and third toes; and (4) on the ankle, in the central region between the lateral and medial malleoli. Basal metabolic rate (BMR) values were estimated by BIA [24].

2.4.4. Cardiac Autonomic Modulation (CAM)

HRV measurements were performed between 6 pm and 8 pm to avoid daily variations. To assess CAM, participants were instructed to eat only a light meal and not to consume alcohol or stimulants such as coffee, tea, and chocolate for at least 12 h prior to the assessment so that there would be no direct influence on CAM at the time of collection. They were also asked to avoid high-intensity physical exercise for at least 2 h before the recording session [25]. CAM was assessed using a heart rate monitor (V800, Polar Electro Oy, Kempele, Finland). Measurements were taken at rest before the physical test, with the participant lying on a stretcher for 10 min, and during the physical test for 4 min. No warm-up was

performed before the FSKT test. The RR interval signals were obtained from the heart rate monitor. These signals were exported to Kubios HRV software version 3.5 (Biosignal Analysis and Medical Image Group, Department of Physics, University of Kuopio, Finland) for HRV analysis using time domain, frequency domain, and Poincaré plot nonlinear analysis measures. The selected segments were the 5-min rest period and the visually most stable 2-min bout period. In this last analysis, the first 40 s of the bout and the last 30 s were excluded to avoid the vagal withdrawal period and the influence of blood pressure measurement, respectively. For HRV analysis, the data collected by the HR monitor were visually inspected for noise, and narrow peaks (<100 ms) were removed by linear interpolation. All signals were filtered using low-pass filters with a cutoff frequency of 20 Hz. Time domain analysis measures were as follows: (1) mean RR intervals (RR mean); (2) maximum HR; (3) standard deviation of RR intervals (SDNN), which captures overall HRV and reflects circadian heart rhythm; (4) rMSSD; (5) pNN50; and (6) triangular interpolation of RR interval histogram (TINN), which represents global autonomic activity. Frequency domain analysis measures were as follows: (1) the low frequency range (LF), which represents an index of SNS activity; (2) HF; and (3) LF/HF ratio, which is an indicator of sympathetic-vagal balance, with an increase possibly related to sympathetic predominance and a decrease indicating greater parasympathetic modulation. The power of the LF and HF components was evaluated in normalized units (nu). Finally, the following nonlinear Poincaré plot measures were evaluated: (1) SD1; (2) the standard deviation measuring the dispersion of points along the line of identity (SD2), which represents global HRV variability; (3) the ratio SD2/SD1, which represents PNS action; and (4) the approximate entropy (ApEn), which takes into account the complex dynamics of biological systems in series of RR intervals, where ApEn values close to 0 are considered highly regular and higher values imply greater complexity. We also evaluated the PNS index, calculated in the Kubios HRV software from measures of RR interval mean, rMSSD, and Poincaré plot index SD1, and the SNS index, calculated in the Kubios HRV software from measures of mean HR, a geometric measure of HRV reflecting cardiovascular system load, and Poincaré plot index SD2. Previously published recommendations [26] were followed.

2.5. Statistical Analysis

Histograms and the Shapiro-Wilk test were used for the evaluation of the data distribution. Data were expressed using measures of central tendency and dispersion appropriate for numerical data. Inferential analysis consisted of the Student's *t*-test for paired samples or the Wilcoxon signed-rank test to assess the variation between the pre- and post-intervention moments in the resting and physical test conditions. The 5% level was used as the criterion for determining significance. Statistical

analysis was performed using SPSS version 26 (IBM Corp., Armonk, NY, USA).

3. Results

Of the 34 male MT fighters eligible for the study, 13 were excluded because they did not return for the post-intervention assessment. The mean age of the participants was 29.2 ± 8.1 years. The median number of kicks on the FSKT-10 was 20 (16–24) and 30 (20–34) at pre- and post-intervention, respectively ($p = 0.0008$). The median number of kicks on the FSKT-mult was 92 (80.5–111) and 108 (92–134) at pre- and post-intervention, respectively ($p = 0.032$). In BIA, there was a significant increase in both fat-free mass (FFM, 68 (62–85) vs. 71 (62–84) kg, $p = 0.031$) and BMR as determined by BIA (1878 (1748–2125) vs. 2063 (1806–2414 kcal), $p = 0.020$) between pre- and post-intervention measurements. Comparisons of body composition between pre- and post-intervention are shown in Table 1.

Table 1. Body composition comparisons between pre- and post-intervention.

Variables	Pre-Training	Post-Training	<i>p</i> -Value
Body mass (kg)	83.4 ± 18	84.2 ± 16.7	0.28
BMI (kg/m ²)	26.3 ± 4.6	26.6 ± 4	0.20
Body fat (%)	13 (10–14)	12 (11–13)	0.89
Body fat (kg)	10.1 (7.5–13.3)	9.9 (7.4–12.9)	0.81
FFM (%)	87 (78–89)	88 (86–90)	0.088
FFM (kg)	68 (62–85)	71 (62–84)	0.031
TBW (%)	64 (64–65)	64 (63–66)	0.68
TBW (L)	50 (45–63)	52 (46–60)	0.27
BMR (kcal)	1878 (1748–2125)	2063 (1806–2414)	0.020

BMI: body mass index; FFM: fat-free mass; TBW: total body water; and BMR: basal metabolic rate. Data represent mean $\pm$ standard deviation or median (quartiles). The values in bold refer to significant differences.

When comparing HRV indices obtained before physical test (10 min) between pre- and post-intervention, an increase in HF [26.6 (23.2–34.8) vs. 78 (62.9–82) ms, $p < 0.0001$] and SD1 [28.9 (22.9–36.8) vs. 53.4 (40–77.8) ms, $p = 0.001$] was observed. There was a trend towards an increase in the LF/HF ratio [1.47 (0.73–2.69) vs. 1.07 (0.61–1.27), $p = 0.073$]. Comparisons of resting HRV indices obtained before physical test between pre- and post-intervention are shown in Table 2 and Figure 1.

Table 2. Comparisons of resting heart rate variability indices before physical test between pre- and post-intervention.

Variables	Pre-Training	Post-Training	<i>p</i> -Value
RR mean (ms)	765 (662–891)	810 (738–900)	0.57
Maximum HR (bpm)	78 (67–91)	74 (66.5–81.5)	0.63
SDNN (ms)	80 (62–106)	87 (57–254)	0.34

rMSSD (ms)	78 (60–125)	87 (62–323)	0.41
pNN50 (%)	30.9 (10.3–40.1)	34.5 (30.5–48.3)	0.11
TINN (ms)	546 (409–966)	537 (333–2376)	0.43
LF (nu)	51.8 (37.7–55.9)	49.5 (32.2–52.8)	0.09
HF (nu)	26.6 (23.2–34.8)	78 (62.9–82)	<0.0001
LF/HF	1.47 (0.73–2.69)	1.07 (0.61–1.27)	0.073
SD1 (ms)	28.9 (22.9–36.8)	53.4 (40–77.8)	0.001
SD2 (ms)	90 (73–121)	102 (67–276)	0.26
SD2/SD1	1.38 (1.18–1.77)	1.61 (1.32–2.12)	0.29
ApEn	61 (0.85–134)	125 (0.77–229)	0.41
PNS index	0.71 (-0.56–2.27)	0.82 (-0.33–7.13)	0.54
SNS index	0.37 (738–900)	-0.05 (-0.87–0.95)	0.57

Data represent median (quartiles). The values in bold refer to significant differences. RR mean: mean RR intervals; HR: heart rate; SDNN: standard deviation of RR intervals; rMSSD: the square root of the mean squared differences of consecutive RR intervals; pNN50: the percentage of adjacent RR intervals with a difference in duration greater than 50 ms; TINN: triangular interpolation of RR interval histogram; LF: the low frequency range; HF: the high frequency range; SD1: the standard deviation measuring the dispersion of points in the plot perpendicular to the line of identity; SD2: the standard deviation measuring the dispersion of points along the line of identity; ApEn: approximate entropy; PNS, parasympathetic nervous system; SNS: sympathetic nervous system.

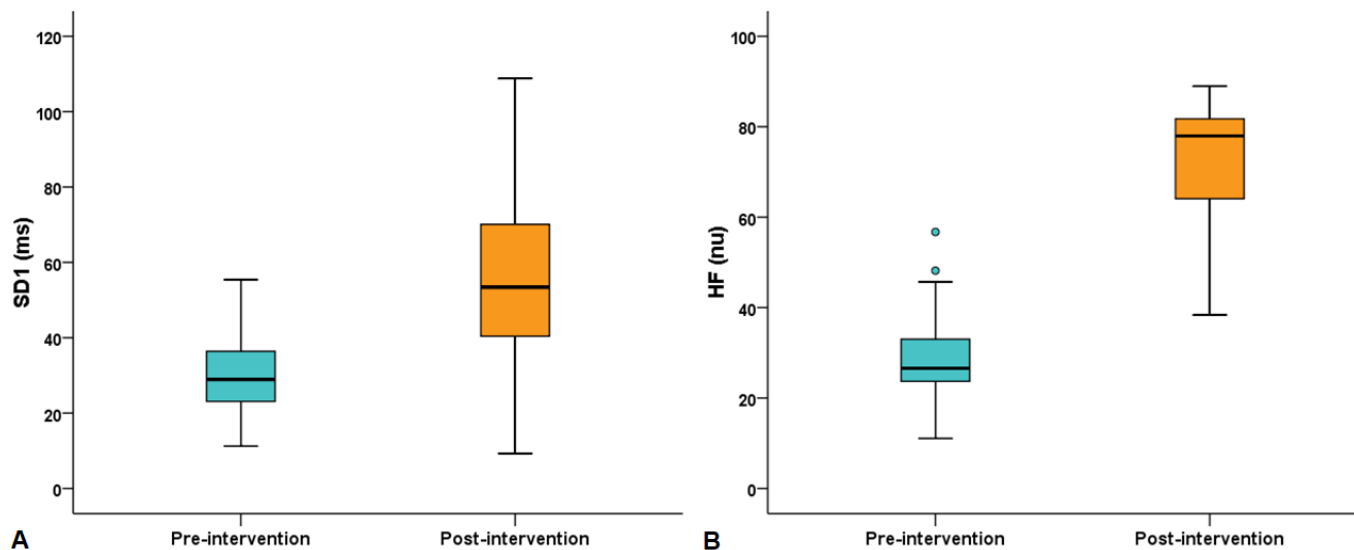


Figure 1. Comparisons of (A) the high frequency range (HF, $p < 0.0001$) and (B) the standard deviation measuring the dispersion of points in the plot perpendicular to the line of identity (SD1, $p = 0.001$) obtained at rest before physical test between pre- and post-intervention. Data represent median (quartiles).

