

**Universidade Federal do Maranhão
Agência de Inovação, Empreendedorismo, Pesquisa,
Pós-Graduação e Internacionalização
Programa de Pós-Graduação em Educação Física Mestrado
Acadêmico**

PPGEF

**Programa de Pós-Graduação
em Educação Física - UFMA**

**ASSOCIAÇÃO ENTRE O POLIMORFISMO ACTN3 R577X E
O PADRÃO DE VELOCIDADE DO MOVIMENTO EM
PRATICANTES DE MUSCULAÇÃO**

Henry Barbosa de Andrade

**São Luís
2024**

HENRY BARBOSA DE ANDRADE

ASSOCIAÇÃO ENTRE O POLIMORFISMO R577X DO GENE ACTN3E
O PADRÃO DE VELOCIDADE DO MOVIMENTO EM PRATICANTES
DE MUSCULAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da
Universidade Federal do Maranhão para obtenção do Título de Mestre em Educação
Física.

Área de Concentração: Biodinâmica do Movimento Humano

Linha de Pesquisa: Análise do desempenho humano e esportivo

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Pereira dos Santos

São Luís
2024

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Barbosa de Andrade, Henry.

Associação Entre O Polimorfismo Actn3 R577x e O Padrão de Velocidade do Movimento Em Praticantes de Musculação / Henry Barbosa de Andrade. - 2024.

47 f.

Orientador(a): Marcos Antonio Pereira dos Santos.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Educação Física/ccbs, Universidade Federal do Maranhão, São Luis, 2024.

1. Polimorfismo. 2. Actn3. 3. Velocidade do Movimento. 4. . 5. . I. Pereira dos Santos, Marcos Antonio. II. Título.

HENRY BARBOSA DE ANDRADE

ASSOCIAÇÃO ENTRE O POLIMORFISMO R577X DO GENE ACTN3E
O PADRÃO DE VELOCIDADE DO MOVIMENTO EM PRATICANTES
DE MUSCULAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Maranhão para obtenção do Título de Mestre em Educação Física.

A banca examinadora da dissertação de mestrado apresentada em sessão pública, considerou o candidato aprovado em: __/____/.

Prof. Dr. Marcos Antonio Pereira dos Santos (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Carlos Eduardo Neves Amorim (Examinador Interno)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Guilherme de Azambuja Pussieldi (Examinador Interno)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dra. Glêbia Alexa Cardoso (Examinadora Externa)
Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Marcos Antonio do Nascimento (Examinador Externo)
Universidade Estadual do Maranhão

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a toda a minha família que sempre me incentivou e me deu forças durante toda essa jornada. À minha mãe, que sempre foi um exemplo de base espiritual, pela sua fé e apoio inabaláveis. À minha irmã, Herlane, que é o meu exemplo de garra e determinação, mostrando que com esforço e persistência, tudo é possível. Ao meu pai, que foi a minha maior inspiração profissional, por seu trabalho árduo e dedicação que sempre me motivaram a seguir em frente. À minha esposa, Marina Luiza, e às minhas filhas, Maria Luiza e Maria Helena, que me proporcionam conforto e alegria no lar, sendo o combustível diário para a jornada do dia seguinte. À minha avó Rita (in memoriam), que de algum lugar ainda cuida de mim, sou grato pelo amor e sabedoria que sempre compartilhou comigo. A todos vocês, minha eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha gratidão a Deus por me guiar ao longo desta jornada acadêmica complexa e à minha família, que sempre foi minha base de sustentação. Um agradecimento especial ao meu orientador, professor Dr. Marcos Antonio Pereira dos Santos, o primeiro a me incentivar a ingressar no mestrado e a me apoiar em cada etapa com experiências únicas, sempre me instigando a seguir em frente até a conclusão.

Aos colegas do NEFADS, minha gratidão por toda a atenção e apoio que recebi. Em especial, ao meu amigo Valmir Oliveira Silvino, que sempre esteve disponível para ajudar.

Agradeço também ao professor PhD Sandro Soares de Almeida e sua auxiliar Helen Matias Apaza pela oportunidade de aprender os procedimentos de genotipagem no laboratório da UNIFESP, uma experiência incrível.

Sou grato aos professores Dr. Carlos Eduardo Neves Amorim e Dr. Guilherme de Azambuja Pussieldi, cuja didática excepcional foi um fator determinante para a minha afinidade com as disciplinas que ministraram ao longo do mestrado.

Agradeço aos membros do Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Educação Física e, especialmente, ao coordenador professor Almir Vieira Dibai Filho pelo apoio, instruções e compreensão nas dificuldades pessoais que enfrentei.

Por último, mas não menos importante, agradeço aos voluntários da pesquisa, a maioria colegas de profissão, que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste sonho. A todos vocês, minha eterna gratidão.

RESUMO

Objetivo: avaliar a associação entre o polimorfismo R577X do gene ACTN3 com a velocidade de execução do movimento nos exercícios de supino e agachamento em praticantes de musculação. A pesquisa visa entender se há uma correlação entre essa variação genética específica e a performance muscular em praticantes de musculação. **Materiais e Métodos:** o estudo foi do tipo transversal, com abordagem quantitativa. A amostra foi composta por 22 pessoas, sendo 18 homens e 4 mulheres, maiores de 18 anos. Os participantes foram submetidos a uma avaliação antropométrica (bioimpedância), coleta de saliva para genotipagem, teste de força de uma repetição máxima (1RM) e testes de velocidade do movimento nos exercícios de supino e agachamento *smith* com barra nas costas. As etapas do estudo foram realizadas em dias não consecutivos: 1ª ETAPA - avaliação antropométrica e coleta de mucosa bucal; 2ª ETAPA - genotipagem; 3ª ETAPA - testes de 1RM; 4ª ETAPA - testes de velocidade do movimento. O teste de ANOVA de uma via foi usado para comparar os parâmetros de força física dos participantes considerando os três genótipos RR, RX e XX. **Resultados:** não houve diferenças significativas na performance muscular entre os diferentes genótipos RR, RX e XX do gene ACTN3. A análise dos dados não demonstrou uma associação clara entre o polimorfismo R577X do gene ACTN3 e a velocidade do movimento nos exercícios de supino e agachamento. **Conclusão:** ausência de uma associação significativa entre o polimorfismo R577X do gene ACTN3 e a performance muscular pode ser atribuída a vários fatores, como a complexidade do fenótipo de desempenho físico, a influência de outros genes e fatores ambientais, além da heterogeneidade genética da população brasileira. Apesar das limitações, os resultados contribuem para o entendimento da relação entre genética e desempenho físico. Este estudo destaca a importância de considerar múltiplos fatores ao investigar a genética do desempenho muscular e sugere que futuras pesquisas com amostras maiores e avaliações mais abrangentes são necessárias para elucidar completamente o papel do ACTN3 no desempenho físico.

Palavras-chave: Polimorfismo, ACTN3, Velocidade do Movimento, Musculação, Genética do Desempenho.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the association between the R577X polymorphism of the ACTN3 gene and the speed of movement execution in bench press and squat exercises among bodybuilding practitioners. The research aims to understand if there is a correlation between this specific genetic variation and muscle performance in bodybuilding practitioners. **Materials and Methods:** The study was cross-sectional with a quantitative approach. The sample consisted of 22 individuals, including 18 men and 4 women, all over 18 years old. Participants underwent anthropometric evaluation (bioimpedance), saliva collection for genotyping, a one-repetition maximum (1RM) strength test, and movement speed tests in the bench press and back squat with a Smith machine. The study phases were conducted on non-consecutive days: Phase 1: Anthropometric evaluation and buccal mucosa collection. Phase 2: Genotyping. Phase 3: 1RM strength tests. Phase 4: Movement speed tests. A one-way ANOVA test was used to compare the physical strength parameters of participants considering the three genotypes RR, RX, and XX. **Results:** There were no significant differences in muscle performance among the different genotypes RR, RX, and XX of the ACTN3 gene. Data analysis did not demonstrate a clear association between the R577X polymorphism of the ACTN3 gene and movement speed in bench press and squat exercises. **Conclusion:** The absence of a significant association between the R577X polymorphism of the ACTN3 gene and muscle performance can be attributed to several factors, such as the complexity of the physical performance phenotype, the influence of other genes and environmental factors, as well as the genetic heterogeneity of the Brazilian population. Despite the limitations, the results contribute to the understanding of the relationship between genetics and physical performance. This study highlights the importance of considering multiple factors when investigating the genetics of muscle performance and suggests that future research with larger samples and more comprehensive evaluations is needed to fully elucidate the role of ACTN3 in physical performance.

Keywords: Polymorphism, ACTN3, Movement Speed, Weight Training, Performance Genetics.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. HIPÓTESE	14
3.1 HIPÓTESE NULA - H_0	14
3.1 HIPÓTESE AFIRMATIVA - H_1	14
4. REVISÃO DE LITERATURA	15
4.1 POLIMORFISMOS GENÉTICOS	15
4.2 POLIMORFISMO ACTN3 R577X	16
4.2 IMPACTO DO POLIMORFISMO R577X DO GENE ACTN3 NO DESEMPEN	18
4.3 TREINAMENTO BASEADO EM VELOCIDADE	20
5. MATERIAIS E MÉTODOS	23
5.1 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	23
5.2 DELINEAMENTO DO ESTUDO	23
5.3 LOCAL DA PESQUISA	24
5.4 AMOSTRA	25
5.5 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	25
5.6 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	26
5.7 PROCEDIMENTOS	26
5.7.1 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA	26
5.7.2 COLETA DE MUCOSA E GENOTIPAGEM	27
5.7.3 TESTE DE UMA REPETIÇÃO MÁXIMA (1RM)	28
5.7.4 TESTE DE VELOCIDADE	28
5.7.5 PROTOCOLO EXPERIMENTAL	29
5.7.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	30
6. RESULTADOS	31
7. DISCUSSÃO	36
8. CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	40
APÊNDICE 1. FICHA DE AVALIAÇÃO	45

ANEXO 1. COMPROVANTE DE APROVAÇÃO NO CEP	46
ANEXO 2. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARE	47

1. INTRODUÇÃO

A busca por melhores resultados na prática de exercícios físicos tem levado ao estudo do perfil genético dos praticantes, no intuito de identificar possíveis fatores que influenciam no desempenho e na resposta ao treinamento. O desempenho atlético de elite requer um fenótipo complexo e é determinado por vários fatores ambientais, incluindo dieta, treinamento físico e fatores sociais. Fatores genéticos também afetam fortemente o desempenho esportivo (MACARTHUR *et al.*, 2007).

