

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde: Saúde da Criança e do
Adolescente

ALEXANDRE DE MENDONÇA SANTOS

Avaliação direta da capacidade cardiorrespiratória máxima de adolescentes
atletas de futebol com dilatador nasal externo

Belo Horizonte

2025

Alexandre de Mendonça Santos

**Avaliação direta da capacidade cardiorrespiratória máxima de adolescentes
atletas de futebol com dilatador nasal externo**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Cássio da Cunha Ibiapina.

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Cláudia Ribeiro de Andrade.

Belo Horizonte

2025

Santos, Alexandre de Mendonça.
SA237a Avaliação direta da capacidade cardiorrespiratória máxima de adolescentes atletas de futebol com dilatador nasal externo [recurso eletrônico]. / Alexandre de Mendonça Santos. - - Belo Horizonte: 2025.

73f.: il.

Formato: PDF.

Requisitos do Sistema: Adobe Digital Editions.

Orientador (a): Cássio da Cunha Ibiapina.

Coorientador (a): Cláudia Ribeiro de Andrade.

Área de concentração: Saúde da Criança e do Adolescente.

Dissertação (mestrado): Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina.

1. Exercício Físico. 2. Avaliação de Desempenho Profissional. 3. Teste de Esforço. 4. Descritor. 5. Atletas. 6. Futebol. 7. Desempenho Físico Funcional. 8. Dissertação Acadêmica. I. Ibiapina, Cássio da Cunha. II. Andrade, Cláudia Ribeiro de. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina. IV. Título.

NLM: WG 141.5.F9

Bibliotecário responsável: Fabian Rodrigo dos Santos CRB-6/2697



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE MEDICINA - CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE
SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE
ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Às quinze horas e trinta minutos do dia treze de março de dois mil e vinte e cinco, na sala 828, 8º andar da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, realizou-se a defesa de dissertação de mestrado do aluno **ALEXANDRE DE MENDONÇA SANTOS**, número de registro 2023651241, graduado no curso de EDUCAÇÃO FÍSICA, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em CIÊNCIAS DA SAÚDE, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde - Saúde da Criança e do Adolescente. A Presidência da sessão coube ao Prof. Cássio da Cunha Ibiapina - Orientador (UFMG). Inicialmente o Presidente após dar conhecimento aos presentes sobre o teor das Normas Regulamentares do trabalho final de Pós-Graduação, fez a apresentação da Comissão Examinadora, assim, constituída pelos seguintes Professores Doutores: Cássio da Cunha Ibiapina - Orientador (UFMG), Lais Meirelles Nicolliello Vieira (UFMG), Ricardo Reis Dinardi (PUC-MG) e Cláudia Ribeiro de Andrade, Coorientadora (UFMG). Em seguida o Presidente autorizou o aluno a iniciar a apresentação de seu trabalho final intitulado **"AVALIAÇÃO DIRETA DA CAPACIDADE CARDIORRESPIRATÓRIA MÁXIMA DE ADOLESCENTES ATLETAS DE FUTEBOL COM DILATADOR NASAL EXTERNO"**. Seguiu-se à arguição pela comissão Examinadora, com a respectiva defesa do aluno. Logo após a Comissão reuniu-se sem a presença do candidato e do público para julgamento e expedição do resultado da avaliação do trabalho final do aluno e considerou a dissertação **Aprovada**. O resultado final foi comunicado publicamente ao aluno pelo Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a sessão e lavrou a presente ata que, após lida, será assinada eletronicamente por todos os membros da Comissão Examinadora presente através do SEI (Sistema Eletrônico de Informações) do Governo Federal.

Belo Horizonte, 13 de março de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Lais Meirelles Nicolliello Vieira, Coordenador(a)**, em 24/03/2025, às 11:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Claudia Ribeiro de Andrade, Professora do Magistério Superior**, em 26/03/2025, às 13:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cassio da Cunha Ibiapina, Professor do Magistério Superior**, em 26/03/2025, às 21:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Reis Dinardi, Usuário Externo**, em 08/04/2025, às 12:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4044371** e o código CRC **2C3FF98C**.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Reitora: Prof^ª Sandra Regina Goulart Almeida

Vice-Reitor: Prof. Alessandro Fernandes Moreira

Pró-Reitora de Pós-Graduação: Prof^ª Isabela Almeida Pordeus

Pró-Reitor de Pesquisa: Prof. Fernando Marcos dos Reis

Faculdade de Medicina

Diretora: Prof^ª Alamanda Kfourri Pereira

Vice-Diretora: Prof^ª Cristina Gonçalves Alves

Coordenador do Centro de Pós-Graduação: Prof. Tarcizo Afonso Nunes

Subcoordenadora do Centro de Pós-Graduação: Prof^ª Eli Iola Gurgel
Andrade

Chefe do Departamento de Pediatria: Prof^ª Mônica Versiani Nunes
Pinheiro de Queiroz