When comparing the HRV indices obtained during the physical test (4 min) between pre- and post-intervention, significant increases were observed in the following variables: rMSSD [55 (27–76) vs. 79 (47–131) ms,

$p = 0.005$]; pNN50 [9.6 (5–26.1) vs. 36.2 (24.4–48)%, $p = 0.002$]; HF [19.5 (16.9–22.5) vs. 59.5 (51.5–65.6) nu, $p < 0.0001$]; and SD1 [50.4 (39.4–79.5) vs. 84.2 (74.8–88.1) ms, $p = 0.004$]. Comparisons of HRV indices obtained during the physical test between pre- and post-intervention are shown in Table 3 and Figure 2.

Table 3. Comparisons of heart rate variability indices obtained during the physical test between pre- and post-intervention.

Variables	Pre-Training	Post-Training	<i>p</i> -Value
RR mean (ms)	403 (382–452)	387 (379–420)	0.48
Maximum HR (bpm)	149 (133–157)	155 (143–158.5)	0.41
SDNN (ms)	71 (45–128)	46 (38–82)	0.60
rMSSD (ms)	55 (27–76)	79 (47–131)	0.005
pNN50 (%)	9.6 (5–26.1)	36.2 (24.4–48)	0.002
TINN (ms)	539 (357–722)	431 (286–708)	0.74
LF (nu)	55.8 (33.2–69.3)	39 (29.6–67.2)	0.36
HF (nu)	19.5 (16.9–22.5)	59.5 (51.5–65.6)	<0.0001
LF/HF	1.26 (0.50–2.07)	0.64 (0.42–2.20)	0.45
SD1 (ms)	50.4 (39.4–79.5)	84.2 (74.8–88.1)	0.004
SD2 (ms)	50 (41–85)	72 (44–146)	0.69
SD2/SD1	1.13 (1–1.27)	1.17 (1–1.74)	0.54
ApEn	0.32 (0.27–0.50)	0.44 (0.34–0.71)	0.071
PNS index	–2.38 (–2.81–0.82)	–0.77 (–2.11–1.03)	0.16
SNS index	7.66 (5.38–8.56)	6.75 (4.87–7.81)	0.61

Data represent median (quartiles). The values in bold refer to significant differences. RR mean: mean RR intervals; HR: heart rate; SDNN: standard deviation of RR intervals; rMSSD: the square root of the mean squared differences of consecutive RR intervals; pNN50: the percentage of adjacent RR intervals with a difference in duration greater than 50 ms; TINN: triangular interpolation of RR interval histogram; LF: low frequency range; HF: the high frequency range; SD1: the standard deviation measuring the dispersion of points in the plot perpendicular to the line of identity; SD2: the standard deviation measuring the dispersion of points along the line of identity; ApEn: approximate entropy; PNS, parasympathetic nervous system; SNS: sympathetic nervous system.

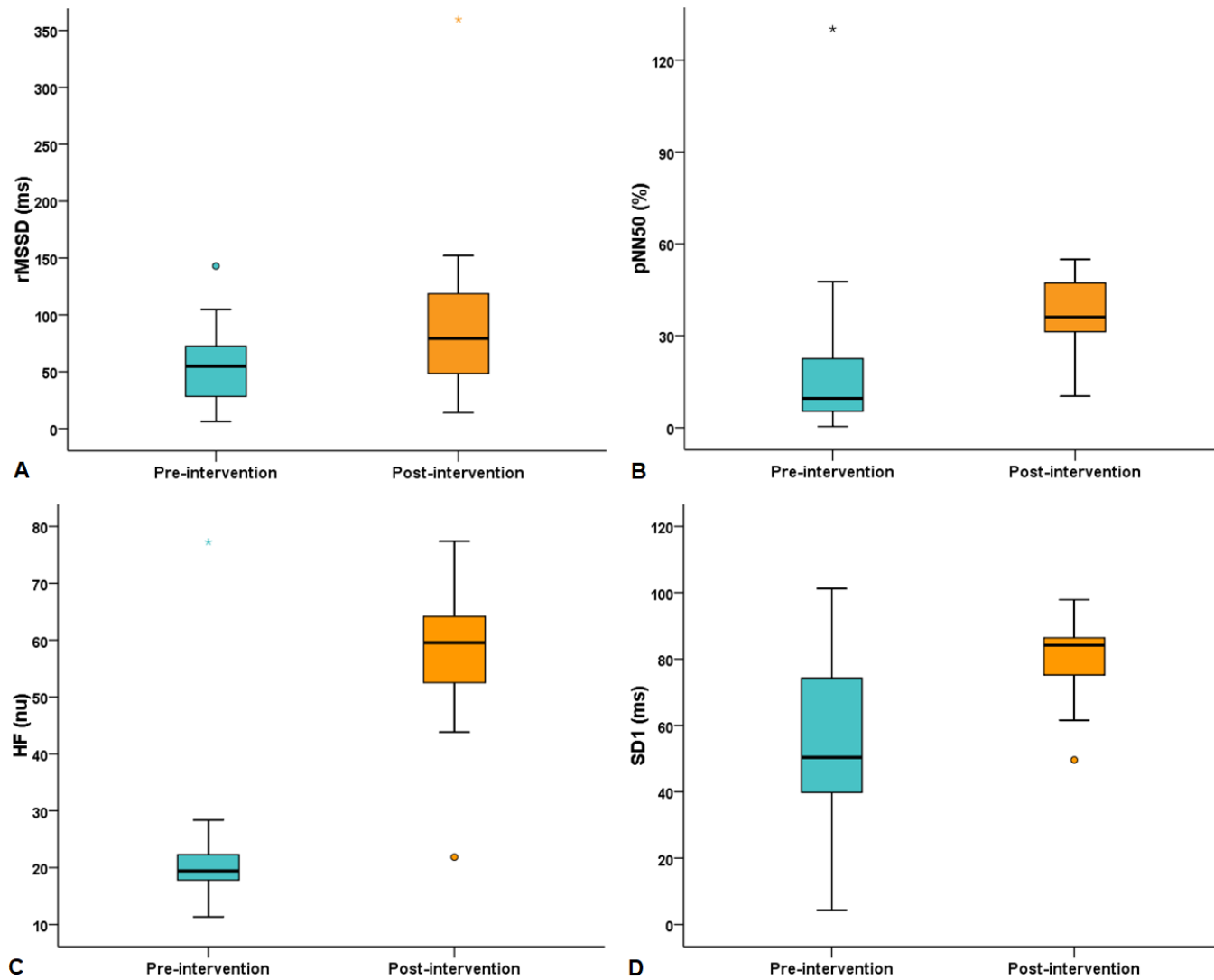


Figure 2. Comparisons of (A) square root of the mean squared differences of successive RR intervals (rMSSD, $p = 0.005$), (B) the percentage of adjacent RR intervals with a difference in duration greater than 50 ms (pNN50, $p = 0.002$), (C) the high frequency range (HF, $p < 0.0001$), and (D) the standard deviation measuring the dispersion of points in the plot perpendicular to the line of identity (SD1, $p = 0.004$) obtained during the physical test between pre- and post-intervention. Data represent median (quartiles).

4. Discussion

Based on anthropometric data and physiological profile (e.g., limb strength and cardiovascular fitness), martial arts competitors are classified into categories [27]. Thus, understanding the changes that occur in body composition and CAM after an intervention program with strength training and nutritional guidance is essential to assess performance and adequately guide exercise prescription. The main findings of the present study were that, after an 8-week intervention in

amateur MT fighters, there was an improvement in performance assessed by an increase in the number of strikes applied. In these fighters, there was an improvement in body composition assessed by FFM. Furthermore, the CAM assessed between the 2 pre-combat rest periods (pre- and post-intervention) showed a vagal withdrawal assessed by the elevation of HF and SD1. This parasympathetic activation became more evident when the 2 exercise periods were compared (pre- and post-intervention), with an increase in rMSSD, pNN50, HF and SD1. To our knowledge, this is the first study that evaluated CAM in MT fighters after an intervention based on strength training and nutritional guidance.

Kicking is a fundamental aspect of martial arts such as MT, where the impact and speed of the kick depends on numerous variables, including body flexibility and lower limb strength [28]. Using the FSKT-10s and FSKT-mult techniques, which are among the most frequently used techniques in official competition [29], we observed a significant increase in the number of strikes applied in both FSKT-10s and FSKT-mult. Proposed mechanisms for determining kick velocity and impact force include: (1) effective use of body mass; (2) use of proximal to distal lower limb movement; (3) adequate coordination; and (4) muscle activation. There are a number of conditions that influence kick performance, such as flexibility, lower limb strength, hip muscle strength, and jumping ability [30]. Therefore, we believe that an 8-week intervention in MT fighters should be promoted for MT fighters because lower body strength is likely to exert its effect by increasing the fighter's ability to generate ground reaction forces. However, to increase kick effectiveness, not only ground reaction force but also impact force and foot speed are required [31]. It is worth noting that although the FSKT has been used almost exclusively to assess physical performance in taekwondo fighters [22,29], our findings point to its importance for assessing physical performance and CAM in MT fighters as well.