Alguns estudos demonstraram que polimorfismos genéticos podem possuir relação com o rendimento esportivo, tanto em modalidades de curta duração e com elevada demanda da força muscular (RUIZ *et al.*, 2009). Existem vários genes candidatos que foram estudados em relação ao desempenho esportivo, incluindo genes relacionados à resposta ao exercício, metabolismo energético, transporte de oxigênio, crescimento muscular, recuperação pós-exercício e suscetibilidade a lesões (AHMETOV *et al.*, 2022).

Estudos de associação interligaram dezenas de variantes genéticas a respostas de treinamento e características relacionadas ao esporte, como força, massa muscular esquelética, capacidade de recuperação e composição de fibras musculares (JONES *et al.*, 2016; PICKERING *et al.*, 2019). Estão entre os genes mais estudados ligados às características de desempenho físico de força e resistência a alfa actinina 3 (ACTN3) e enzima conversora de angiotensina (ECA), pois estão envolvidos na capacidade contrátil do músculo esquelético e regulação da pressão arterial, respectivamente (MCCAULEY; MASTANA; FOLLAND, 2010).

O gene ACTN3 produz a proteína alfa-actinina-3, que é um componente proteico predominante da linha Z sarcomérica nas fibras musculares rápidas

(MACARTHUR e NORTH, 2004). O polimorfismo R577X do gene ACTN3 está relacionado a substituição na troca de nucleotídeo C→T (citosina pela timina) na posição 1.747 do éxon 16. Essa mutação resulta em uma conversão do códon para o aminoácido arginina para um stop codon no resíduo 577 (R577X), o que acarreta na forma não-funcional da α -actinina-3. Indivíduos que são homocigotos para o alelo **X** são incapazes de expressar a-actinina 3 em fibras musculares de contração rápida, ao contrário daqueles com o genótipo portador do alelo **R** (DEL COSO *et al.*, 2019). Vários estudos relataram que o alelo **X** ocorre com mais frequência em atletas de resistência, em vez do alelo **R**, que é super-representado em grupos de potência/força (AHMETOV e FEDOTOVSKAYA, 2015).

É importante ressaltar que a influência dos polimorfismos de DNA no desempenho esportivo é complexa e multifatorial. Outros fatores, como treinamento, ambiente, motivação e dieta, também desempenham papéis significativos no rendimento esportivo. Além disso, muitos estudos nessa área são de natureza observacional e os efeitos dos polimorfismos genéticos podem variar entre as populações (AHMETOV *et al.*, 2022).

O aumento do desempenho atlético requer o desenvolvimento constante dos parâmetros de força e potência. Para desenvolver força e potência, diferentes métodos de treinamento (por exemplo, levantamento de peso, treinamento pliométrico, treinamento excêntrico e treinamento balístico) podem ser implementados (SUCHOMEL *et al.*, 2018). Um método relativamente novo para o desenvolvimento de força e potência é o treinamento baseado em velocidade (VBT).

Vários estudos tentaram encontrar estratégias para quantificar objetivamente o nível de esforço e controlar adequadamente o volume de treinamento resistido (TR) (SÁNCHEZ-MEDINA; GONZÁLEZ-BADILLO, 2011; VARELA-OLALLA *et al.*, 2019).

Para apoiar a prescrição do treinamento resistido, métodos alternativos como o treinamento baseado em velocidade (VBT) que fornecem dados precisos, foram desenvolvidos (BANYARD *et al.*, 2017; BANYARD *et al.*, 2018). O VBT é um método emergente de monitorar e projetar a prescrição do treinamento (HERNANDEZ-BELMONTE *et al.*, 2021), que usa vários dispositivos avançados de medição de velocidade durante o treinamento de força (MARTÍNEZ-CAVA *et al.*, 2020) e rastreia intencionalmente a velocidade de cargas em movimento e fornece feedback (RANDELL *et al.*, 2011). Assim, o uso da relação carga-velocidade tem sido proposto como uma abordagem viável para estimar com alta precisão a carga do exercício durante vários exercícios de resistência (GONZÁLEZ-BADILLO; SÁNCHEZ-MEDINA, 2010).

A capacidade de geração de força das fibras musculares de contração rápida em alta velocidade, a velocidade e o ritmo dos movimentos e a capacidade do indivíduo de se adaptar ao treinamento físico são fortemente influenciadas geneticamente (RANKINEN *et al.* 2001). No entanto, as evidências sobre a relação entre o perfil genético do ACTN3 e o padrão de velocidade do movimento de praticantes de musculação ainda são escassas e inconclusivas. Algumas pesquisas sugerem que indivíduos com genótipo RR ou RX apresentam maior velocidade de movimento durante o levantamento de peso livre, enquanto outros estudos não encontraram diferenças significativas entre os genótipos. Diante disso, este estudo tem como objetivo investigar a associação entre o polimorfismo R577X do gene ACTN3 e o padrão de velocidade do movimento de praticantes de musculação, a fim de contribuir para a compreensão dos mecanismos que influenciam o desempenho no treinamento de força.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a associação entre o polimorfismo R577X do gene ACTN3 com a velocidade de execução do movimento nos exercícios de supino e agachamento em praticantes de musculação.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a influência do polimorfismo R577X do gene ACTN3 na velocidade de execução dos movimentos de supino e agachamento.
- Analisar a relação entre os genótipos do polimorfismo ACNT3 R577X e a velocidade de execução do movimento no exercício de supino e agachamento.
- Comparar a velocidade de execução do movimento nos exercícios de supino e agachamento entre indivíduos com diferentes genótipos do polimorfismo R577X do gene ACTN3.

3. HIPÓTESE

3.1 Hipótese nula - H_0

O polimorfismo R577X do gene ACTN3 não influencia na perda de velocidade da fase concêntrica do movimento nos exercícios de supino e agachamento em praticantes de musculação.

3.1 Hipótese afirmativa - H_1

O polimorfismo R577X do gene ACTN3 influencia na perda de velocidade da fase concêntrica do movimento nos exercícios de supino e agachamento em praticantes de musculação.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Polimorfismos genéticos

Os polimorfismos genéticos têm despertado muito interesse em muitos campos científicos relacionados à saúde pública e às doenças. Polimorfismos gênicos são o tipo mais comum de variação genética em humanos. Eles estão presentes na população humana em uma frequência superior a 1%, o que os diferencia das mutações do DNA, geralmente observadas em frequências extremamente baixas e em um número restrito de indivíduos. Polimorfismos genéticos são importantes contribuintes para a variação interindividual, uma vez que têm sido investigados como biomarcadores úteis no contexto médico, assim como no estudo da patologia, epidemiologia, farmacologia, imunologia clínica e etnia. Embora a mutação gênica seja rara e geralmente conhecida por causar uma doença genética, os polimorfismos gênicos não estão necessariamente associados a uma doença específica (CHIARELLA; CAPONE; SISTO, 2023). Os polimorfismos genéticos têm o poder de identificar subgrupos suscetíveis em populações expostas e, se soubermos exatamente a função do polimorfismo, talvez seja possível identificar uma população em risco devido às diferentes frequências alélicas entre os grupos étnicos. No entanto, se uma única característica genética pode estar associada a um risco aumentado em indivíduos ou populações específicas, essas características devem ser estudadas para avaliar a probabilidade de contribuir para o risco de desenvolver uma doença (CHIARELLA *et al.*, 2019).

Além disso, os polimorfismos genéticos podem fornecer informações importantes para a personalização de tratamentos médicos e para a prevenção de

doenças. Compreender como essas variações genéticas influenciam a resposta a medicamentos, por exemplo, pode levar ao desenvolvimento de terapias mais eficazes e seguras para diferentes grupos populacionais. No campo esportivo, a análise dos polimorfismos genéticos pode ser utilizada para otimizar o desempenho atlético e a prevenção de lesões, ajudando a identificar talentos naturais e a personalizar programas de treinamento de acordo com a predisposição genética de cada atleta. A análise dos polimorfismos genéticos também pode ajudar na identificação de novos alvos terapêuticos e na melhoria das estratégias de saúde pública, destacando a importância contínua de estudos nesse campo (DE VILHENA E SANTOS *et al.*, 2012).

4.2 Polimorfismo ACTN3 R577X

O gene ACTN3 codifica uma proteína miofibrilar, a α -actinina-3, localizada na linha Z das fibras musculares de contração rápida. Com base em estudos em humanos e animais (MACARTHUR *et al.*, 2007), postulou-se que a α -actinina-3 desempenha um papel essencial na geração de força muscular rápida. Indivíduos que são homozigotos para o alelo X são incapazes de expressar a-actinina 3 em fibras musculares de contração rápida, ao contrário daqueles com o genótipo portador do alelo R (DEL COSO *et al.*, 2018). A homozigose do alelo 577X (XX) ocorre em 20% da população global (NORTH *et al.*, 1999) e resulta na perda completa de função da α -actinina-3. Estudos de associação no desempenho de potência têm consistentemente demonstrado uma frequência reduzida do alelo X em atletas de elite, sugerindo que a expressão de α -actinina-3, ou a presença do alelo R, desempenha um papel integral para a geração ótima de potência muscular explosiva.

A ausência de α -actinina-3 tem sido associada à perda de potência muscular (GARTON; NORTH, 2016) redução da força (WILLEMS, 2017), redução da massa óssea e muscular (ZEMPO, 2011), bem como suscetibilidade a lesões (SHANG, 2015).

Embora o genótipo XX não tenha sido diretamente relacionado a nenhuma doença grave ou crônica, a deficiência de α -actinina-3 pode afetar a capacidade do músculo esquelético de gerar contrações rápidas e vigorosas e, portanto, pode ser prejudicial para a produção de movimentos rápidos e explosivos. Nesse sentido, a literatura recente sugere que o genótipo RR pode ser especialmente vantajoso para esportes nos quais a força e a velocidade são predominantes (BAUMERT *et al.* 2016). Duas revisões (HOUWELING *et al.*, 2018. THARABENJASIN; PABALAN; JARJANAZI, 2019) relatam uma super-representação de indivíduos RR no sprint de elite e esportes baseados em força quando comparados com a população “não atlética” em geral, enquanto a frequência do genótipo XX é sub-representada.