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Saúde da Criança e do Adolescente

Coordenadora: Prof^ª Débora Marques de Miranda

Subcoordenadora: Prof^ª Juliana Gurgel Giannetti

Colegiado

Prof^ª Ana Cristina Simões e Silva

Prof^ª Débora Marque de Miranda

Prof^ª Juliana Gurgel Giannetti

Prof^ª Maria Cândida Ferrarez Bouzada Viana

Prof^ª Luana Caroline dos Santos

Prof. Sérgio Veloso Brant Pinheiro

Representante Discente

Laura Rangel Drumond de Menezes

A

Iarcy Geralda de Mendonça Santos e
Miguel Ferreira de Mendonça.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pelo dom da vida, pela saúde, pela minha família, pelos meus amigos maravilhosos, pela proteção e por permitir que eu faça aquilo que eu gosto.

Um agradecimento especial aos meus “mestres”, professores orientadores: à Prof^a Dr^a. Cláudia Ribeiro de Andrade e ao Prof. Dr. Cássio da Cunha Ibiapina.

À equipe de Pneumologia Pediátrica.

Ao amigo, Carlos Henrique Ferreira, pelo incentivo, amizade e pelo apoio na coleta de dados, meu muito obrigado.

Ao amigo Ricardo Reis Dinardi, pelo apoio e incentivo desde o início deste projeto.

À Artwork, empresa gerenciada pelos empresários Rômulo Abreu e Ronan Abreu, pela confecção do placebo e disponibilidade em ajudar.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelas bolsas de pesquisa e financiamento do projeto.

Ao profissional Antônio Augusto da Silva Abreu e toda a sua equipe de estatísticos, pela análise estatística dos dados.

À instituição Cruzeiro Esporte Clube (SAF), nas pessoas de seus funcionários, que auxiliaram na pesquisa e, em especial, ao coordenador da *performance*, Omar Feitosa, e ao fisiologista das categorias de base, Paulo Henrique Cassal, e aos atletas que participaram diretamente deste estudo.

A minha mãe, que sempre esteve me ensinando, apoiando e corrigindo, a qual soube com grande sabedoria incentivar-me nos momentos difíceis das derrotas, motivar-me durante os períodos de dificuldade a manter meu foco de atenção e concentração direcionada.

Ao meu querido filho, Miguel Ferreira de Mendonça, pelo amor incondicional.

Agradeço também a minha esposa Maria Aparecida Ferreira Silva, pelo seu apoio, carinho e sabedoria, ajudando-me a superar todos os obstáculos e sempre me ajudando, ao meu lado, sendo um exemplo e pilar de fé na minha família.

Ao meu pai, Valdenor Gonçalves Santos (*in memoriam*), que sempre foi um exemplo de pai e homem em minha vida.

A minha irmã, Michela de Mendonça Santos, que sempre esteve presente ao

meu lado, me apoiando e incentivando em todos os momentos de dificuldades.

Às estudantes da iniciação científica Ana Carolina e Gabriela Padovani, da Faculdade de Medicina, por todo o apoio prestado durante as coletas.

Aos estagiários de Educação Física, Pedro Ivo, do Atlético Mineiro, e o estudante Vinícius Andrade, estagiário da empresa AM Fisiologia e *Performance*, por todo suporte e acompanhamento prestado durante as coletas realizadas.

Enfim, a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, bem como para o meu desenvolvimento e crescimento pessoal.

NOTA EXPLICATIVA

Esta dissertação inicia-se com as seguintes seções: introdução, justificativa, objetivos, metodologia e referências. Na sequência, o artigo de revisão e o artigo original. Posteriormente, são apresentadas as considerações finais, os apêndices e anexos. As referências foram acrescentadas de acordo com as normas de Vancouver após cada sessão da dissertação, conforme as recomendações específicas dos periódicos para os quais os artigos serão submetidos.

O formato atende às diretrizes vigentes na Resolução 03/2010 do Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Saúde da Criança e do Adolescente da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Assim, decidiu-se apresentar o presente estudo em formato que se enquadra nas determinações do colegiado. Essas recomendações permitem que as dissertações de mestrado e teses de doutorado sejam apresentadas em formato de artigo(s) científico(s) e visam aumentar a divulgação e o alcance das pesquisas científicas realizadas no âmbito da Faculdade de Medicina da UFMG.