In MMA fighters, Anyżewska and colleagues [32] reported insufficient energy intake from carbohydrates, as well as decreased minerals (iodine, potassium, calcium) and vitamins (D, folate, C, E) throughout a training day. Using a nutritional protocol based on the individual needs of each athlete, we observed an increase in FFM and BMR. In line with our findings, Cha and Jee [33] showed that Wushu Nanquan training—which is also another type of martial art—is effective not only in improving cardiac function, but also in improving body composition, which is accompanied by an increase in BMR. In this sense, it is worth highlighting the debate about rapid weight loss (RWL) and rapid weight gain (RWG). Despite the potential health and performance risks associated with RWL, many fighters believe that RWL followed by RWG provides a competitive advantage. Interestingly, a recent study showed that MT competition winners have greater RWL and RWG than losers, and rapid weight change in women appears to be associated with competitive success in this group [18]. It is worth noting that in our study there was no consumption of supplements or use of doping substances

such as testosterone by the fighters, according to the initial pre-participation and final informal investigations. However, this opens perspectives for future research on the use of supplements such as creatine and beta-alanine on FSKT performance and ANS function.

In the present study, we assessed HRV using both linear methods to quantify sympathovagal balance and nonlinear methods to assess the complexity of the interaction of biological systems in the heart [34]. In the present study, we observed greater vagal activation after the intervention. Interestingly, this greater PNS activity was more pronounced when comparing the combat periods (rMSSD, pNN50, HF, SD1) with the pre-combat rest periods (HF and SD1). Interval or intermittent training has been shown to promote improvements in CAM, especially at higher intensities [35]. In contrast to our findings, Suetake and colleagues [10] observed no improvement in CAM among MT fighters and healthy controls after nine months of intervention. Interestingly, these authors observed significant increases in rMSSD and SD1 post-intervention only in judo fighters. However, it is worth noting that Suatake and colleagues [10] used only training as part of the intervention, without any nutritional guidance. Thus, we believe that the assessment of CAM before and after intervention may be an important parameter for monitoring cardiovascular health, especially when training is associated with nutritional guidance.

The strength of this study is that it demonstrated important effects on performance, CAM, and nutritional status following an 8-week protocol of strength training and nutritional counseling in amateur MT fighters. However, several limitations should be highlighted. First, the sample is relatively small and there is no control group for either habitual physical activity or dietary intake. Second, martial arts have some characteristics, such as the use of fast and explosive movements, physical confrontation, and frequent breaks, which make it difficult to monitor HRV during the fight [36]. Third, the nutritional protocol, although based on the individual needs of each athlete, was not monitored; however, this is a condition that is carried out in real life. Despite these limitations, our study can serve as a starting point for randomized controlled trials with a larger number of fighters from different modalities, with the application of long-term intervention.

5. Conclusions

In amateur MT fighters, an 8-week intervention of strength training and nutritional counseling is able to improve CAM, particularly through parasympathetic activation. This greater PNS activity is better seen in HRV measurements taken during competition than during rest before competition. In these fighters, there is a better performance after the intervention as assessed by the FSKT. In addition, there is an improvement in body composition as indicated by an increase in both FFM and BMR. Based on these results, the use of an 8-week intervention

is highly recommended for amateur MT fighters, and this should be kept in mind by coaches, physical trainers, and nutritionists of this type of martial art.

Author Contributions: Conceptualization, A.B.d.A.J. and A.J.L.; methodology, A.B.d.A.J. and G.R.d.S.; formal analysis, A.J.L.; investigation, A.B.d.A.J., E.M.P.R.d.A. and G.R.d.S.; data curation, A.J.L.; writing—original draft preparation, A.J.L.; writing—review and editing, A.B.d.A.J., E.M.P.R.d.A., G.R.d.S. and A.J.L.; supervision, A.B.d.A.J. and E.M.P.R.d.A.; project administration, A.J.L.; funding acquisition, A.J.L. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This work was supported by the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) under Grant numbers #301967/2022-9 and #401633/2023-3, Brazil, the Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) under Grant number #E-26/200.929/2022, Brazil, and the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) under Grant number Finance Code 001, Brazil.

Institutional Review Board Statement: The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki, and approved by the Research Ethics Committee of the Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM) (CAAE-77325224.4.0000.5235; 14 March 2024). This trial was registered at ClinicalTrials.gov (NCT06338501, 29 March 2024).

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

Data Availability Statement: The data supporting the conclusions of this article can be made available by the authors upon reasonable request.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflicts of interest.

Abbreviations

The following abbreviations are used in this manuscript:

ANS	Autonomic nervous system
ApEn	Approximate entropy
BIA	Bioimpedance analysis
BMR	Basal metabolic rate
CAM	Cardiac autonomic modulation
FSKT-10s	10 s frequency speed of kick test
FSKT-multi	Multiple frequency speed of kick test
HF	The high frequency range
HR	Heart rate
HRV	Heart rate variability
LF	The low frequency range
MT	Muay Thai
pNN50	The percentage of adjacent RR intervals with a difference in duration greater than 50 ms
PNS	Parasympathetic nervous system
rMSSD	The square root of the mean squared differences of consecutive RR intervals

RR mean	Mean RR intervals
SD1	The standard deviation measuring the dispersion of points in the plot perpendicular to the line of identity
SD2	The standard deviation measuring the dispersion of points along the line of identity
SDNN	Standard deviation of RR intervals
SNS	Sympathetic nervous system
TINN	Triangular interpolation of RR interval histogram
UNISUAM Centro Universitário Augusto Motta	

References

1. Prasetyo, Y.T.; Cahigas, M.M.L.; Patrick, E.; Rodney, M.; Nadlifatin, R.; Persada, S.F. Indonesian martial artists' preferences in martial arts schools: Sustaining business competitiveness through conjoint analysis. *PLoS ONE* **2024**, *19*, e0301229.
2. Monterrosa Quintero, A.; Rios, A.R.E.; Fuentes-Garcia, J.P.; Sanchez, J.C.G. Levels of physical activity and psychological well-being in non-athletes and martial art athletes during the COVID-19 pandemic. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 4004.
3. Saraiva, B.T.C.; Ritti-Dias, R.M.; Farah, B.Q.; Suetake, V.Y.B.; Diniz, T.A.; Costa Júnior, P.; Milanez, V.F.; Christofaro, D.G.D. Cardiovascular effects of 16 weeks of martial arts training in adolescents. *Rev. Bras. Med. Esporte* **2018**, *24*, 212–215.
4. Saraiva, B.T.C.; Franchini, E.; Ribeiro, A.S.; Gobbo, L.A.; Correia, M.A.; Vanderlei, L.C.M.; Ferrari, G.; Tebar, W.R.; Christofaro, D.G.D. Effects of 12 weeks of functional training vs. Muay Thai on cardiac autonomic modulation and hemodynamic parameters in older adults: A randomized clinical trial. *BMC Cardiovasc. Disord.* **2024**, *24*, 433.
5. Saraiva, B.T.C.; Franchini, E.; Vanderlei, L.C.M.; Milanez, V.F.; Tebar, W.R.; Beretta, V.S.; Ritti-Dias, R.M.; Christofaro, D.G.D. Effects of 16-week Muay Thai practice on cardiovascular parameters in children and adolescents with overweight/obesity. *Sport Sci. Health* **2024**, *20*, 647–657.
6. Blais, L.; Trilles, F. The progress achieved by judokas after strength training with a judo-specific machine. *J. Sports Sci. Med.* **2006**, *5*, 132–135.
7. Aminaei, M.; Yazdani, S.; Amirseifadini, M. Effects of Plyometric and Cluster Resistance Training on Explosive Power and Maximum Strength in Karate Players. *Int. J. Appl. Exerc. Physiol.* **2017**, *6*, 34–44.
8. Apollaro, G.; Panasci, M.; Ouergui, I.; Falcó, C.; Franchini, E.; Ruggeri, P.; Faelli, E. Influence of body composition and muscle power performance on multiple frequency speed of kick test in taekwondo athletes. *Sports* **2024**, *12*, 322.
9. Ojeda-Aravena, A.; Herrera-Valenzuela, T.; Valdés-Badilla, P.; Cancino-López, J.; Zapata-Bastias, J.; García-García, J.M. Effects of 4 weeks of a technique-specific protocol with high-intensity intervals on general and specific physical fitness in taekwondo athletes: An inter-individual analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 3643.
10. Suetake, V.Y.B.; Franchini, E.; Saraiva, B.T.C.; Da Silva, A.K.F.; Bernardo, A.F.B.; Gomes, R.L.; Vanderlei, L.C.M.; Christofaro, D.G.D. Effects of 9 months of martial arts training on cardiac autonomic modulation in healthy children and adolescents. *Pediatr. Exerc. Sci.* **2018**, *30*, 487–494.
11. Catai, A.M.; Pastre, C.M.; de Godoy, M.F.; da Silva, E.; de Takahashi, A.C.M.; Vanderlei, L.C.M. Heart rate variability: Are you using it properly? Standardisation checklist of procedures. *Braz. J. Phys. Ther.* **2020**, *24*, 91–102.
12. Rapkiewicz, J.A.; Nunes, J.P.; Mayhew, J.L.; Ribeiro, A.S.; Nabuco, H.C.; Favero, M.T.; Franchini, E.; Do Nascimento, M.A. Effects of Muay Thai training frequency on body composition and physical fitness in healthy untrained women. *J. Sports Med. Phys. Fit.* **2018**, *58*, 1808–1814.