Um estudo de Vicent (2016) relatou um perfil muscular mais lento e oxidativo em pessoas que carregam duas cópias do alelo X, com algumas evidências de mudanças nas proporções de tipos de fibras. O objetivo do estudo foi quantificar a associação entre o polimorfismo e a distribuição do tipo de fibra muscular e a força de extensão do joelho em velocidade rápida, onde noventa homens jovens saudáveis (18-29 anos) foram genotipados para ACTN3 R577X. A força extensora do joelho foi mensurada isometricamente (45 graus) e em diferentes velocidades dinâmicas em um dinamômetro programável. Vinte e dois indivíduos XX e vinte e dois RR foram submetidos à biópsia do músculo vasto lateral direito. A composição do tipo de fibra foi determinada por imunohistoquímica. Os homozigotos para o alelo R apresentam torques dinâmicos relativos do quadríceps significativamente maiores, comparados

com portadores XX.

Coletivamente, esses estudos citados acima identificam o ACTN3 como uma influência importante sobre atributos musculares no contexto de desempenho de elite, indivíduos saudáveis e entre aqueles que lidam com condições hereditárias e adquiridas de função muscular comprometida. Análises fenotípicas do modelo de camundongo knockout (KO) de Actn3 recapitularam os fenótipos humanos 577XX, com camundongos KO de Actn3 mostrando reduções na força muscular, aumento da capacidade de resistência (MACARTHUR, 2008), redução do tamanho das fibras rápidas, mudanças no metabolismo das fibras rápidas em direção ao metabolismo oxidativo (QUINLAN *et al.*, 2010), sinalização aumentada de calcineurina e resposta aumentada ao treinamento de exercícios de resistência em comparação com camundongos selvagens (WT) (SETO, J. T. *et al.*, 2013).

No entanto, a deficiência de α -actinina-3 não exclui totalmente a possibilidade de alcançar alto desempenho em esportes de força, porque outras coortes de atletas de potência/sprint de elite relataram uma frequência normal de indivíduos XX (WANG *et al.*, 2013).

4.2 Impacto do polimorfismo R577X do gene ACTN3 no desempenho muscular

O polimorfismo ACTN3 R577X, tem sido amplamente estudado em relação ao desempenho muscular, afetando aspectos como força, potência e velocidade. O gene ACTN3 codifica a proteína α -actinina-3, expressa predominantemente nas fibras musculares de contração rápida, que são essenciais para atividades de alta intensidade e curta duração, como sprint e levantamento de peso (NORTH *et al.*, 1999). O polimorfismo ACTN3 R577X, afeta significativamente a força muscular.

Indivíduos com o genótipo RR (sem mutação) tendem a ter maior força muscular em comparação aos homozigotos para o alelo nulo (XX).

A presença da α -actinina-3, codificada pelo gene ACTN3, é essencial para a função ótima das fibras musculares de contração rápida, que são responsáveis pela geração de força explosiva (MA *et al.*, 2018. PETR *et al.*, 2014). A proteína α -actinina-3 também é crucial para a potência muscular. Indivíduos heterozigotos (577RX) mostram desempenho intermediário em atividades que requerem potência, como sprints e levantamentos de peso. A ausência da proteína em homozigotos para o alelo nulo (577XX) resulta em desempenho inferior nesses tipos de atividades. A associação entre o genótipo 577R e um desempenho superior em tarefas que demandam alta potência muscular tem sido observada em estudos com atletas de elite (PETR *et al.*, 2014. RANKINEN *et al.*, 2010).

Em um estudo recente de Swam Htet *et al.* (2023) 60 participantes do sexo feminino moderadamente treinadas (18-45 anos, IMC < 30) passaram por análise cinemática linear e angular usando tecnologia de captura de movimento, dinamometria de plataforma de força e análises genéticas para definir novos desfechos relacionados à potência que seriam mais sensíveis a diferenças alelo-específicas no desempenho atlético. Nesse estudo teve como objetivo identificar variantes genéticas que influenciam o desempenho atlético e a locomoção humana utilizando tecnologia de captura de movimento foi demonstrado que, comparados aos seus homólogos XX, os homozigotos RR tiveram uma tendência a maior produção de torque no quadril dentro da fase excêntrica no teste Drop Jump. Esses resultados estão de acordo com os recentes achados de pesquisa obtidos por meio de testes de dinamometria isocinética que demonstraram que indivíduos RR exibem maior pico de torque em velocidades angulares mais altas do que indivíduos XX (WALSH *et al.*,

2008).

A relação entre o polimorfismo ACTN3 e a velocidade é particularmente evidente em esportes de sprint. Atletas de elite em provas de velocidade apresentam uma maior frequência do alelo 577R, indicando uma vantagem competitiva para esses indivíduos. Em contraste, a deficiência de α -actinina-3 (genótipo XX) está associada a um desempenho inferior em atividades que exigem máxima velocidade, devido à menor eficiência das fibras de contração rápida nesses indivíduos (RANKINEN *et al.*, 2010).

Apesar das desvantagens em força e potência, a ausência de α -actinina-3 pode conferir vantagens em atividades de resistência. Estudos sugerem que a deficiência dessa proteína melhora a eficiência metabólica aeróbica e a resistência muscular. Isso é apoiado por observações de que camundongos knockout para ACTN3 exibem melhor desempenho em tarefas de resistência em comparação aos seus pares com a proteína funcional (TSIANOS *et al.*, 2010. YANG *et al.*, 2003).

4.3 Treinamento baseado em velocidade

Muitos esportes requerem a capacidade de gerar grande força em um período relativamente curto de tempo (HAFF; NIMPHIUS, 2012). Em particular, a força muscular é um dos mais importantes componentes envolvidos na manifestação da potência (SUCHOMEL; NIMPHIUS; STONE, 2016). Além disso, considera-se potência a capacidade de gerar uma grande força a uma determinada distância por meio da rápida contração muscular (JOSEPHSON, 1993). No entanto, em mecânica, a potência mecânica é calculada como a razão do trabalho realizado por unidade de tempo. Para aumentar a força muscular, é importante se concentrar inicialmente em

desenvolver a força máxima e, em seguida, manter esse nível ao longo do tempo. Isso é fundamental para alcançar melhorias significativas de força a longo prazo. A força máxima é definida como o maior nível de força alcançado via contração muscular e é limitada pela relação entre força e velocidade (CORMIE; MCGUIGAN; NEWTON, 2011).

O treinamento de força é considerado uma ferramenta essencial para o aumento da força muscular. Além disso, para uma programação detalhada e precisa do treinamento de força, várias variáveis devem ser adequadamente planejadas, incluindo volume, intensidade, frequência de treinamento, bem como o tipo de intervenções de exercício implementadas. A manipulação dessas variáveis contribui para uma resposta fisiológica diferente relacionada ao treinamento de força (JOVANOVIĆ; EAMONN; FLANAGAN, 2014). É necessário enfatizar que a intensidade do exercício é uma das variáveis mais relevantes no que diz respeito à melhora dos parâmetros de força (WERNBOM; AUGUSTSSON; THOME, 2007).

Tradicionalmente, a intensidade durante o TR tem sido prescrita principalmente utilizando a porcentagem de uma repetição máxima (%1RM), conhecida como treinamento baseado em porcentagem (TBP) (THOMPSON *et al.*, 2019). Com a abordagem %1RM, entretanto, não é possível manter a intensidade relativa (velocidade de execução do movimento) durante toda a sessão de treinamento resistido, por exemplo, da primeira à última série de um exercício. Isso se deve à fadiga neuromuscular acumulada, sobrecarga associada e possível falência muscular, levando eventualmente a uma cessação abrupta do conjunto. Além disso, a 1RM real de um atleta pode flutuar em um tempo relativamente curto devido a vários fatores intrínsecos e extrínsecos (GONZÁLEZ-BADILLO; SÁNCHEZ-MEDINA, 2010). Pesquisas também desaconselharam o teste frequente de 1RM para evitar o problema

da flutuação de cargas, visto que há muitas complicações de viabilidade com essa prática, especialmente em atletas levantadores de peso. (PAREJA-BLANCO *et al.*, 2016). Para superar alguns desses aspectos críticos, uma metodologia alternativa conhecida como treinamento baseado em velocidade (VBT) foi desenvolvida (ZHANG *et al.*, 2022). O VBT é definido como um método que usa a velocidade para informar ou melhorar a prática de treinamento (WEAKLEY *et al.*, 2020). É um método que enfatiza a velocidade com que um peso é levantado ou movido para regular e otimizar o treinamento resistido (BANYARD *et al.*, 2020). Envolve medir a velocidade de um movimento durante exercícios de força, como agachamentos ou supino, e usar esses dados para ajustar a carga do exercício em tempo real.

Para a prescrição do volume de séries no treinamento resistido, uma abordagem baseada na velocidade também pode ser benéfica, pois a velocidade da barra diminui dentro de uma série quando o exercício é realizado com intensidade máxima de levantamento e ocorre fadiga (SÁNCHEZ-MEDINA; GONZÁLEZ-BADILLO, 2011). De fato, uma relação muito estreita entre a perda de velocidade e a porcentagem de repetições realizadas fora do máximo possível em uma série foi observada para diferentes exercícios realizados. De acordo com esses estudos, quando se atinge uma perda de 30% em uma série, os indivíduos completam aproximadamente 50% e 60% do número máximo de repetições no supino reto em banco horizontal e no exercício de puxada de peso livre, respectivamente (SÁNCHEZ-MORENO *et al.*, 2017). Estudos têm demonstrado que o monitoramento da perda de velocidade é um indicador objetivo, prático e não invasivo do estresse metabólico agudo, da resposta hormonal e da fadiga mecânica induzida pelo treinamento resistido (PAREJA-BLANCO *et al.*, 2016). Por isso, alguns pesquisadores têm sugerido encerrar cada série de treinamento assim que um percentual pré-determinado de

perda de velocidade for atingido (GONZÁLEZ-BADILLO *et al.*, 2017).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Considerações éticas

A pesquisa foi elaborada seguindo os princípios éticos estabelecidos na Resolução nº466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) e suas complementares (BRASIL, 2012), a qual foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) envolvendo Seres Humanos da Universidade Federal do Piauí (UFPI) com o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) 75638323.2.1001.5214 e aprovado pelo parecer consubstanciado de número 6.635.963. O parecer consubstanciado encontra-se em anexo.