RESUMO

Introdução: o dilatador nasal externo (DNE) aumenta a área de secção transversa da válvula nasal, reduzindo a resistência nasal, sendo amplamente utilizado por treinadores e profissionais de saúde como ferramenta para aprimorar o desempenho cardiorrespiratório e a função nasal. No futebol existem diversos recursos ou equipamentos que mensuram as capacidades físicas e há também aqueles que auxiliam no desempenho esportivo. Este estudo teve como objetivo comparar a capacidade cardiorrespiratória medida pelo teste cardiorrespiratório máximo realizado de forma direta, a percepção subjetiva de esforço (PSE) e o pico de fluxo inspiratório nasal (PFIN) em atletas de futebol com 14 a 17 anos utilizando o DNE experimental e o DNE placebo. **Metodologia:** foram avaliados 58 atletas de alta *performance* que atenderam aos critérios de inclusão, todos do sexo masculino. Todos participaram de um protocolo aleatório em duas condições: com DNE experimental e com placebo. Avaliaram-se o consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx), a PSE após teste máximo e o PFIN. **Resultados:** demonstrou-se que o uso do DNE proporcionou significativas melhorias no VO_2 max, aumento no PFIN e redução na PSE. O uso do DNE experimental mostrou médias significativamente mais altas do que na condição placebo em relação ao PFIN, sendo $220,5 \pm 25,2$ L/min e $204,1 \pm 24,6$ ($p < 0,001$) em relação ao VO_2 máx. $58,5 \pm 4,4$ mL/ Kg / min e $53,9 \pm 3,5$ mL/ Kg/ min ($p < 0,001$), em relação à PSE $7,8 \pm 0,8$ e $9,0 \pm 0,7$ ($p < 0,001$), respectivamente. Esta pesquisa foi a primeira do nosso conhecimento a discutir a avaliação da medida direta do VO_2 máx em adolescentes atletas de futebol utilizando o dilatador nasal externo. **Conclusão:** os resultados revelaram que o DNE é uma ferramenta eficaz para melhorar a capacidade cardiorrespiratória, reduzir a PSE e otimizar a função nasal em adolescentes atletas.

Palavras-chave: dilatador nasal externo; exercício físico; avaliação direta; ergoespirometria.

ABSTRACT

Introduction: The external nasal dilator (END) increases the cross-sectional area of the nasal valve, reducing nasal resistance, and is widely used by coaches and health professionals as a tool to improve cardiorespiratory performance and nasal function. In soccer, there are several resources or equipment that measure physical capabilities and there are also those that assist in sports performance. This study aimed to compare cardiorespiratory capacity measured by the direct maximal cardiorespiratory test, the Subjective Perceived Exertion (SPE) and the Peak Nasal Inspiratory Flow (PNIF) in soccer players aged 14 to 17 years using the experimental END and the placebo END. **Methodology** Fifty-eight high- performance athletes who met the inclusion criteria were evaluated , all male. All participated in a randomized protocol in two conditions: with experimental END and with placebo. Maximum oxygen consumption ($VO_2 \text{ max}$), subjective perceived exertion (SPE) after the maximum test and peak nasal inspiratory flow (PNIF) were evaluated. **Results** demonstrated that the use of END provided significant improvements in $VO_2 \text{ max}$, an increase in PNIF and a reduction in PSE. The use of the experimental DNE showed significantly higher means than in the placebo condition in relation to the PNIF, being ($220.5 \pm 25.2 \text{ L/min}$ and 204.1 ± 24.6) ($p < 0.001$), in relation to $VO_2 \text{ max}$. ($58.5 \pm 4.4 \text{ mL/Kg/min}$ and $53.9 \pm 3.5 \text{ mL/Kg/min}$) ($p < 0.001$), in relation to RPE (7.8 ± 0.8 and 9.0 ± 0.7) ($p < 0.001$) respectively. This research was the first to our knowledge to discuss the evaluation of the direct measurement of $VO_2 \text{ max}$ in adolescent soccer athletes using the external nasal dilator. **Conclusion** The results revealed that the END is an effective tool to improve cardiorespiratory capacity, reduce RPE and optimize nasal function in adolescent athletes.