13. Hämmerle, P.; Eick, C.; Blum, S.; Schlageter, V.; Bauer, A.; Rizas, K.D.; Eken, C.; Coslovsky, M.; Aeschbacher, S.; Krisai, P.; et al. Heart rate variability triangular index as a predictor of cardiovascular mortality in patients with atrial fibrillation. *J. Am. Heart Assoc.* **2020**, *9*, e016075.
14. Latorre-Román, P.Á.; de la Casa Pérez, A.; Pancorbo-Serrano, D.; Consuegra-Gonzalez, P.J.; Salas-Sánchez, J.; Muñoz-Jiménez, M.; Aragón-Vela, J.; Ramírez Lucas, J.M.; Cabrera-Linares, J.C.; Párraga-Montilla, J.A. Influence of physical fitness and weight status on autonomic cardiac modulation in children. *Pediatr. Res.* **2023**, *94*, 1754–1763.
15. Abreu, R.M.; Rehder-Santos, P.; Simões, R.P.; Catai, A.M. Can high-intensity interval training change cardiac autonomic control? A systematic review. *Braz. J. Phys. Ther.* **2019**, *23*, 279–289.
16. Machado, L.M.A.; de Medeiros, K.C.M. Perfil nutricional de praticantes de Muay Thai. *RBNE Rev. Bras. Nutr. Esportiva* **2017**, *11*, 558–569.
17. Dias, S.B.C.D.; Oliveira, E.B.; Júnior, A.G.B. *Teoria e Prática do Treinamento para MMA*; Phorte: São Paulo, Brazil, 2017.
18. Doherty, C.S.; Fortington, L.V.; Barley, O.R. Rapid weight changes and competitive outcomes in Muay Thai and mixed martial arts: A 14-month study of 24 combat sports events. *Sports* **2024**, *12*, 280.
19. Bueno, J.C.A.; Aoki, M.S.; Coswig, V.S.; Silveira, E.P.; Alves, R.C.; Andrade, A.; Souza Junior, T.P. Anthropometric profile and dietary intake of amateurs and professional mixed martial arts athletes. *Rev. Artes Marciales Asiáticas* **2024**, *19*, 115–128.
20. Zimmermann, L.C.; Cezar, T.M. Avaliação de sinais e sintomas através do rastreamento metabólico em grupo de emagrecimento realizado com colaboradores de um centro universitário do oeste do Paraná. *FAG J. Health* **2019**, *edição especial*, 20–21.
21. Discursos da Gastronomia Brasileira: Gêneros e Identidade Nacional Postos à Mesa. Available online: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/13731> (accessed on 18 February 2025).
22. Ouergui, I.; Delleli, S.; Messaoudi, H.; Chtourou, H.; Bouassida, A.; Bouhlel, E.; Franchini, E.; Ardigò, L.P. Acute effects of different activity types and work-to-rest ratio on post-activation performance enhancement in young male and female taekwondo athletes. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 1764.
23. Chiu, C.H.; Chen, C.H.; Yang, T.J.; Chou, K.M.; Chen, B.W.; Lin, Z.Y.; Lin, Y.C. Carbohydrate mouth rinsing decreases fatigue index of taekwondo frequency speed of kick test. *Chin. J. Physiol.* **2022**, *65*, 46–50.
24. Micheli, M.L.; Pagani, L.; Marella, M.; Gulisano, M.; Piccoli, A.; Angelini, F.; Burtcher, M.; Gatterer, H. Bioimpedance and impedance vector patterns as predictors of league level in male soccer players. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* **2014**, *9*, 532–539.
25. Ramos, E.; Vanderlei, L.; Ramos, D.; Teixeira, L.; Pitta, F.; Veloso, M. Influence of pursed-lip breathing on heart rate variability and cardiorespiratory parameters in subjects with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Braz. J. Phys. Ther.* **2009**, *13*, 288–293.
26. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation* **1996**, *93*, 1043–1065.
27. Slimani, M.; Chaabene, H.; Miarka, B.; Franchini, E.; Chamari, K.; Cheour, F. Kickboxing review: Anthropometric, psychophysiological and activity profiles and injury epidemiology. *Biol. Sport* **2017**, *34*, 185–196.
28. Corcoran, D.; Climstein, M.; Whitting, J.; Del Vecchio, L. Impact force and velocities for kicking strikes in combat sports: A literature review. *Sports* **2024**, *12*, 74.
29. Ouergui, I.; Delleli, S.; Messaoudi, H.; Bridge, C.A.; Chtourou, H.; Franchini, E.; Ardigò, L.P. Effects of conditioning activity mode, rest interval and effort to pause ratio on post-activation performance enhancement in taekwondo: A randomized study. *Front. Physiol.* **2023**, *14*, 1179309.
30. Ramakrishnan, K.R.; Wang, H.; Shankar, K.; Fien, A. A new method for the measurement and analysis of biomechanical energy delivered by kicking. *Sports Eng.* **2018**, *21*, 53–62.

31. Yu, D.; Yu, Y.; Wilde, B.; Shan, G. Biomechanical characteristics of the Axe Kick in Tae Kwon-Do. *Arch. Budo* **2012**, *8*, 213–218.
32. Anyżewska, A.; Dzierżanowski, I.; Woźniak, A.; Leonkiewicz, M.; Wawrzyniak, A. Rapid weight loss and dietary inadequacies among martial arts practitioners from Poland. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2018**, *15*, 2476.
33. Cha, J.Y.; Jee, Y.S. Wushu Nanquan training is effective in preventing obesity and improving heart function in youth. *J. Exerc. Rehabil.* **2018**, *14*, 466–472.
34. Shaffer, F.; Ginsberg, J.P. An overview of heart rate variability metrics and norms. *Front. Public Health* **2017**, *5*, 258.
35. Granero-Gallegos, A.; González-Quílez, A.; Plews, D.; Carrasco-Poyatos, M. HRV-based training for improving VO₂max in endurance athletes. A systematic review with meta-analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 7999.
36. Slimani, M.; Davis, P.; Franchini, E.; Moalla, W. Rating of perceived exertion for quantification of training and combat loads during combat sport-specific activities: A short review. *J. Strength Cond. Res.* **2017**, *31*, 2889–28902.

Disclaimer/Publisher’s Note: The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of MDPI and/or the editor(s). MDPI and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products referred to in the content.

3.2 Relationships Between Performance in the Frequency Speed Kick Test, Heart Rate Variability, and Body Composition in Amateur Muay Thai Fighters

3.2.1 Contribuição dos autores do manuscrito para submissão #1

Iniciais dos autores, em ordem:	ABAJ	EMPRA	PSV	CAL	JEAV	IRTJ	AJL
Concepção	X	X					X
Métodos	X	X	X	X	X	X	X
Programação							
Validação	X	X	X	X	X	X	X
Análise formal	X						X
Investigação	X						X
Recursos							
Manejo dos dados	X						
Redação do rascunho	X						X
Revisão e edição	X	X	X	X	X	X	X
Visualização	X	X		X	X	X	X
Supervisão							X
Administração do projeto	X						
Obtenção de financiamento							X

Contributor Roles Taxonomy (CRediT)³

³ Detalhes dos critérios em: <https://doi.org/10.1087/20150211>

Relationships Between Performance in the Frequency Speed Kick Test, Heart Rate Variability, and Body Composition in Amateur Muay Thai Fighters

ANTONIO B. DE ANDRADE JUNIOR†¹, ELENA M.P.R. DE ANDRADE‡², PATRÍCIA DOS SANTOS VIGÁRIO‡¹, CESAR A. LUCHESA‡³, JOÃO E. DE AZEVEDO VIEIRA‡⁴, IGOR R. T. DE JESUS‡¹, AGNALDO J. LOPES‡¹

¹Rehabilitation Sciences Postgraduate Program, Augusto Motta University Center (UNISUAM), Rio de Janeiro, BRAZIL; ²Postgraduate Program in Physical Education, Federal University of Technology (UTFPR), Curitiba, BRAZIL; ³Rehabilitation Center, University Center Fundação Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, BRAZIL; ⁴Faculty of Physiotherapy, Positive University (UP), Curitiba, Paraná, BRAZIL

†Denotes graduate student author, ‡Denotes professional author

ABSTRACT

In martial arts, heart rate variability (HRV) measurements can be used to assess injury risk and susceptibility to fatigue. In Muay Thai, the frequency speed of kick test (FSKT) is used to measure kick speed, which may be influenced by autonomic modulation. We aimed to evaluate the correlations between FSKT, HRV, and body composition measures in amateur Muay Thai fighters. This is a cross-sectional study with 37 Muay Thai fighters. They underwent FSKT-10 and multiple FSKT to measure the kick fatigue index (KFI). In addition, body composition was assessed using bioimpedance analysis and HRV using a heart rate monitor before and during the FSKT-10s. The median

number of kicks in the FSKT-10 and the KFI were 20 (17–26) and 20 (14–29) %, respectively. When comparing the values before and during the FSKT-10s, there was a decrease in the percentage of interval differences of consecutive successive NN intervals greater than 50 ms (pNN50), approximate entropy, and parasympathetic nervous system (PNS) index, with an increase in the sympathetic nervous system (SNS) index. The number of kicks assessed in the FSKT-10s correlated positively with fat-free mass (FFM) and low frequency range (LF). The KFI correlated negatively with the FFM and PNS index, and positively with the LF and SNS index. When amateur Muay Thai fighters perform the FSKT-10s, there is an acute effect on autonomic modulation with increased sympathetic activation, vagal withdrawal, and decreased system complexity. There are relationships between FFM and sympathetic activation with performance and susceptibility to fatigue.