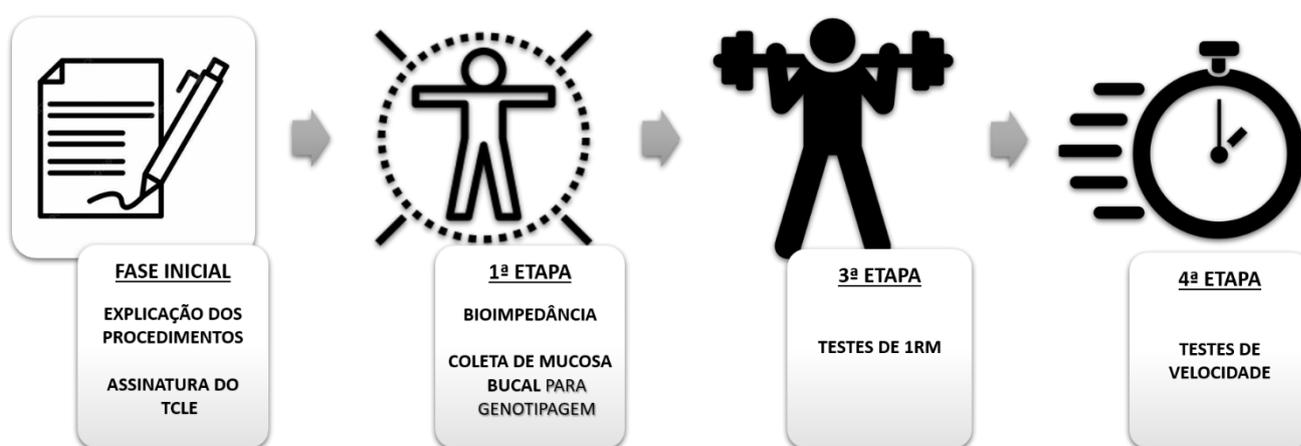
Os participantes foram devidamente informados e esclarecidos quanto à importância e objetivo da pesquisa. Foram garantidos a possibilidade de não participação na pesquisa ou desistência, a privacidade, confiabilidade e o anonimato dos participantes. Os dados foram utilizados somente nesta pesquisa afim de assegurar o bem-estar dos participantes.

5.2 Delineamento do estudo

Estudo do tipo transversal, com abordagem quantitativa da amostra. Inicialmente, os voluntários da pesquisa receberam uma explicação verbal acerca de todos os procedimentos da pesquisa, bem como das coletas e testes que seriam realizados. Os participantes foram submetidos a avaliação antropométrica, coleta de

saliva através de *swab* bucal para genotipagem, teste de força máxima, utilizando um protocolo de uma repetição máxima (1RM) e testes de velocidade do movimento nos exercícios supino e agachamento smith com barra nas costas.

Após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO 2) foi dada uma nova explicação enfatizando a ordem cronológica das etapas que iriam acontecer separadas por dias não consecutivos como mostra a figura 1.



Fonte: Autor (2024).

Figura 1: Desenho da Pesquisa. A figura mostra o fluxo da pesquisa dividido em quatro etapas principais após a fase inicial: avaliação antropométrica e coleta de mucosa bucal, genotipagem, testes de 1RM, e testes de velocidade do movimento.

5.3 Local da pesquisa

A pesquisa foi conduzida em duas redes de academias localizadas em Teresina, Piauí, especificamente nas unidades *SMART FIT* e *SELF IT*. Para garantir uma representatividade geográfica adequada e facilitar o acesso dos voluntários, foram selecionadas duas unidades da *SMART FIT* e três unidades da *SELF IT*. Esta escolha permitiu cobrir uma ampla área da cidade, assegurando que todos os participantes tivessem fácil acesso aos locais de estudo.

Essa padronização foi essencial para a pesquisa, garantindo que não houvesse variação significativa nos pesos e nos aparelhos utilizados pelos voluntários, o que poderia comprometer a consistência e a validade dos dados coletados. A uniformidade dos equipamentos é um fator crítico para a comparação precisa dos resultados obtidos entre diferentes unidades.

Assim, a seleção das academias *SMART FIT* e *SELF IT* proporcionou um ambiente controlado e homogêneo, permitindo a realização de uma pesquisa confiável.

5.4 Amostra

A amostra do presente estudo foi composta por 79 pessoas, destas, 22 pessoas concluíram todas as fases da pesquisa, sendo 18 homens e 4 mulheres, maiores de 18 anos e autodeclaradas isentas de disfunções musculoesqueléticas e limitações funcionais para os exercícios propostos. Todos os participantes eram praticantes de musculação há pelo menos 3 meses antes do início da pesquisa e treinavam no mínimo 3 vezes por semana. O cálculo do tamanho amostral foi realizado utilizando o software GPower 3.1 (Universität Kiel, Alemanha). Verificou-se que uma amostra de 55 participantes seria capaz de detectar diferenças entre três grupos, levando em consideração um tamanho de efeito de 0,5, um erro probabilístico α de 0,05 e um poder estatístico de 0,80.

5.5 Critérios de inclusão

- Indivíduos saudáveis, maiores de 18 anos.

- Praticantes de musculação há pelo menos 3 meses, com frequência mínima de 3 vezes por semana.

5.6 Critérios de exclusão

- Indivíduos com complicações ou lesões musculoesqueléticas.
- Pessoas com síndrome metabólica ou qualquer condição debilitante.
- Indivíduos com obesidade que cause incapacidade para o exercício.
- Quaisquer outras contraindicações médicas relacionadas ao exercício físico.

5.7 Procedimentos

5.7.1 Avaliação antropométrica

O peso corporal foi avaliado, antes e após o treino, utilizando balança digital Filizola® (São Paulo, Brasil), com capacidade de 150 kg, graduada em 100 gramas. Os participantes deveriam estar descalços e vestindo roupas leves. A estatura foi mensurada em duplicata utilizando um estadiômetro portátil (Sanny, Standard, São Paulo, Brasil) com escala de medida em 0,1 cm, estando o indivíduo em posição anatômica adequada (plano de Frankfurt) (BRASIL, 2004).

A composição corporal foi verificada através de um multi-tátil impedanciômetro com oito eletrodos nas frequências de 5, 50, 250 e 500 kHz (InBody S10, Biospace, Seoul, Korea). A análise de bioimpedância foi realizada com os voluntários em posição supina. Os eletrodos do tipo toque foram conectados ao polegar e aos dedos médios do braço direito e esquerdo e entre o tornozelo e o calcanhar da perna direita e

esquerda. Os braços foram posicionados longe do tronco, espalhando-os naturalmente em um ângulo de 15 graus. Além disso, as suas coxas não estavam em contato uma com a outra, afastando as pernas na largura dos ombros (SILVINO et al., 2024).

5.7.2 Coleta de mucosa e genotipagem

Células epiteliais da mucosa oral foram obtidas por meio de raspagem bucal utilizando swabs específicos. Os participantes foram instruídos a não ingerir alimentos por uma hora antes do teste e a garantir que seus dentes estivessem limpos. A extração do DNA seguiu o protocolo de resina Chelex 5% (300 µL) e proteínase K (5 µL, 10 µg/mL) para esfregaços bucais, conforme descrito por Henrique et al. (2022). O chelex é uma resina quelante de íons metálicos polivalentes que previne a degradação do DNA minimizando a presença de inibidores. Em seguida, foi realizada a quantificação do DNA utilizando um espectrofotômetro NanoDrop® ND1000.

A ACTN3 R577X foi genotipada através da técnica de PCR em tempo real (qPCR, quantitative polymerase chain reaction). O polimorfismo foi identificado utilizando o ensaio de genotipagem TaqMan, que se baseia na detecção de fluorescência (Assay C_590093_1; Applied Biosystems). Um conjunto específico de sondas e primers flanqueadores do alelo foi empregado, junto com um tampão de PCR contendo AmpliTaq DNA polimerase Gold (Applied Biosystems) e amostras de DNA. O volume total da reação foi de 10 µL e todas as análises foram realizadas em duplicata. As condições de PCR consistiram em uma etapa de ativação inicial de 10 min a 95°C, seguida por 50 ciclos de desnaturação a 95°C por 15 s e extensão a 60°C por 1 min. A amplificação foi realizada QuantStudio™ 6 Flex Real-Time PCR System

(Foster City, CA, USA).

5.7.3 Teste de uma repetição máxima (1rm)

O teste foi realizado para descobrir a carga máxima levantada em uma repetição no banco supino livre e barra guiada smith life fitness® (Owatonna, EUA). O protocolo foi realizado em banco e aparelho específicos respectivamente do supino e agachamento smith utilizando barra nas costas. Os participantes foram orientados a estar isentos de qualquer tipo de treinamento por pelo menos 48 horas antes do protocolo. Logo após o aquecimento específico, a repetição máxima foi determinada de acordo com as diretrizes publicadas pela Associação Nacional de Força e Condicionamento (HOFFMAN, 2015). Os participantes realizaram 10 repetições com carga que seja aproximadamente 50% do 1RM esperado e 5 repetições com carga que seja aproximadamente 75% do 1RM esperado. Após um repouso de 5 minutos, os participantes tentaram uma repetição com carga que seja aproximadamente 90% a 95% do 1RM e após um repouso de 5 minutos, tentaram o levantamento de 1RM. Aos participantes quem tiveram a primeira tentativa bem-sucedida, após o um repouso de 5 minutos e aumentaram a carga para tentar um novo 1RM. Esse procedimento de tentativas e intervalos continuou até que os participantes não conseguissem mais realizar uma repetição completa.

5.7.4 Teste de velocidade

A velocidade de execução nos exercícios foi medida através de um codificador linear de velocidade Encoder Vitruve® (Madrid, Espanha) sincronizado com a um aplicativo específico de smartphone (VITRUE VBT FOR YOU). Antes do início do

exercício, o cabo de tração que parte de dentro do equipamento deve ficar preso na extremidade da barra através de uma pequena cinta. O equipamento foi posicionado no chão, próximo aos suportes das barras do banco supino e smith, de forma que seu cabo de tração se mantivesse o mais perpendicular possível em relação a barra e ao solo durante os movimentos. O aplicativo do equipamento foi configurado com a carga total levantada e medição de velocidade da fase concêntrica do exercício. Foram medidas a velocidade média de execução dos exercícios em cada repetição na unidade de medida metros por segundo (m/s) e ainda o percentual de fadiga que representa a perda/diminuição de velocidade.

5.7.5 Protocolo experimental

Cada participante realizou uma série máxima dos testes, sendo uma no supino e uma no agachamento smith, ambas com 70% da carga encontrada nos testes de 1RM. Os exercícios foram realizados com a maior velocidade possível até a falha concêntrica.