Keywords: External nasal dilator; physical exercise; direct assessment; ergospirometry.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACMS	Colégio Americano de Medicina do Esporte
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
cm	Centímetro
CO ₂	Dióxido de carbono
COEP	Comitê de Ética em Pesquisa
dp	Desvio-padrão
DNE	Dilatador nasal externo
ECG	Eletrocardiograma
FC	Frequência cardíaca
IMC	Índice de massa corporal
ISAAC	<i>International Study on Asthma and Allergies in Childhood</i>
kg	Quilograma
L/min.	Litros/minuto
LA	Limiar anaeróbio
LILACS	Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde
m	metro
O ₂	Oxigênio
PA	Pressão arterial
PFIN	Pico do fluxo inspiratório nasal
PHV	Pico da velocidade do crescimento
PSE	Percepção subjetiva de esforço
PUBMED	Publicações médicas
SAF	Sociedade Anônima do Futebol
SciELO	<i>Scientific Electronic Library Online</i>
TA	Termo de Assentimento
TC6'	Teste de caminhada de 6 minutos
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TE	Teste ergométrico
TEC	Teste de esforço cardiorrespiratório
TECP	Teste de exercício cardiopulmonar
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
VCO ₂	Produção de dióxido de carbono

VE	Ventilação por minuto
VO ₂	Consumo de oxigênio
VO ₂ máx.	Consumo máximo de oxigênio
VP	Ventilação pulmonar
VSAQ	<i>Veterans Specific – Activity Questionnaire</i>
VVM	Ventilação voluntária máxima

SUMÁRIO¹

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 JUSTIFICATIVA.....	16
3 OBJETIVOS.....	17
4 METODOLOGIA.....	18
4.1 Delineamento, local e período do estudo.....	18
4.2 Amostra.....	18
4.3 Critérios de inclusão e exclusão.....	18
4.4 Materiais, equipamentos e procedimentos da coleta de dados: antropometria e variáveis fisiológicas.....	19
4.4.1 <i>Teste cardiorrespiratório</i>	20
4.4.2 <i>Obtenção do pico do fluxo inspiratório nasal (PFIN)</i>	22
4.4.3 <i>Dilatador nasal externo</i>	23
4.4.4 <i>Dilatador nasal externo (DNE) placebo</i>	24
4.4.5 <i>Percepção subjetiva do esforço (PSE)</i>	24
4.4.6 <i>Pico da velocidade do crescimento</i>	25
4.4.7 <i>Protocolo da coleta de dados</i>	26
4.5 Análise estatística.....	27
4.6 Cuidados éticos.....	27
REFERÊNCIAS.....	28
RESULTADOS.....	
5.1 Artigo de revisão - Papel da ergoespirometria na avaliação de adolescentes atletas.....	29

¹ Este trabalho foi revisado de acordo com as novas regras ortográficas aprovadas pelo Acordo Ortográfico assinado entre os países que integram a Comunidade de Países de Língua Portuguesa (CPLP), em vigor no Brasil desde 2009. O texto foi formatado de acordo com as Normas Nacionais da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) de 2023. As referências seguiram as Normas Internacionais do *International Committee of Medical Journals Editors* (ICMJE), estilo Vancouver.

REFERÊNCIAS.....	29
5.2 Artigo original - Avaliação direta da capacidade cardiorrespiratória máxima de adolescentes atletas de futebol com dilatador nasal externo.....	37
REFERÊNCIAS.....	54
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
APÊNDICES E ANEXOS.....	59

1 INTRODUÇÃO

Esta dissertação tem como tema principal o dilatador nasal externo (DNE), que é um dispositivo que auxilia no desempenho esportivo em diversas modalidades esportivas. No futebol profissional percebe-se que vários atletas utilizam esses dispositivos nos treinamentos e nas competições, porém ainda há escassez de comprovações científicas, principalmente em adolescentes atletas de futebol.

Na primeira parte da dissertação são descritos dois estudos, um artigo de revisão com o tema “papel da ergoespirometria na avaliação de adolescentes atletas de alto rendimento”, no qual foram descritas as indicações, os principais fatores envolvidos na realização e interpretação de testes e o papel da ergoespirometria na atividade física de adolescentes.

O outro estudo original teve como objetivo avaliar diretamente a capacidade cardiorrespiratória máxima de adolescentes atletas de futebol com dilatador nasal externo. Este estudo de forma pioneira na literatura foi o primeiro do nosso conhecimento a estudar o efeito do dilatador nasal externo utilizando a avaliação da medida direta do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) em adolescentes atletas de alta *performance*. O DNE demonstrou melhora na capacidade aeróbica da amostra pesquisada, favorecendo, assim, a capacidade máxima de oxigênio consumido pelos adolescentes durante o teste. Além disso, foi observado aumento nos valores do pico do fluxo inspiratório nasal (PFIN) e também diminuição da percepção subjetiva de esforço (PSE).

Assim, os dados encontrados reforçam que o DNE é um dispositivo que auxilia no desempenho esportivo.