KEY WORDS: Martial art, autonomic nervous system, exercise

INTRODUCTION

Martial arts such as Muay Thai have become increasingly popular in recent years. Muay Thai is a kickboxing style that allows full-contact striking to the head, torso, and legs, using standing strikes and various clinching techniques (27). It combines a mixture of upper-limb strikes, such as punches and elbows, and lower-limb strikes, such as kicks and knees. Muay Thai also uses evasion and protection techniques, where fighters use their own bodies to execute sequences of strikes and defenses in a game of attack and counterattack (21). Muay Thai is considered an "eight-limbed" martial art, with practitioners using eight points of contact with the opponent (i.e., fists,

elbows, knees, and feet) (30). The potential benefits associated with practicing this sport include changes in body composition, improved balance control, improved cardiorespiratory fitness, and increased aerobic power, flexibility, agility, and mobility (20).

In martial arts, success in competition and training depends on overall motor fitness, which results primarily from the development of coordination and flexibility skills, as well as force-speed and force-endurance interactions that affect physical and mental performance (30). Muay Thai training can lead to significant improvements in strength, flexibility, endurance, and fighting ability (6). Flexibility is the ability to move a joint through its greatest possible range of motion, and flexibility training is important for performance in Muay Thai because it helps to increase the range of motion of the joints, thereby improving the speed, power, and accuracy of strikes (25). In this sense, the frequency speed of kick test (FSKT) has been increasingly used as a performance test to measure the speed and frequency of kicks. The FSKT is typically performed with a punching bag to achieve as many kicks as possible in a given period of time. In addition, the FSKT can be used as an indicator of fitness and as a training target to improve kicking speed and frequency (25).

Heart rate (HR) is a measure of cardiac activity and its variation depends on several factors, including age, level of physical fitness, and type of physical activity. In this sense, heart rate variability (HRV) is the variation in the interval between heartbeats and can be used as an indicator of the activity of the autonomic nervous system (ANS) to regulate cardiac activity. Exercise contributes to changes that involve neural changes, including adaptations in the central nervous system, baroreceptor activity, and the muscle contraction reflex (28). Greater variability between heartbeats

reflects greater parasympathetic action and consequently better autonomic efficiency, whereas low variability represents greater sympathetic action (1). Thus, HRV analysis can be useful in evaluating response to training and monitoring cardiovascular health of fighters, and martial arts practice appears to improve autonomic modulation (13, 26). A decrease in HRV may indicate that the athlete is trying too hard and may be at risk for injury, while an increase in HRV may indicate fatigue and be a sign that the athlete needs more rest (28).

In addition to the percentage of fat-free mass (FFM) and fat mass in Muay Thai athletes, it is important to evaluate body water as it plays a fundamental role in several physiological functions (17). Improvements in dietary habits must be sought to help these athletes achieve a balanced ratio of nutrients to improve their quality of life (14). Dehydration in Muay Thai athletes can be caused by several factors, including excessive sweating during training, lack of adequate fluid replacement before and during physical activity, and hot weather conditions, as well as specific pre-fight dehydration protocols. Nutrition is another aspect that should always be evaluated in Muay Thai fighters, as it can affect the performance, recovery, and overall health of fighters (14).

Muay Thai fighters rely heavily on the use of the roundhouse kick due to its effectiveness and impact on the final score. Therefore, different timings of full force strikes are used during training as a method of increasing kick power (4). In this sense, training load assessment is fundamental in Muay Thai, as it helps to ensure that fighters are adequately prepared for competition, thus avoiding overuse and injury. Training load assessment allows coaches and athletes to monitor training volume, intensity, and duration and make adjustments as necessary. This may include changes

in the number and intensity of training sessions, as well as the addition of specific training exercises that may have a strong impact on body composition and autonomic modulation, with a greater risk of injury and fatigue. We hypothesize that there are interrelationships between FSKT performance, cardiac autonomic function, and body composition. Therefore, this study aimed to evaluate the correlations between FSKT, HRV, and body composition measures in amateur Muay Thai fighters.

METHODS

Participants

This is a cross-sectional study of amateur Muay Thai fighters, aged ≥ 18 years, conducted between February and May 2024. Athletes' motor fitness assessment and baseline measurements of body composition and HRV were performed at Academia AAZIZ, Curitiba, Brazil. Muay Thai fighters with at least 6 months of training were included. Muay Thai fighters with at least 6 months of training were included. The following exclusion criteria were used: history of diabetes, hypertension, kidney disease, liver dysfunction, and neoplastic disease; use of any medication to control blood pressure or heart rate; history of alcohol or drug abuse; and inability to perform performance tests.

This research was carried out fully in accordance to the ethical standards of the International Journal of Exercise Science (18). The study was conducted in accordance with the tenets of the Declaration of Helsinki. All participants gave informed consent before the start of the study. The protocol was approved by the Research Ethics Committee of the Augusto Motta University Center under CAAE-

77325224.4.0000.5235. The protocol was registered on ClinicalTrials.gov under the number NCT06338501.

Protocol

To perform the ten seconds frequency speed of kick test (FSKT-10s), the athlete was asked to stand in front of the support equipped with a training trunk (boxing dummy) at a distance of 90 cm. The athlete was previously instructed to alternate the Bandal Tchagui technique for 10 seconds at the highest possible speed and force. Then the evaluator gave a command signal and the athlete began to perform the kicks, alternating between the right and left legs. We used a stopwatch to measure the time and a counter to record the number of kicks performed. The results were expressed in kicks per minute (7, 20, 25).

We also performed the multiple frequency speed of kick test (FSKT-mult) to measure the kick fatigue index (KFI). After a 1-minute rest, the athlete restarted the FSKT-mult test, which consists of 5 sets of 10 seconds with 10 seconds recovery. The number of kicks in each 10-second set was counted. The KFI calculation took into account the number of kicks performed during the FSKT-mult and was calculated as follows: $KFI (\%) = (\text{best kick} - \text{worst kick} / \text{best kick}) \times 100$ (7, 25).

Prior to the FSKT-10, bioimpedance analysis (BIA) was performed with a whole-body tetrapolar device (Sanny®, BIA 1010, Brazil) using an electrical frequency of 50 kHz. Prior to BIA, the participant was instructed to fast for 4 hours, to avoid physical activity for 12 hours before the test, and to avoid the use of oils and lotions on the skin. To perform the BIA, the participant was asked to remove any metal objects he was wearing, such as earrings, bracelets, watches, and piercings. The participant was then

placed in the supine position so that four electrodes could be placed on the right side, two of which were detector electrodes placed on a line between the radial and ulnar styloid processes on the dorsum of the wrist and the line between the medial and lateral malleoli on the dorsum of the foot. Two other source electrodes were superimposed on the head of the third metacarpal on the dorsum of the hand and the third metatarsal on the dorsum of the foot (15). The following parameters were calculated: body fat; FFM; total body water (TBW); and basal metabolic rate (BMR).

HRV was assessed using a heart rate monitor (V800, Polar OY, Finland) before and during the FSKT-10s. The normal-to-normal RR (NN) intervals recorded by the heart rate monitor were exported to the Kubios HRV software (University of Finland, Kuopio, Finland) for HRV analysis by time domain, frequency domain, and Poincaré plot nonlinear analysis. Time domain analysis measurements were as follows: mean NN intervals; maximum HR; standard deviation of all NN intervals (SDNN), which captures overall HRV and reflects circadian heart rhythm; the square root of the mean squared differences between consecutive NN intervals (rMSSD), which correlates with parasympathetic nervous system (PNS) activity; percentage of interval differences of consecutive NN intervals greater than 50 ms (pNN50), representing primarily vagal activity; and triangular interpolation of NN intervals histogram, representing global autonomic activity. Measurements in the frequency domain analysis were as follows: total power (TP, 0.04-0.15 Hz), which reflects global autonomic activity; low frequency range (LF, 0.04-0.15 Hz) which is a marker primarily for sympathetic nervous system (SNS) activity; high frequency range (HF, 0.15-0.40 Hz), which reflects modulation of PNS efferent activity by ventilation; and LF/HF ratio, which reflects autonomic balance, with higher values indicating SNS predominance. The power of the LF and HF

components was also evaluated in standard units (nu). The following Poincaré plot nonlinear measures were evaluated: standard deviation of the instantaneous variability beat-to-beat (SD1), which describes short-term variability (representing parasympathetic modulation); standard deviation of long-term continuous NN intervals (SD2) which describes long-term variability (representing global cardiac autonomic activity); SD2/SD1 ratio; and approximate entropy (ApEn), which detects changes in a time series and indicates ANS complexity. We also evaluated the PNS index which is calculated in the Kubios HRV software from measurements of mean NN intervals, rMSSD, and Poincaré plot index SD1, and the SNS index which is calculated in the Kubios HRV software from measurements of mean HR, a geometric measure of HRV reflecting cardiovascular system stress, and Poincaré plot index SD2. Recording and analysis were performed according to the recommendations of the Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology (9).

Statistical Analysis

Statistical analysis was performed using SPSS statistical software version 26 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). The normality of the data distribution was checked using the Shapiro–Wilk test and graphical analysis of histograms. Descriptive analysis was presented in the form of tables. The observed data were expressed using measures of central tendency and dispersion appropriate for numerical data. The variation between the two moments (before and during the FSKT) was evaluated using the Wilcoxon signed rank test. In addition to binary meaning, we address the magnitude and significance of results using other statistical methods (11). Thus, we

also calculated effect sizes using Cohen's d with the following interpretations for highly trained subjects: <0.25 = trivial, $0.25-0.50$ = small, $0.50-1.0$ = moderate, >1.0 = large (22). Spearman's correlation (r_s) and determination coefficient (R^2) with their respective 95% confidence intervals (CI) were used to test the strength of the associations for FSKT-10s, KFI, BIA, and HRV before FSKT-10s. To calculate the CI for Spearman's rank correlation coefficient (r_s), the Fisher transformation was used (24). The r_s cut-offs of 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, and 0.9 were considered small, moderate, large, very large, and nearly perfect, respectively (10). The significance level was set at 5%.