No exercício supino, cada repetição válida foi contada desde a posição inicial, extensão total, até que o participante tocasse a barra no peito e retornasse a posição inicial. Além disto as escápulas deveriam ser mantidas no banco. Não foi permitido o uso do tórax para tomar impulso durante o freio da fase excêntrica e transição para fase concêntrica do movimento e os voluntários ficaram livres para colocar os pés no solo ou no apoio do banco de supino durante a execução do exercício.

No exercício agachamento smith com barra nas costas, cada repetição válida foi contada desde a posição em pé com a barra colocada sobre os deltoides posteriores até que a parte superior de suas coxas ficasse paralela ao solo e retorno a posição inicial.

5.7.6 Análise estatística

Preliminarmente, a normalidade e homogeneidade dos dados foram verificadas a partir dos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. O equilíbrio de Hardy-Weinberg da frequência genotípica do ACTN3 foi avaliado pelo teste de qui quadrado. O teste de ANOVA de uma via foi usado para comparar os parâmetros de força física dos participantes considerando os três genótipos. O teste t de *student* independente foi usado para comparar as médias de valores antropométricos e de composição corporal entre participantes do sexo masculino e feminino. Além disso, o mesmo teste foi usado para comparar os parâmetros de performance física considerando os modelos dominante (RR + RX vs XX), recessivo (RX + XX vs RR) e codominante (RR + XX vs RX). Significância estatística foi estabelecida em $p < 0,05$. Toda a análise estatística foi realizada utilizando o software Jamovi para Windows.

6. RESULTADOS

Inicialmente, 120 voluntários se inscreveram para participar do estudo. Destes, 79 realizaram a coleta do material genético (mucosa bucal). Posteriormente, 46 desses participantes realizaram os testes de 1 Repetição Máxima (1RM), e, finalmente, apenas 22 completaram a última etapa, que consistiu nos testes de velocidade do movimento. Portanto, a amostra final foi constituída por 22 voluntários, refletindo os desafios na retenção dos participantes ao longo das várias fases da pesquisa.

A Figura 2 ilustra a frequência genotípica e alélica dos participantes, destacando que o polimorfismo ACTN3 está em equilíbrio de Hardy-Weinberg. A Tabela 2 e a Figura 3 exploram as interações entre o polimorfismo ACTN3 e a performance de força muscular, com a Figura 3 oferecendo uma visualização gráfica com intervalos de confiança de 95%. Por fim, a Tabela 3 analisa essas interações sob modelos genéticos dominantes e recessivos, utilizando o teste t de Student para comparar as médias entre os grupos. Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os genótipos nas análises realizadas.

Os resultados apresentados na Tabela 1 descrevem as características antropométricas e de composição corporal dos participantes considerando cada sexo. Homens apresentaram estatisticamente maior massa corporal e estatura comparado às participantes do sexo feminino ($p < 0,05$).

Tabela 1. Caracterização dos participantes da pesquisa.

Variável	Homens (n = 18)	Mulheres (n = 4)	Total (n = 22)
Idade (anos)	28,3 ± 5,7	30,8 ± 5,9	28,8 ± 5,7
Massa corporal (kg)	76,8 ± 11,5*	57,3 ± 12,6	73,2 ± 13,7
Estatura (cm)	171,1 ± 6,5*	161,2 ± 9,2	169,2 ± 8
Massa muscular esquelética (kg)	35,2 ± 4,3	24 ± 4,8	33,2 ± 6,1
Gordura corporal (%)	19 ± 7,7	23,4 ± 4,9	19,8 ± 7,4

Resultados apresentados como média e desvio padrão. *, $p < 0,05$.

A frequência genotípica e alélica dos participantes para o polimorfismo ACTN3 (R577X) estão apresentados na figura 2. A frequência do polimorfismo avaliado apresentou equilíbrio de Hardy-Weinberg ($\chi^2 = 0,002$, $p = 0,965$).

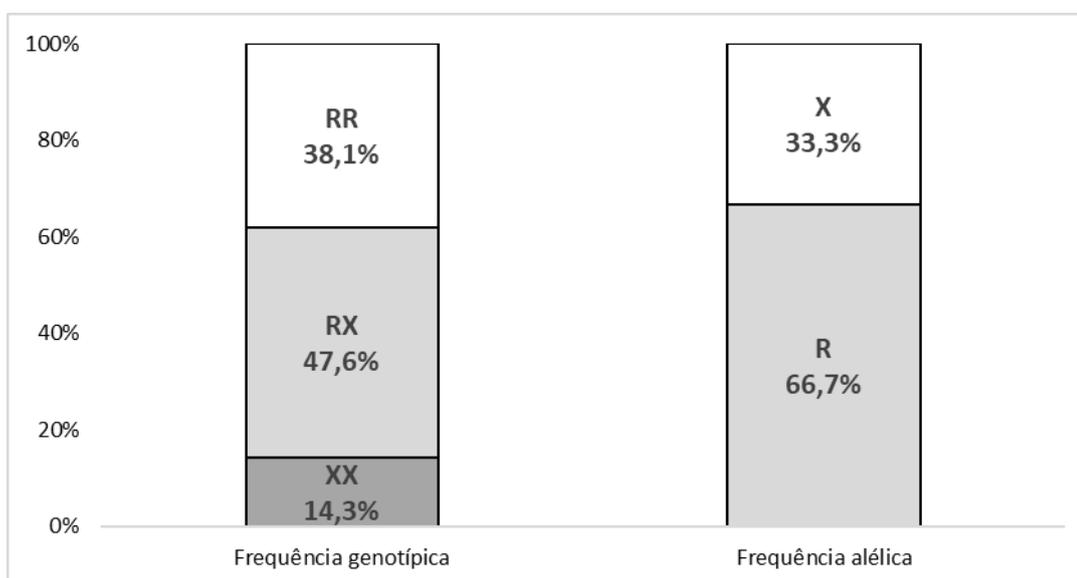


Figura 2. Frequência genotípica e alélica dos participantes. A figura detalha a distribuição dos genótipos e alelos dos participantes em relação ao polimorfismo ACTN3 (R577X).

Os resultados relacionados aos testes físicos realizados com os participantes

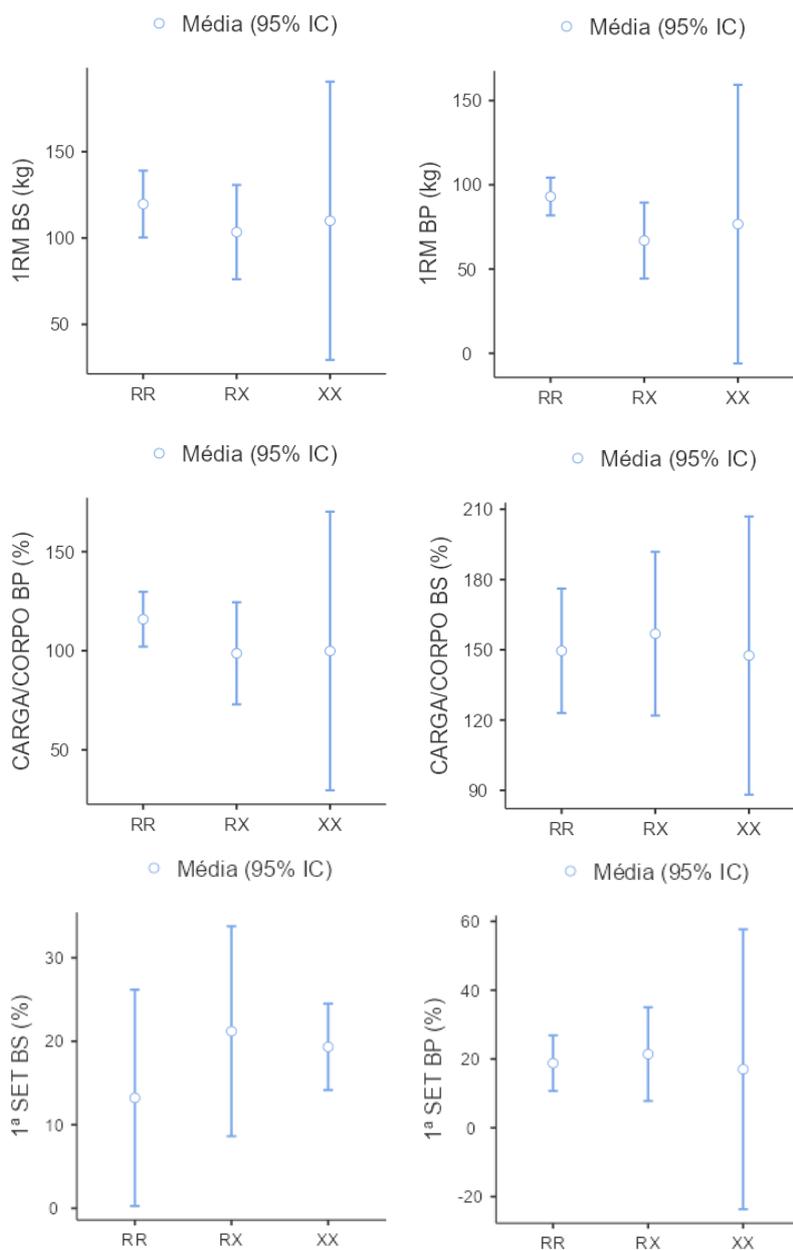
considerando cada genótipo estão apresentados na tabela 2. Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os genótipos ($p > 0,05$).

Tabela 2. Interações entre o polimorfismo ACTN3 e performance de força muscular.

Variável	RR (n = 9)	RX (n = 10)	XX (n = 3)	p
1RM - Supino (kg)	93,1 ± 13,4	66,9 ± 31,5	76,7 ± 33,3	0,166
1RM - Agachamento (kg)	119,7 ± 23,1	103,5 ± 38,2	110 ± 32,4	0,591
Relação Carga/corpo - Supino (%)	115,9 ± 16,5	98,7 ± 36	98,9 ± 28,3	0,417
Relação Carga/corpo - Agachamento (%)	149,6 ± 31,8	156,9 ± 48,9	147,5 ± 23,9	0,904
Fadiga - Supino (%)	18,9 ± 10,5	21,4 ± 19	17,0 ± 16,4	0,563
Fadiga - Agachamento (%)	13,2 ± 16,9	21,2 ± 17,6	19,3 ± 2,1	0,915

ANOVA de uma via foi usado para comparar as médias entre os grupos.