Based on an a priori type I error of $\alpha = 0.05$ (two-tailed), the power analysis showed that significant effects were detected in the comparisons between HRV parameters obtained before and during the FSKT-10s. The power varies between 91% and 98%; therefore, the sample size was adequate to obtain significant results (5).

RESULTS

Of the 37 amateur Muay Thai fighters eligible for the study, 3 were excluded for the following reasons: history of hypertension ($n = 2$) and discontinuation of FSKT-mult ($n = 1$). The mean age was 27.9 ± 7.7 years and all participants were male. Based on body mass index (BMI), 15 (44%) were eutrophic, 12 (35%) were overweight and 7 (21%) were obese. The median number of kicks in the FSKT-10 was 20 (17–26), while the KFI assessed in the FSKT-mult was 20 (14–29) %. Anthropometric data and BIA parameters are shown in Table 1.

Table 1. Anthropometric Data and Bioimpedance Analysis Parameters in the Studied Sample (N = 34).

Variable	Value
Anthropometry	
Age (years)	27.9 ± 7.7
Weight (kg)	81.9 ± 17.8
Height (m)	1.75 ± 0.08
BMI (kg/m ²)	26.6 ± 5
Bioimpedance analysis	
Body fat (%)	12 (11–14)
Body fat (kg)	9.9 (7.5–12.7)
FFM (%)	88 (87–90)
FFM (kg)	69 (61–78)
TBW (%)	64 (63–65)
TBW (L)	51 (45–59)
BMR (kcal)	1966 (1767–2146)

The values shown are mean ± SD, median (interquartile range) or number (%). BMI: body mass index; BMR: basal metabolic rate; FFM: fat-free mass; TBW: total body water.

With regard to HRV, we observed higher values at rest, i.e. before the FSKT-10s, for the following parameters: mean NN intervals [762 (628–890) vs. 402 (382–422), $p < 0.0001$, Cohen's $d = 3.05$]; pNN50 (%) [29 (11–49) vs. 9.8 (5–24.3), $p = 0.0007$, Cohen's $d = 1.47$]; ApEn [1.03 (0.73–1.20) vs. 0.42 (0.31–0.66), $p = 0.0001$, Cohen's $d = 1.85$]; and PNS index [0.71 (-0.31–2.22) vs. -1.01 (-2.46–0.03), $p = 0.005$, Cohen's $d = 1.29$]. However, we observed higher values during the FSKT-10s for the

following parameters: maximum HR [117 (98–117) vs. 195 (181–208), $p < 0.0001$, Cohen's $d = -2.85$], SD2/SD1 [1.15 (0.99–1.33) vs. 1.43 (1.21–1.77), $p = 0.0001$, Cohen's $d = -1.75$]; and SNS index [0.51 (-0.73–1.26) vs. 6.88 (5.2–7.6), $p < 0.0001$, Cohen's $d = -3.25$]. Comparisons between HVR parameters obtained before and during FSKT-10 are shown in Table 2.

Table 2. Comparisons Between Heart Rate Variability Parameters Obtained Before and During the FSKT-10s ($n = 34$).

Variable	Before FSKT-10s	Durante FSKT-10s	p -value	Effect Size (Cohen's d)
mean NN intervals (ms)	762 (628–890)	402 (382–422)	<0.0001	3.05
maximum HR (bpm)	117 (98–117)	195 (181–208)	<0.0001	-2.85
SDNN (ms)	77 (59–129)	63 (43–111)	0.11	0.48
rMSSD (ms)	93 (59–139)	92 (54–133)	0.47	0.39
pNN50 (%)	29 (11–49)	9.8 (5–24.3)	0.0007	1.47
TINN (ms)	556 (388–1142)	538 (358–621)	0.26	0.42
Total power (ms ²)	3255 (1577–8381)	3479 (715–11148)	0.78	-0.18
LF (Hz)	0.077 (0.05–0.10)	0.097 (0.07–0.13)	0.092	-0.72
LF (nu)	49 (39–62)	57 (32–67)	0.84	-0.15
HF (Hz)	0.21 (0.17–0.28)	0.20 (0.16–0.32)	0.85	0.10
HF (nu)	51 (38–60)	43 (33–67)	0.83	0.16
LF/HF	0.96 (0.66–1.62)	1.33 (0.48–2.04)	0.63	-0.23
SD1 (ms)	66 (42–99)	65 (38–94)	0.47	0.37
SD2 (ms)	63 (43–130)	89 (70–151)	0.092	-0.76
SD2/SD1	1.15 (0.99–1.33)	1.43 (1.21–1.77)	0.0001	-1.75
ApEn	1.03 (0.73–1.20)	0.42 (0.31–0.66)	0.0001	1.85
PNS index	0.71 (-0.31–2.22)	-1.01 (-2.46–0.03)	0.005	1.29
SNS index	0.51 (-0.73–1.26)	6.88 (5.2–7.6)	<0.0001	-3.25

The values shown are mean $\pm$ SD, median (interquartile range) or number (%). Bold type indicates significant correlations. ApEn: approximate entropy; BMR: basal metabolic rate; FFM: fat-free mass; HF: high frequency range; HR: heart rate; LF: low frequency range; NN: normal-to-normal; pNN50: percentage of interval differences of consecutive normal-to-normal intervals greater than 50 ms; PNS: parasympathetic nervous system; rMSSD: the square root of the mean squared differences between consecutive normal-to-normal intervals; SD1: standard deviation of the instantaneous variability beat-to-beat; SD2: standard deviation of long-term continuous NN intervals; SDNN: standard deviation of all normal-to-normal intervals; SNS: sympathetic nervous system; TBW: total body water; TINN: triangular interpolation of normal-to-normal intervals histogram; TP: total power.

We evaluated the correlations between the FSKT kicks and the other study variables with HRV measured before the FSKT-10s (rest) (Table 3 and Figures 1 and 2). The number of kicks assessed in the FSKT-10s was significantly correlated with FFM (%) ($r_s = 0.408$, 95% CI: 0.160–0.898, $R^2 = 0.167$, $p = 0.016$, moderate correlation) and LF (ms²) ($r_s = 0.484$, 95% CI: 0.175–0.706, $R^2 = 0.235$, $p = 0.003$, moderate correlation). The KFI assessed in the FSKT-mult was significantly correlated with FFM (%) ($r_s = -0.419$, 95% CI: -0.663–0.095, $R^2 = 0.176$, $p = 0.013$, moderate correlation), LF (ms²) ($r_s = 0.653$, 95% CI: 0.405–0.811, $R^2 = 0.427$, $p < 0.0001$, large correlation), PNS index ($r_s = -0.400$, 95% CI: -0.728–0.150, $R^2 = 0.160$, $p = 0.020$, moderate correlation) and SNS index ($r_s = 0.405$, 95% CI: 0.157–0.732, $R^2 = 0.164$, $p = 0.017$, moderate correlation). It is worth mentioning that the correlation between the number of kicks evaluated in the FSKT-10s and the KFI was weak and not significant ($r_s = 0.279$, 95% CI: -0.065–0.563, $R^2 = 0.078$, $p = 0.11$,) small correlation).

Table 3. Spearman's Correlation Coefficients for FSKT-10s, KFI, Bioimpedance Analysis, and Heart Rate Variability Before FSKT-10s ($n = 34$).

Variables	FSKT-10s				KFI			
	r_s	95% CI	R^2	p -value	r_s	95% CI	R^2	p -value
Body fat (%)	-0.294	-0.539–0.014	0.087	0.091	-0.029	-0.363–0.312	0.001	0.87
Body fat (kg)	-0.243	-0.383–0.051	0.059	0.17	0.163	-0.185–0.475	0.027	0.36
FFM (%)	0.408	0.160–0.898	0.167	0.016	-0.419	-0.663–0.095	0.176	0.013
FFM (kg)	0.317	-0.028–0.642	0.009	0.068	0.094	-0.244–0.368	0.100	0.60
TBW (%)	-0.144	-0.459–0.204	0.021	0.42	0.004	-0.334–0.341	0.000	0.98
TBW (L)	0.323	-0.017–0.658	0.001	0.062	0.023	-0.317–0.296	0.105	0.90
BMR (kcal)	0.176	-0.172–0.485	0.031	0.32	0.325	-0.014–0.597	0.106	0.061
mean NN intervals (ms)	0.170	-0.178–0.480	0.029	0.34	0.187	-0.161–0.493	0.035	0.29
maximum HR (bpm)	-0.032	-0.366–0.309	0.001	0.86	0.071	-0.273–0.399	0.005	0.69
SDNN (ms)	0.117	-0.230–0.437	0.014	0.51	0.256	-0.090–0.546	0.065	0.14
rMSSD (ms)	0.131	-0.216–0.449	0.017	0.46	-0.240	-0.586–0.054	0.057	0.17
pNN50 (%)	-0.052	-0.383–0.291	0.003	0.77	-0.187	-0.535–0.119	0.035	0.29
TINN (ms)	0.296	-0.046–0.576	0.088	0.089	-0.198	-0.546–0.106	0.039	0.26
Total power (ms ²)	-0.013	-0.349–0.326	0.000	0.94	0.210	-0.137–0.511	0.044	0.23
LF (Hz)	0.484	0.175–0.706	0.235	0.003	0.653	0.405–0.811	0.427	<0.0001
LF (nu)	0.180	-0.128–0.528	0.033	0.31	0.027	-0.361–0.314	0.001	0.88
HF (Hz)	-0.213	-0.514–0.134	0.045	0.23	-0.164	-0.475–0.184	0.027	0.35
HF (nu)	-0.179	-0.527–0.129	0.032	0.31	-0.032	-0.373–0.302	0.001	0.86
LF/HF	-0.189	-0.495–0.159	0.036	0.28	-0.032	-0.366–0.309	0.001	0.86
SD1 (ms)	0.131	-0.217–0.448	0.017	0.46	-0.240	-0.106–0.534	0.057	0.17
SD2 (ms)	0.063	-0.281–0.392	0.004	0.72	0.279	-0.065–0.563	0.078	0.11

SD2/SD1	-0.168	-0.478–0.180	0.028	0.34	-0.058	-0.388–0.285	0.003	0.74
ApEn	-0.300	-0.579–0.042	0.090	0.085	-0.115	-0.436–0.232	0.013	0.52
PNS index	0.102	-0.244–0.425	0.010	0.57	-0.400	-0.728–0.150	0.160	0.020
SNS index	0.254	-0.037–0.600	0.065	0.15	0.405	0.157–0.732	0.164	0.017

Bold type indicates significant correlations. ApEn: approximate entropy; HF: high frequency range; LF: low frequency range; NN: normal-to-normal; pNN50: percentage of interval differences of consecutive normal-to-normal intervals greater than 50 ms; PNS: parasympathetic nervous system; rMSSD: the square root of the mean squared differences between consecutive normal-to-normal intervals; SD1: standard deviation of the instantaneous variability beat-to-beat; SD2: standard deviation of long-term continuous NN intervals; SDNN: standard deviation of all normal-to-normal intervals; SNS: sympathetic nervous system; TBW: total body water; TINN: triangular interpolation of normal-to-normal intervals histogram; TP: total power.

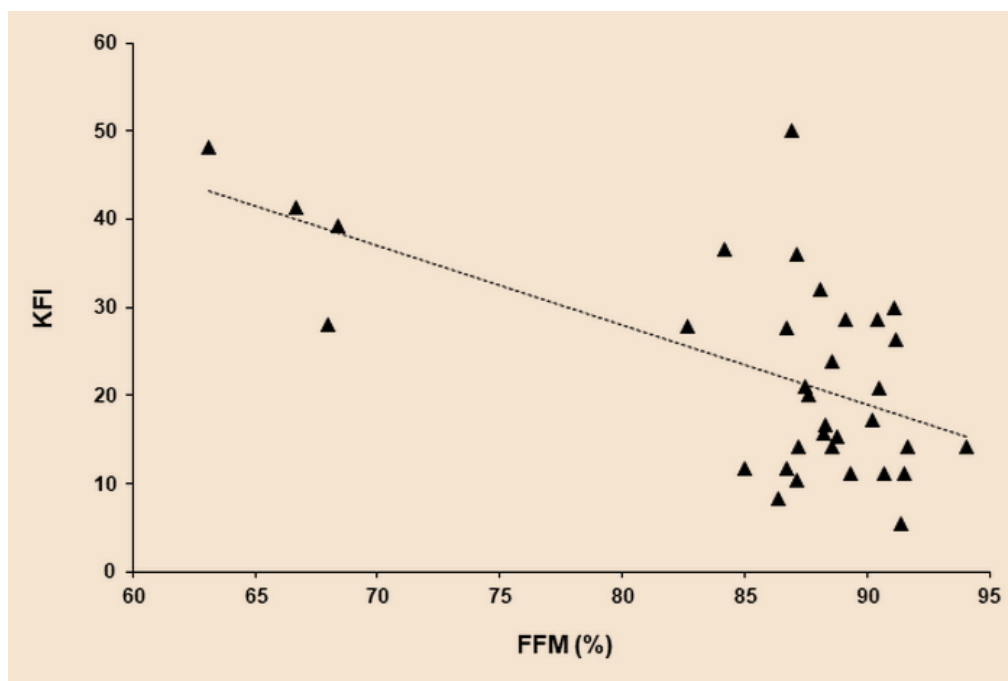


Figure 1. Relationship of kick fatigue index (KFI) with the fat-free mass (FFM, $r_s = -0.419$, 95% CI: -0.663 – -0.095 , $R^2 = 0.176$, $p = 0.013$, moderate correlation).

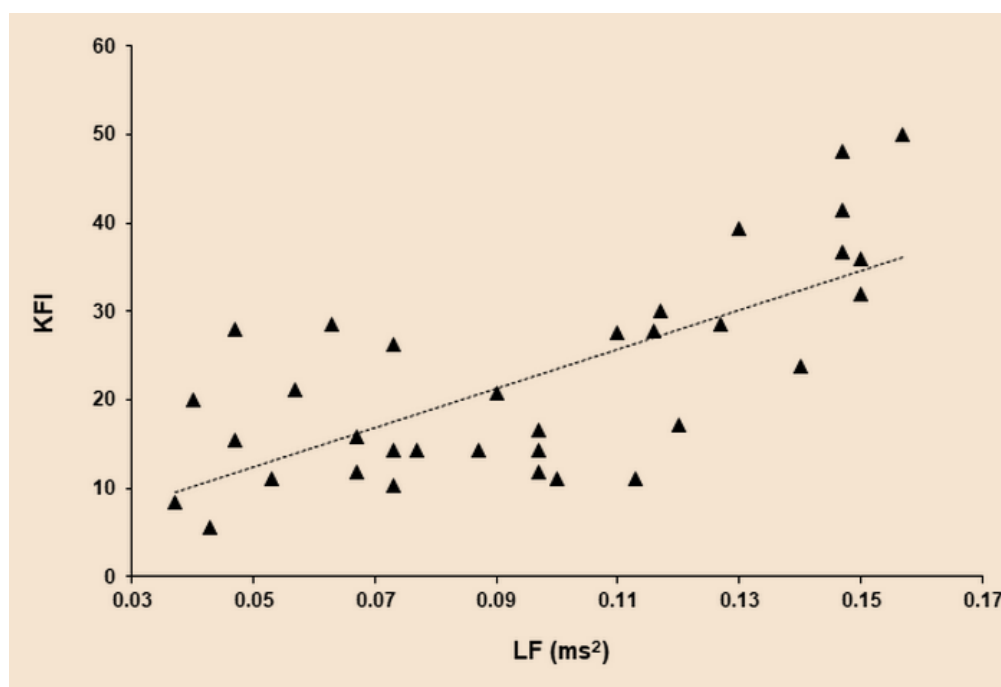


Figure 2. Relationships of kick fatigue index (KFI) with the low frequency range (LF, $r_s = 0.653$, 95% CI: 0.405 – 0.811 , $R^2 = 0.427$, $p < 0.0001$, large correlation).

Finally, we evaluated the correlations of the FSKT kicks and other study variables with HRV measured during the FSKT-10s (exercise). In this analysis, we did not observe significant correlations between the FSKT-10s, KFI, BIA, and HRV during the FSKT-10s.

DISCUSSION

The ability to generate force in the lower limbs with the least amount of fatigue is critical to the success of many sporting events, including amateur Muay Thai fights. In this sense, we used the FSKT-10s technique and its multiple version, as they are among the most used techniques during an official competition (17). Using HRV measurements coupled to the FSKT-10s, the main findings of the present study were that in amateur Muay Thai fighters, when comparing the periods before and during the FSKT, there is a vagal withdrawal (reduction of pNN50 and PNS index) and an increased sympathetic activity (elevation of SD2/SD1 and SNS index), with the ANS becoming less complex. In these athletes, the greater the number of kicks applied in the FSKT-10s, the greater the FFM and the greater the sympathetic activation assessed by LF. Furthermore, the greater the fatigue, the lower the FFM, the greater the sympathetic activation as assessed by both the LF index and the SNS index, and the greater the vagal withdrawal as assessed by the PNS index.

HRV measurement is a non-invasive and easily performed assessment tool that allows the identification of potential cardiovascular risks (28). When moving from rest to the FSKT-10s technique, we observed an increase in parameters indicative of sympathetic activation and a decrease in parameters indicative of vagal withdrawal. Consistent with our findings, Leite et al. (12) studied the immediate effects of high-

velocity low-amplitude thrust (HVLAT) in judo athletes and demonstrated that HVLAT was capable of altering HRV through sympathetic hyperactivity. However, these authors did not observe a decrease in PNS performance - as we observed in pNN50 and PNS index - suggesting that Muay Thai and Judo may have different effects on autonomic modulation. The possible mechanisms involved in the modification of HRV and especially parasympathetic modulation in the exercising participants are speculative, especially regarding the immediate effects. In the long term, exercise reduces levels of angiotensin II, a substance that inhibits vagal activity, and there is also an increase in nitric oxide, which may be related to greater activation of vagal modulation (28).

In high-performance martial arts, adaptations in HRV can be observed during each phase of training (23). Interestingly, we observed a significant reduction in ApEn when the athlete left the resting position to strike in the FSKT. ApEn describes the predictability or randomness of physical systems, where a high ApEn indicates high complexity and chaos of a given system, while a low ApEn indicates a more regular signal (29). Although this parameter has not yet been evaluated in the literature in martial artists, the findings of Saraiva et al. (26) and Bhattacharya et al. (2) suggest that there is a greater time-dependent adaptability of the ANS in karate and judo fighters, which may contribute to resilience to stress and improve recovery time. In this sense, it is essential to carry out studies with larger cohorts and longitudinal evaluations to better define the benefits of Muay Thai on the ANS, since low ApEn is associated with better homeostatic behavior of the individual and reduced individual risk of cardiovascular disease (16).