A Figura 3 oferece uma representação visual dos resultados dos testes físicos realizados com os participantes deste estudo, considerando cada genótipo (RR, RX, XX) e incluindo intervalos de confiança de 95%. Estes resultados são complementares à análise detalhada apresentada na Tabela 2, onde a ausência de diferenças significativas entre os genótipos ($p > 0,05$) foi observada.



Legendas - BS: agachamento; BP: supino.

Figura 3. Resultados dos testes físicos com intervalo de confiança de 95%. Na figura são apresentados os resultados dos testes físicos realizados com os participantes, considerando cada genótipo (RR, RX, XX), com intervalo de confiança de 95%.

A Tabela 3 apresenta a interação entre o polimorfismo ACTN3 e a performance de força muscular, considerando os modelos dominante (RR + RX vs XX) e recessivo (RR vs RX + XX). O teste t de Student foi empregado para comparar as médias entre

os grupos. Esta tabela oferece uma visão detalhada das diferenças na performance de força muscular entre os genótipos considerados, destacando a influência dos diferentes modelos genéticos na resposta física. Os dados fornecidos permitem uma análise precisa das variações na performance muscular em relação ao polimorfismo ACTN3, fornecendo insights valiosos para entender a relação entre genética e desempenho físico.

Tabela 3. Interação entre o polimorfismo ACTN3 e performance de força muscular considerando os modelos dominante (RR + RX vs XX) e recessivo (RR vs RX + XX).

Modelo dominante	RR + RX (n = 19)	XX (n = 3)	p
1RM - Supino (kg)	78,5 ± 27,9	76,6 ± 33,3	0,918
1RM - Agachamento (kg)	110,7 ± 32,6	110 ± 32,4	0,974
Relação Carga/corpo - Supino (%)	106,3 ± 29,6	99,9 ± 28,3	0,729
Relação Carga/corpo - Agachamento (%)	153,6 ± 41,2	147,5 ± 23,9	0,808
Fadiga - Supino (%)	20,2 ± 15,2	17 ± 16,4	0,744
Fadiga - Agachamento (%)	17,4 ± 17,2	19,3 ± 2,1	0,853
Modelo recessivo	RX + XX (n = 13)	RR (n = 9)	p
1RM - Supino (kg)	69,2 ± 30,8	93,1 ± 13,4	0,053
1RM - Agachamento (kg)	105 ± 16,5	119,7 ± 23,1	0,314
Relação Carga/corpo - Supino (%)	99 ± 33,3	115,9 ± 16,5	0,199
Relação Carga/corpo - Agachamento (%)	154,7 ± 43,6	149,6 ± 31,8	0,776
Fadiga - Supino (%)	20,4 ± 17,9	18,9 ± 10,5	0,812
Fadiga - Agachamento (%)	20,8 ± 15,6	13,2 ± 16,9	0,287
Modelo codominante	RR + XX (n = 12)	RX (n = 10)	p
1RM - Supino (kg)	88,6 ± 20,2	66,9 ± 31,5	0,073
1RM - Agachamento (kg)	117,1 ± 24,6	103,5 ± 38,2	0,340
Relação Carga/corpo - Supino (%)	111,5 ± 20,2	98,7 ± 36	0,321
Relação Carga/corpo - Agachamento (%)	149 ± 28,7	156,9 ± 48,9	0,654
Fadiga - Supino (%)	18,3 ± 11,4	21,4 ± 19	0,645
Fadiga - Agachamento (%)	14,8 ± 14,7	21,2 ± 17,6	0,359

Teste t de student foi usado para comparar as médias entre os grupos.

7. DISCUSSÃO

A presente pesquisa investigou a associação entre o polimorfismo R577X do gene ACTN3 e o padrão de velocidade do movimento em praticantes de musculação. A investigação da relação entre o polimorfismo R577X do gene ACTN3 e a performance de força muscular é de grande interesse científico, uma vez que o ACTN3 é uma proteína estrutural presente nas fibras musculares de contração rápida, e estudos sugeriram que o genótipo RR (ativo) estaria associado a um desempenho muscular superior em atividades de alta intensidade (YANG et al., 2023; MA et al., 2013). No entanto, os resultados obtidos nesta pesquisa não demonstraram diferenças significativas na velocidade do movimento entre os diferentes genótipos do ACTN3 (RR, RX, XX) e na performance muscular.

Esses achados estão alinhados com um estudo anterior de Massidda et al. (2015) que também não encontrou associações claras entre os genótipos ACTN3 e o desempenho físico e investigou a influência do gene ACTN3 no desempenho em esportes coletivos, focando no polimorfismo R577X do gene ACTN3 em 179 atletas italianos do masculino. Foram comparados os genótipos e frequências alélicas entre atletas de esportes coletivos, atletas de endurance, atletas de sprint/power e controles não atléticos. Os resultados mostraram que atletas de esportes coletivos tinham menor frequência do genótipo 577RR comparado a atletas de sprint, mas não houve associação significativa entre o polimorfismo R577X do gene ACTN3 e o status atlético de esportes coletivos quando comparados a atletas de endurance e controles não atléticos.

A ausência de associação observada pode ser atribuída a uma série de fatores. Entre eles, é que a afirmação de que o gene ACTN3 pode interagir com outros genes

e fatores ambientais para influenciar o desempenho físico é suportada por diversas pesquisas científicas. Estudos mostram que o desempenho físico não é determinado apenas por um único gene, mas sim por uma complexa interação entre múltiplos genes e fatores ambientais. A exemplo, a revisão de Ullén, Hambrick, Mosing (2016) sugere um modelo multifatorial de interação gene-ambiente para explicar a performance de atletas especialistas, indicando que a prática deliberada e outros fatores genéticos desempenham papéis importantes na expertise e desempenho físico. E o estudo de , Orysiak et al. (2018) investigou a influência combinada dos genes ACE e ACTN3 em fenótipos musculares de atletas poloneses, concluindo que esses genes podem afetar a força e a potência muscular, dependendo da interação entre os genótipos e os fatores ambientais. Além disso, a falta de uma associação direta entre o genótipo RR e o desempenho muscular já foi relatada em diversas populações, sugerindo que a influência do ACTN3 pode variar dependendo do contexto e das características específicas da amostra estudada (BUXENS et al., 2010). Essa ideia se contrapõe a outros estudos sugeriram que o genótipo RR poderia estar associado a um melhor desempenho em atividades que requerem velocidade e potência, devido à maior proporção de fibras musculares de contração rápida (Ma et al., 2013).

A heterogeneidade genética da população brasileira também pode ter desempenhado um papel importante nos resultados. Estudos mostraram que as associações genéticas podem variar entre diferentes grupos étnicos e geográficos, e que a população brasileira é geneticamente diversificada, o que pode influenciar os resultados de estudos genéticos (PENA et al., 2011). Portanto, é possível que a falta de associação observada neste estudo reflita as características genéticas específicas da população brasileira.

Além disso, as limitações metodológicas do estudo também devem ser consideradas ao interpretar os resultados. O tamanho reduzido da amostra ($n = 22$) foi relativamente pequeno, o que pode ter limitado o poder estatístico para detectar diferenças significativas entre os genótipos. Outro fator é que a análise se concentrou em um conjunto limitado de parâmetros de desempenho físico, o que pode não capturar toda a complexidade da relação entre genética e desempenho muscular.

Apesar das limitações, os resultados desta pesquisa contribuem para o entendimento da relação entre o polimorfismo R577X do gene ACTN3 e a velocidade de movimento em exercícios de musculação. Eles destacam a complexidade do fenótipo de desempenho físico e a necessidade de considerar uma variedade de fatores genéticos e ambientais ao investigar essa relação. Além disso, fornecem insights valiosos para futuras pesquisas, sugerindo que estudos com amostras maiores e uma avaliação mais abrangente do desempenho muscular são necessários para elucidar completamente o papel do ACTN3 no desempenho físico.

8. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos indicaram a falta de diferenças significativas na performance muscular entre os diferentes genótipos do ACTN3. A falta de associação observada pode ser atribuída a uma série de fatores, incluindo a complexidade do fenótipo de desempenho físico, a influência de outros genes e fatores ambientais, bem como a heterogeneidade genética da população brasileira.

Apesar das limitações do estudo, os resultados contribuem para o entendimento da relação entre genética e desempenho físico, destacando a importância de considerar uma variedade de fatores ao investigar essa relação. Além disso, fornecem insights valiosos para futuras pesquisas, sugerindo que estudos com amostras maiores e uma avaliação mais abrangente do desempenho muscular são necessários para elucidar completamente o papel do ACTN3 no desempenho físico.

Em última análise, esta pesquisa destaca a complexidade do fenótipo de desempenho físico e a necessidade contínua de investigação para entender melhor os determinantes genéticos e ambientais do desempenho muscular.

REFERÊNCIAS

AHMETOV, I. I. et al. **Advances in sports genomics**. *Advances in Clinical Chemistry*, v. 107, p. 215–263, 2022.

BANYARD, H. G. et al. Superior Changes in Jump, Sprint, and Change-of-Direction Performance but Not Maximal Strength Following 6 Weeks of Velocity-Based Training Compared With 1-Repetition-Maximum Percentage-Based Training. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 16, n. 2, p. 1–11, 2020.

BAUMERT, P. et al. Genetic variation and exercise-induced muscle damage: implications for athletic performance, injury and ageing. **European Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 9, p. 1595–1625, 13 jun. 2016.

BAUMERT, P. et al. Genetic variation and exercise-induced muscle damage: implications for athletic performance, injury and ageing. **European Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 9, p. 1595–1625, 13 jun. 2016.

BUXENS, A. et al. Can we predict top-level sports performance in power vs endurance events? A genetic approach. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 21, n. 4, p. 570–579, 10 mar. 2010.

CHIARELLA et al. A Predictive Model Assessing Genetic Susceptibility Risk at Workplace. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 11, p. 2012, 5 jun. 2019.

CHIARELLA, P.; CAPONE, P.; SISTO, R. Contribution of Genetic Polymorphisms in Human Health. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 20, n. 2, p. 912, 1 jan. 2023.

CORMIE, P.; MCGUIGAN, M. R.; NEWTON, R. U. Developing Maximal Neuromuscular Power. **Sports Medicine**, v. 41, n. 2, p. 125–146, fev. 2011.

DE VILHENA E SANTOS, D. M. et al. Genetics of Physical Activity and Physical Inactivity in Humans. **Behavior Genetics**, v. 42, n. 4, p. 559–578, 17 mar. 2012.

DEL COSO, J. et al. More than a “speed gene”: ACTN3 R577X genotype, trainability, muscle damage, and the risk for injuries. **European Journal of Applied Physiology**, v. 119, n. 1, p. 49–60, 16 out. 2018.