In the present study, the greater the number of kicks applied in the FSKT-10, the greater the sympathetic activation assessed by the LF. Consistent with our study, Lu and Kuo (13) compared the autonomic profile of two martial arts groups (tai chi chuan and wai tan kung) with a control group; these authors reported that both martial arts groups had higher LF values compared with controls. Importantly, we observed that higher KFI was associated with sympathetic activation and vagal withdrawal. Although it is believed that the availability of adenosine triphosphate and phosphocreatine energy reserves and the ability to perform successive high-intensity actions are key elements in achieving good performance in martial arts, a balance between rest and effort is necessary to generate potential (3). Analyzing the biomechanics of the kicking leg using 3D kinematic data from Muay Thai fighters, Gavagan and Sayers (8) observed that the effectiveness of the roundhouse kick is characterized by rapid rates of pelvic axial rotation and knee extension, and rapid movements of the center of mass toward the target, although all of these conditions can predispose to fatigue if overused and not properly trained.

Based on BMI, we observed that almost half of our sample consisted of eutrophic athletes. In agreement with our results, Machado and Medeiros (14) showed that 70% of Muay Thai practitioners have an adequate body composition and 53% also have a eutrophic nutritional status according to BMI, although 83% of them follow a hypocaloric diet. Still on body composition, we observed significant correlations between FFM and both performance on the FSKT (positive correlation) and KFI (negative correlation). Comparing the level of physical fitness between Muay Thai and Brazilian Jiu-Jitsu athletes, Wąsacz et al. (30) recently observed that Jiu-Jitsu athletes performed better in strength tests, with high correlations between training load and

level of physical fitness in flexibility and strength tests in Jiu-Jitsu athletes and in most strength tests in Muay Thai athletes. In contrast, Rapkiewicz et al. (21) found no significant correlations between physical fitness indicators and basal body fat or BMI in Muay Thai athletes. However, since there is heterogeneity in age group and percentage of body fat and BMI, the adaptations provided by training may differ according to the characteristics of the athletes. In this scenario, FFM measurement may be a more reliable indicator of performance and fatigue.

The strength of this study is that it evaluated in detail the behavior of the ANS before and during an exercise test in amateur Muay Thai fighters and observed associations with body composition as measured by BIA. However, limitations must be noted. First, we use BIA to assess FFM and body fat. Although BIA is a reliable technique, other methods with greater accuracy, such as dual-energy X-ray absorptiometry, may provide more accurate assessments of changes in body composition. Second, we did not directly measure cardiorespiratory fitness using cardiopulmonary exercise testing to obtain oxygen consumption. Third, the lack of a control group makes important interpretations of the magnitude of our results difficult. Despite these limitations, our study can serve as a starting point for randomized controlled longitudinal studies to evaluate the prognostic value of HRV in Muay Thai athletes.

In conclusion, in amateur Muay Thai fighters, there is an acute effect on the ANS with increased sympathetic activation, vagal withdrawal, and decreased system complexity when these athletes are subjected to the FSKT-10s. In these athletes, there is a relationship between FFM and both performance on the FSKT-10s and susceptibility to fatigue. Furthermore, there is a relationship between sympathetic

activation and the number of kicks and the susceptibility to fatigue. Thus, the results of this study can be used by coaches as guidelines for developing strength and conditioning programs for their Muay Thai athletes in preparation for martial arts competitions.

REFERENCES

1. Acharya UR, Joseph KP, Kannathal N, Lim CM, Suri JS. Heart rate variability: a review. *Med Eng Phys* 44(12): 1031–1051, 2006.
2. Bhattacharya P, Chatterjee S, Mondal S, Roy D. Heart rate variability as a neuroautonomic marker to assess the impact of karate training: an observational pediatric study. *Int J Exerc Sci* 16(2): 342–352, 2023.
3. Bridge C.A., Ferreira da Silva Santos J., Chaabene H., et al. Physical and physiological profiles of taekwondo athletes. *Sports Med* 44(6): 713–733, 2014.
4. Cimadoro G, Mahaffey R, Babault N. Acute neuromuscular responses to short and long roundhouse kick striking paces in professional Muay Thai fighters. *J Sports Med Phys Fitness* 59(2): 204–209, 2019.
5. Cohen J. The t test for means. In: Cohen J, editor. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2nd ed. Mahwah, NJ, USA: Lawrence Erlbaum Associates; 1988. p. 19-74.
6. Croom AM. Muay Thai, psychological well-being, and cultivation of combat-relevant affordances. *Philosophies* 7(3): 65, 2022.
7. Da Silva Santos JF, Franchini E. Is frequency speed of kick test responsive to training? A study with taekwondo athletes. *Sport Sci Health* 12: 377–382, 2016.

8. Gavagan CJ, Sayers MGL. A biomechanical analysis of the roundhouse kicking technique of expert practitioners: A comparison between the martial arts disciplines of Muay Thai, Karate, and Taekwondo. *PLoS One* 12(8): e0182645, 2017.
9. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation* 93(5): 1043–1065, 1996.
10. Hopkins W, Marshall S, Batterham A, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc* 41(1): 3–13, 2009.
11. Johnson SL, Stone WJ, Bunn JA, Lyons TS, Navalta JW. New author guidelines in statistical reporting: embracing an era beyond $p < .05$. *Int J Exerc Sci* 13(1): 1–5, 2020.
12. Leite VA, Silva LC, de Oliveira AG, Machado W, Reis MS. Immediate effects of the high-velocity low-amplitude thrust on the heart rate autonomic modulation of judo athletes. *J Bodyw Mov Ther* 27: 535–542, 2021.
13. Lu WA, Kuo CD. Comparison of the effects of Tai Chi Chuan and Wai Tan Kung exercises on autonomic nervous system modulation and on hemodynamics in elder adults. *Am J Chin Med* 34(6): 959–968, 2006.
14. Machado LMA, Medeiros KCM. Perfil nutricional de praticantes de Muay Thai. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva* 11(65): 558–569, 2017.
15. Micheli ML, Pagani L, Marella M, Gulisano M, Piccoli A, Angelini F, et al. Bioimpedance and impedance vector patterns as predictors of league level in male soccer players. *Int J Sports Physiol Perform* 9(3): 532–539, 2014.

16. Mohammed J, Derom E, De Backer T, Wandele ID, Calders P. Cardiac autonomic function and reactivity tests in physically active subjects with moderately severe COPD. *COPD* 15(1): 51–59, 2018.
17. Nascimento AV, Costa RF. Effects of weight loss and dehydration on performance of martial arts athletes. *Nutrição Brasil* 16(3): 172–181, 2017.
18. Navalta JW, Stone WJ, Lyons TS. Ethical issues relating to scientific discovery in exercise science. *Int J Exerc Sci* 12(1): 1–8, 2019.
19. Ouergui I, Delleli S, Messaoudi H, Bridge CA, Chtourou H, Franchini E, et al. Effects of conditioning activity mode, rest interval and effort to pause ratio on post-activation performance enhancement in taekwondo: a randomized study. *Front Physiol* 14: 1179309, 2023.
20. Ouergui I, Delleli S, Messaoudi H, Chtourou H, Bouassida A, Bouhlel E, et al. Acute effects of different activity types and work-to-rest ratio on post-activation performance enhancement in young male and female taekwondo athletes. *Int J Environ Res Public Health* 19(3): 1764, 2022.
21. Rapkiewicz JA, Nunes JP, Mayhew JL, Ribeiro AS, Nabuco HC, Fávero MT, et al. Effects of Muay Thai training frequency on body composition and physical fitness in healthy untrained women. *J Sports Med Phys Fitness* 58(12): 1808–1814, 2018.
22. Rhea MR. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *J Strength Cond Res* 18(4): 918–920, 2004.
23. Roklicer R, Rossi C, Bianco A, Štajer V, Maksimovic N, Manojlovic M, et al. Rapid weight loss coupled with sport-specific training impairs heart rate recovery in Greco-Toman wrestlers. *Appl Sci* 12(7): 3286, 2022.

24. Ruscio J. Constructing confidence intervals for Spearman's rank correlation with ordinal data: a simulation study comparing analytic and bootstrap methods. *J Mod Appl Stat Methods* 7(2): 416-434, 2008.
25. Santos JFS, Franchini E. Trainers' understanding of choosing the frequency speed of kick test (FSKT) for taekwondo practitioners. *Ido Movement for Culture* 21(2): 1–5, 2021.
26. Saraiva BTC, Prado WL, Vanderlei LCM, Milanez VF, de Mattos Damato TM, dos Santos AB, et al. Acute effects of Muay Thai on blood pressure and heart rate in adolescents with overweight/obesity. *Obesities* 2(1): 94–102, 2022.
27. Strotmeyer Jr S, Lystad RL. Perception of injury risk among amateur Muay Thai fighters. *Inj Epidemiol* 4(1): 2, 2017.
28. Suetake VYB, Franchini E, Saraiva BTC, da Silva AKF, Bernardo AFB, Gomes RL, et al. Effects of 9 months of martial arts training on cardiac autonomic modulation in healthy children and adolescents. *Scopus* 30(4): 487–494, 2018.
29. Tsuji Y, Suzuki N, Hitomi Y, Yoshida T, Mizuno-Matsumoto Y. Quantification of autonomic nervous activity by heart rate variability and approximate entropy in high ultrafiltration rate during hemodialysis. *Clin Exp Nephrol* 21(3): 524–530, 2017.
30. Wąsacz W, Rydzik Ł, Ouergui I, Koteja A, Ambroży D, Ambroży T, et al. Comparison of the physical fitness profile of Muay Thai and Brazilian jiu-jitsu athletes with reference to training experience. *Int J Environ Res Public Health* 19(14): 8451, 2022.



UNISUAM

COMPROMISSO PARA A VIDA TODA