GARTON, F. C.; NORTH, K. N. The Effect of Heterozygosity for the ACTN3 Null Allele on Human Muscle Performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 48, n. 3, p. 509–520, mar. 2016.

GONZÁLEZ-BADILLO, J. J. et al. Velocity Loss as a Variable for Monitoring Resistance Exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 03, p. 217–225, 13 fev. 2017.

GONZÁLEZ-BADILLO, J. J.; SÁNCHEZ-MEDINA, L. Movement Velocity as a Measure of Loading Intensity in Resistance Training. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 05, p. 347–352, 23 fev. 2010.

HAFF, G. G.; NIMPHIUS, S. Training Principles for Power. **Strength and Conditioning Journal**, v. 34, n. 6, p. 2–12, dez. 2012.

HOFFMAN, J. R. **NSCA's guide to program design**. (traduzido por Sueli Rodrigues Coelho). Barueri, SP : Manole, 2015.

HENRIQUE, J. S. et al. Effect of the ACTN-3 gene polymorphism on functional fitness and executive function of elderly. **Frontiers in Aging Neuroscience**, v. 14, p. 943934, 9 set. 2022.

HOUWELING, P. J. *et al.* Is evolutionary loss our gain? The role of ACTN3 p.Arg577Ter (R577X) genotype in athletic performance, ageing, and disease. **Human Mutation**, v. 39, n. 12, p. 1774–1787, 8 nov. 2018.

HOUWELING, P. J. *et al.* Is evolutionary loss our gain? The role of ACTN3 p.Arg577Ter (R577X) genotype in athletic performance, ageing, and disease. **Human Mutation**, v. 39, n. 12, p. 1774–1787, 8 nov. 2018.

JOSEPHSON, R. K. Contraction Dynamics and Power Output of Skeletal Muscle. **Annual Review of Physiology**, v. 55, n. 1, p. 527–546, out. 1993.

JOVANOVIĆ, M.; EAMONN, P.; FLANAGAN. 58 Researched applications of velocity based strength training. **Journal of Australian Strength and Conditioning**, v. 21, n. 2, p. 58–69, 2014.

MA, T. *et al.* ACTN3 genotype and physical function and frailty in an elderly Chinese population: the Rugao Longevity and Ageing Study. **Age and Ageing**, v. 47, n. 3, p. 416–422, 1 maio 2018.

MACARTHUR, D. G. *et al.* An Actn3 knockout mouse provides mechanistic insights into the association between -actinin-3 deficiency and human athletic performance. **Human Molecular Genetics**, v. 17, n. 8, p. 1076–1086, 4 jan. 2008.

MASSIDDA, M. et al. ACTN3 R577X polymorphism is not associated with team sport athletic status in Italians. **Sports Medicine - Open**, v. 1, p. 6, 27 mar. 2015.

MCCAULEY, T.; MASTANA, S. S.; FOLLAND, J. P. ACE I/D and ACTN3 R/X polymorphisms and muscle function and muscularity of older Caucasian men. **European Journal of Applied Physiology**, v. 109, n. 2, p. 269–277, 13 jan. 2010.

NORTH, K. N. *et al.* A common nonsense mutation results in alpha-actinin-3 deficiency in the general population. **Nature genetics**, v. 21, n. 4, p. 353–4, 1999.

ORYSIK, J. et al. Individual and Combined Influence of ACE and ACTN3 Genes on Muscle Phenotypes in Polish Athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, n. 10, p. 2776–2782, out. 2018.

PAREJA-BLANCO, F. *et al.* Acute and delayed response to resistance exercise leading or not leading to muscle failure. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 37, n. 6, p. 630–639, 11 mar. 2016.

PAREJA-BLANCO, F. *et al.* Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 27, n. 7, p. 724–735, 31 mar. 2016.

PENA, S. D. J. *et al.* The Genomic Ancestry of Individuals from Different Geographical Regions of Brazil Is More Uniform Than Expected. **PLoS ONE**, v. 6, n. 2, p. e17063, 16 fev. 2011.

PETR, M. *et al.* PPARA Intron Polymorphism Associated with Power Performance in 30-s Anaerobic Wingate Test. **PLoS ONE**, v. 9, n. 9, p. e107171, 8 set. 2014.

QUINLAN, K. G. R. *et al.* α -Actinin-3 deficiency results in reduced glycogen phosphorylase activity and altered calcium handling in skeletal muscle. **Human Molecular Genetics**, v. 19, n. 7, p. 1335–1346, 20 jan. 2010.

RANKINEN, T. *et al.* Advances in Exercise, Fitness, and Performance Genomics. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 42, n. 5, p. 835–846, maio 2010.

SÁNCHEZ-MEDINA, L.; GONZÁLEZ-BADILLO, J. J. Velocity Loss as an Indicator of Neuromuscular Fatigue during Resistance Training. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 43, n. 9, p. 1725–1734, set. 2011.

SÁNCHEZ-MORENO, M. *et al.* Movement Velocity as Indicator of Relative Intensity and Level of Effort Attained During the Set in Pull-Up Exercise. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. 10, p. 1378–1384, 1 nov. 2017.

SETO, J. T. *et al.* ACTN3 genotype influences muscle performance through the regulation of calcineurin signaling. **The Journal of Clinical Investigation**, v. 123, n. 10, p. 4255–4263, 1 out. 2013.

SHANG, X. *et al.* The association between the ACTN3 R577X polymorphism and noncontact acute ankle sprains. **Journal of Sports Sciences**, v. 33, n. 17, p. 1775–1779, 17 fev. 2015.

SILVINO, V.O. *et al.* Phase angle as an indicator of body composition and physical performance in handball players. **BMC sports science, medicine & rehabilitation**, v. 16, n. 1, 21 maio 2024.

SUCHOMEL T.J.; NIMPHIUS S; STONE, M.H. **The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance**. *Sports Med* 2016 outubro; 46(10):1419-49. DOI: 10.1007/s40279-016-0486-0. PMID: 26838985.

SUCHOMEL, T.J.; *et al.* **The importance of muscular strength: Training considerations**. *Sports Med*. 2018, 48, 765–785.

SWAM HTET *et al.* The speed-gene study: methods, study design and preliminary results. **BMC research notes**, v. 16, n. 1, 22 nov. 2023.

THARABENJASIN, P.; PABALAN, N.; JARJANAZI, H. Association of the ACTN3 R577X (rs1815739) polymorphism with elite power sports: A meta-analysis. **PLOS ONE**, v. 14, n. 5, p. e0217390, 30 maio 2019.

THOMPSON, S. W. *et al.* The Effectiveness of Two Methods of Prescribing Load on Maximal Strength Development: A Systematic Review. **Sports Medicine**, v. 50, 11 dez. 2019.

TSIANOS, G. I. *et al.* Associations of polymorphisms of eight muscle- or metabolism-related genes with performance in Mount Olympus marathon runners. **Journal of Applied Physiology**, v. 108, n. 3, p. 567–574, mar. 2010.

VINCENT, B. *et al.* ACTN3 (R577X) genotype is associated with fiber type distribution. **Physiological genomics**, v. 32, n. 1, p. 58–63, 2007.

WALSH, S. *et al.* ACTN3 genotype is associated with muscle phenotypes in women across the adult age span. **Journal of Applied Physiology**, v. 105, n. 5, p. 1486–1491, nov. 2008.

WANG, G. *et al.* Association analysis of ACE and ACTN3 in elite Caucasian and East Asian swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 45, n. 5, p. 892–900, 1 maio 2013.

WEAKLEY, J. *et al.* Velocity-Based Training. **Strength & Conditioning Journal**, v. Publish Ahead of Print, n. 2, 19 maio 2020.

WERNBOM, M.; AUGUSTSSON, J.; THOME, R. The Influence of Frequency, Intensity, Volume and Mode of Strength Training on Whole Muscle Cross-Sectional Area in Humans. **Sports Medicine**, v. 37, n. 3, p. 225–264, 2007.

WILLEMS, S. M. *et al.* Large-scale GWAS identifies multiple loci for hand grip strength providing biological insights into muscular fitness. **Nature Communications**, v. 8, n. 1, 12 jul. 2017.

YANG, N. *et al.* ACTN3 Genotype Is Associated with Human Elite Athletic Performance. **The American Journal of Human Genetics**, v. 73, n. 3, p. 627–631, set. 2003.

ZEMPO, H. *et al.* Age Differences in the Relation Between ACTN3 R577X Polymorphism and Thigh-Muscle Cross-Sectional Area in Women. **Genetic Testing and Molecular Biomarkers**, v. 15, n. 9, p. 639–643, set. 2011.

ZHANG, X. *et al.* The Role of Velocity-Based Training (VBT) in Enhancing Athletic Performance in Trained Individuals: A Meta-Analysis of Controlled Trials. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 15, p. 9252, 28 jul. 2022.

YANG, S. et al. Association between *ACE* and *ACTN3* genes polymorphisms and athletic performance in elite and sub-elite Chinese youth male football players. **PeerJ**, v. 11, p. e14893, 24 mar. 2023.

MA, F. et al. The association of sport performance with *ACE* and *ACTN3* genetic polymorphisms: a systematic review and meta-analysis. **PloS one**, v. 8, n. 1, p. e54685, 2013.

ULLÉN, F.; HAMBRICK, D. Z.; MOSING, M. A. Rethinking expertise: A multifactorial gene–environment interaction model of expert performance. **Psychological Bulletin**, v. 142, n. 4, p. 427–446, 2016.

APÊNDICE 1. Ficha de avaliação utilizada no presente estudo.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA
Campus Universitário do Bacanga - Núcleo de Esporte
Av. dos Portugueses, 1966, São Luís – MA. CEP: 65085-580.

PPGEF
Programa de Pós-Graduação
em Educação Física - UFMA

ATA DE DEFESA DE MESTRADO

Às oito horas do dia 31 de maio de 2024 na Universidade Federal do Maranhão (UFMA), reuniu-se, em Sessão pública on-line, a Comissão Examinadora da Defesa de Mestrado de **Henry Barbosa de Andrade** sob o título **ASSOCIAÇÃO ENTRE O POLIMORFISMO ACTN3 R577X E PADRÃO DE VELOCIDADE DO MOVIMENTO EM PRATICANTES DE MUSCULAÇÃO**. Iniciando os trabalhos, o(a) Presidente, Dr(a). Marcos Antonio Pereira dos Santos, procedeu à abertura da sessão com a apresentação da comissão examinadora, tendo a seguir o(a) candidato(a) dado início à exposição. Ao final da apresentação, o(a) Presidente, compondo a mesa, convidou os componentes da comissão examinadora, para efetuar os questionamentos pertinentes. No final, a comissão examinadora se reuniu em sessão secreta para julgamento e expedição do resultado final.

PARTICIPANTES DA COMISSÃO EXAMINADORA	NOTA (0,0 a 10,0)
1º Examinador(a): Prof(a). Dr(a). GLÉBIA ALEXA CARDOSO	8
2º Examinador(a): Prof(a). Dr(a). CARLOS EDUARDO NEVES AMORIM	7
3º Examinador(a): Prof(a). Dr(a). GUILHERME DE AZAMBUJA PUSSIELDI	8
MÉDIA DAS NOTAS	7,67

CONCEITO FINAL				
A (10,0 a 9,00)	B (8,99 a 8,00)	C (7,99 a 7,00)	D (6,99 a 6,00)	E (menor que 6,00)

Resultado Final: Após a apresentação e arguição, o(a) candidato(a) foi considerado(a): **aprovado(a)**.

Nada mais havendo a tratar, o(a) Presidente encerrou a sessão, sendo lavrada a presente ata que será assinada por todos os membros participantes da comissão examinadora.

São Luís, 31 de Maio de 2024.

 Documento assinado digitalmente MARCOS ANTONIO PEREIRA DOS SANTOS Data: 04/06/2024 11:38:44-0300 Verifique em https://validar.jf.gov.br		
Orientador(a)		
 Documento assinado digitalmente GLEBIA ALEXA CARDOSO Data: 05/06/2024 09:25:09-0300 Verifique em https://validar.jf.gov.br	 Documento assinado digitalmente CARLOS EDUARDO NEVES AMORIM Data: 05/06/2024 10:46:45-0300 Verifique em https://validar.jf.gov.br	 Documento assinado digitalmente GUILHERME DE AZAMBUJA PUSSIELDI Data: 04/06/2024 11:45:32-0300 Verifique em https://validar.jf.gov.br
1º Examinador(a)	2º Examinador(a)	3º Examinador(a)

ANEXO 1. Comprovante de aprovação no comitê de ética em pesquisa da instituição.



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Associação entre o polimorfismo ACTN3 (R577X) e o padrão de velocidade do movimento em praticantes de musculação

Pesquisador: Marcos Antonio Pereira dos Santos

Área Temática: Genética Humana:

(Trata-se de pesquisa envolvendo Genética Humana que não necessita de análise ética por parte da CONEP.);

Versão: 2

CAAE: 75638323.2.1001.5214

Instituição Proponente: FUNDACAO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUI

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.635.963

Apresentação do Projeto:

A apresentação do projeto foi baseada em informações extraídas dos documentos "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2238173.pdf" e "PROJETO_ACTN3_CORRECAO_DO_CRONOGRAMA.docx".

Este parecer refere-se à análise de resposta às pendências, emitidas pelo CEP-UFPI/CMPP no parecer número 6.555.460, em 05 de Dezembro de 2023, referente ao projeto de pesquisa intitulado "Associação entre o polimorfismo ACTN3 (R577X) e o padrão de velocidade do movimento em praticantes de musculação".

Pesquisador principal: Marcos Antonio Pereira dos Santos

Equipe de pesquisa: Sandro Soares de Almeida

Resumo do projeto

O projeto de pesquisa visa explorar a associação entre o polimorfismo ACTN3 (R577X) e o padrão de velocidade do movimento em praticantes de musculação. A contextualização destaca a importância do perfil genético na performance atlética, mencionando estudos que identificaram

Endereço: Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, sala do CEP UFPI (Bloco da Pró-Reitoria de Administração -
Bairro: Ininga **CEP:** 64.049-550
UF: PI **Município:** TERESINA
Telefone: (86)3237-2332 **Fax:** (86)3237-2332 **E-mail:** cep.ufpi@ufpi.edu.br

ANEXO 2. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS E SAÚDE
Campus Universitário Ministro Petrônio Portella – Bairro Ininga – Teresina/PI
CEP: 64019-650 – Fone (86) 3215 5856

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado (a), você está sendo convidado (a) a participar, como voluntário (a) do projeto de pesquisa intitulado “**Associação entre o polimorfismo ACTN3 (R577X) e o padrão de velocidade do movimento em praticantes de musculação**”. Esta pesquisa é liderada pelo professor Dr. Marcos Antonio Pereira dos Santos e auxiliada pelo pesquisador Henryr Barbosa de Andrade

Este documento esclarece sobre o estudo. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, será necessário assinar duas vias desse documento. Uma das vias será sua e a outra do pesquisador responsável. Em caso de recusa você não será penalizado (a) de forma alguma.

Vale ressaltar que a decisão de fazer parte do estudo é voluntária e você pode recusar ou retirar-se do estudo a qualquer momento sem nenhum tipo de consequência.

ESCLARECIMENTOS SOBRE A PESQUISA

Pesquisador responsável: Dr. Marcos Antônio Pereira dos Santos - Departamento de Biofísica e Fisiologia - UFPI. **CONTATO:** (86) 98852-4880. **Pesquisador assistente:** Mestrando Henryr Barbosa de Andrade – Programa de Pós Graduação em Educação Física - UFMA. **CONTATO:** (86) 99822-3772.

Trata-se de uma pesquisa que será realizada com indivíduos com idade igual ou acima de 18 anos de idade de ambos os sexos. A pesquisa tem como justificativa o esclarecimento da relação entre o polimorfismo ACTN3 (R577X) e o padrão de velocidade de movimento em praticantes de musculação.

Para nossa coleta, você irá nos disponibilizar mucosa da cavidade bucal (para avaliação genética) e será submetido a avaliações antropométricas (peso e altura) e de composição corporal. O material genético será coletado a partir de um *swab*. Você terá sua composição corporal avaliada a partir do analisador InBody S10 (Coreia do Sul). Após isso, será submetido a um teste de 1RM nos exercícios supino reto e agachamento.

Além disso, você realizará quatro sessões com 5 minutos de descanso entre elas, sendo duas no supino (70% e 50% de 1RM) e duas no agachamento com barra nas costas (70% e 50% de 1RM). Será realizado um aquecimento geral de 5,5 km/h na esteira e antes de cada exercício (supino e agachamento) um aquecimento específico e oito repetições com carga de 50% de 1RM. Os exercícios serão realizados até a falha concêntrica em todas as situações, sendo a fase excêntrica controlada para ser feita em média durante dois segundos e fase concêntrica feita na maior velocidade possível.

Os pesquisadores bem como o orientador responsável pelo desenvolvimento do estudo asseguram que nenhum sujeito será submetido à pesquisa sem ter garantida a sua privacidade e protegida sua integridade física e moral, bem como ter assinado esse termo de consentimento. Além disso, vocês serão orientados (as) sobre as razões, riscos e benefícios da pesquisa.

Esclareço que os riscos envolvidos na participação da pesquisa são os mínimos possíveis. Durante a realização de força máxima, poderão ocorrer possíveis lesões e desconforto ao executar os movimentos. A intensidade dos testes será monitorada através de uma escala de esforço percebido. Todos os testes serão efetuados sob a orientação de profissionais da área de educação física. Os possíveis erros durante os testes serão minimizados também através das seguintes providências: a) Instruções padronizadas serão fornecidas antes do teste; b) O avaliado será instruído sobre a técnica

de execução do protocolo de exercício; c) O avaliador estará atento quanto à posição adotada pelo praticante no momento da medida. **Os pesquisadores do presente estudo asseguram que manterão os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob suas guardas e responsabilidades, por um período de 5 anos após o término da pesquisa. Após este período, os dados serão deletados.**

Quanto à coleta do material genético, os riscos são desconforto e incômodo na raspagem do swab na região interna da boca. Os riscos serão mínimos, pois todas as etapas de coleta das amostras biológicas serão realizadas por pessoas treinadas e habilitadas, seguindo todas as normas de biossegurança.

Os resultados obtidos nesta pesquisa serão utilizados para fins acadêmico-científicos (divulgação em revistas e em eventos científicos) e os pesquisadores se comprometem a manter o sigilo e identidade anônima, como estabelecem as Resoluções do Conselho Nacional de Saúde nº. 466/2012 e 510/2016 e a Norma Operacional 01 de 2013 do Conselho Nacional de Saúde, que tratam de normas regulamentadoras de pesquisas que envolvem seres humanos. E você terá livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo, bem como lhe é garantido acesso a seus resultados.

Esclareço ainda que você não terá nenhum custo com a pesquisa, e caso haja por qualquer motivo, asseguramos que você será devidamente ressarcido. **Não haverá nenhum tipo de pagamento por sua participação, ela é voluntária. Mediante as possíveis lesões e desconforto ao executar os testes, os participantes receberão assistência imediata e integral, como descrito no inciso II da Resolução CNS 466/2010. No improvável evento de desconfortos mais severos, você será encaminhado ao atendimento hospitalar de urgência.** Caso ocorra algum dano comprovadamente decorrente de sua participação neste estudo, você será indenizado conforme determina a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, bem como lhe será garantida a assistência integral.

Dúvidas sobre a pesquisa envolvendo princípios éticos poderão ser questionadas ao **Comitê de Ética em Pesquisa da UFPI** localizado no Campus Universitário Ministro Petrônio Portella - Bairro Ininga, Teresina-PI, CEP: 64.049-550, Telefone: (86) 3237-2332, E-mail: cep.ufpi@ufpi.edu.br. Reclamações e/ou insatisfações relacionadas à participação do paciente na pesquisa poderão ser comunicadas por escrito à Secretaria do CEP/UFPI, desde que os reclamantes se identifiquem, sendo que o seu nome será mantido em anonimato.

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA NA PESQUISA

Após os devidos esclarecimentos e estando ciente de acordo com os que me foi exposto, Eu _____, declaro que aceito participar da pesquisa intitulada **“Associação entre o polimorfismo ACTN3 (R577X) e o padrão de velocidade do movimento em praticantes de musculação”**, dando pleno consentimento para uso das informações por mim prestadas. Para tanto, assino este consentimento em duas vias, rubrico todas as páginas e fico com a posse de uma delas.

Teresina, _____ de _____ de 2024

Assinatura e CPF do participante



Henry Barbosa de Andrade
CPF: 018.441.813-59
Pesquisador Assistente