2 JUSTIFICATIVA

É notória a intensa demanda de capacidades físicas em jogadores de futebol, necessitando que haja estratégias que tenham como objetivo a melhora da capacidade cardiorrespiratória desses atletas, principalmente se forem crianças e adolescentes.

Assim sendo, a avaliação da eficácia do DNE em adolescentes atletas de futebol vem ao encontro dessa afirmação. Dessa forma, o presente trabalho justifica-se pela ausência de estudos que avaliaram a capacidade cardiorrespiratória de forma direta (em laboratório) com o DNE, devido ao custo e complexidades maiores em relação aos testes de avaliação indireta.

Ressalta-se que a utilização do DNE é simples, não invasiva e indolor. Seu custo é acessível e os resultados encontrados poderão orientar, com respaldo científico, seu uso em adolescentes atletas saudáveis, além de poder auxiliar na realização de outros estudos que avaliem sua utilização em crianças e adolescentes atletas com doenças respiratórias crônicas.

3 OBJETIVOS

- a) Comparar a capacidade cardiorrespiratória medida pelo teste cardiorrespiratório máximo realizado de forma direta, a PSE e o PFIN em atletas de futebol de 14 e 17 anos, utilizando o DNE experimental e o DNE placebo.
- b) Comparar os valores do PFIN com os do DNE experimental e placebo em adolescentes saudáveis na faixa etária de 14 a 17 anos.

4 METODOLOGIA

4.1 Delineamento, local e período do estudo

O estudo foi realizado com os atletas do CRUZEIRO ESPORTE CLUBE – Sociedade Anônima do Futebol (SAF) na Toca da Raposa I, na cidade de Belo Horizonte-MG, Brasil. O teste ergométrico de rampa foi realizado no consultório médico com a presença do cardiologista do clube. As avaliações antropométricas e do PFIN foram feitas em sala própria cedida pela mesma instituição.

Figura 1 – Local onde foram realizados os testes - CTFOR



Fonte: arquivo pessoal.

4.2 Amostra

A amostra foi constituída por atletas jogadores de futebol de alta *performance* do sexo masculino, na faixa etária de 14 a 17 anos, todos saudáveis e praticantes diários da modalidade esportiva futebol. Para cada participante e seu responsável foram explicados os fins e os procedimentos da pesquisa.

4.3 Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos na pesquisa adolescentes saudáveis com resposta negativa no questionário: *International Study on Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC)*⁴. Foram excluídos indivíduos com qualquer doença crônica, como hipertrofia moderada a grave das adenoides, detectadas pela anamnese e verificação de fâcies e postura de respirador oral, sinusite bacteriana diagnosticada clinicamente pela detecção de

secreção nasal purulenta, gotejamento pós-nasal, dor à percussão facial, associados ou não a cefaleia e febre, desvio de septo nasal, pólipos nasais e infecção das vias aéreas superiores em atividade.

A incapacidade em realizar a manobra adequada para obtenção do PFIN, em não se adaptar ao DNE e em realizar o teste cardiorrespiratório máximo, não apresentar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinado pelos pais, responsável ou representante legal e o Termo de Assentimento (TA) também foram critérios de exclusão. Outro critério de exclusão foi o participante desistir de forma voluntária do estudo.

4.4 Materiais, equipamentos e procedimentos da coleta de dados: antropometria e variáveis fisiológicas

Para a coleta de dados referentes à antropometria, foram utilizadas as variáveis massa corporal (kg) e estatura (cm). A massa corporal foi medida em balança digital da marca *Welmy*, balança digital antropométrica médico-hospitalar para medir pessoas de até 200 kg.

Figura 2 - Balança digital *Welmy*®- (São Paulo, SP, Brasil)



Fonte: www.welmy.com.br.

A estatura foi medida usando-se um estadiômetro em uma parede sem desnível, sendo a precisão de escala de 0,1 cm. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado a partir da equação: massa corporal (kg)/estatura² (m).

Figura 3 - Estatura, fixa em parede sem desnível



Fonte: www.sanny.com.br.

4.4.1 Teste cardiorrespiratório

Neste estudo foi utilizado o protocolo de rampa, que é definido levando-se em conta cinco variáveis:

- a) VO_2 máximo previsto para o participante;
- b) tempo proposto de esforço;
- c) velocidade inicial e final;
- d) inclinação inicial e final;
- e) tipo de exercício.

O VO_2 máximo previsto para o paciente é obtido de equações do *American College of Sports Medicine*, feitas para o protocolo em rampa. Essas equações levam em consideração a idade do atleta. Pelo resultado obtido em mL/kg/min, o protocolo sugeriu velocidades inicial e final bem como inclinações inicial e final para atingir o VO_2 proposto no tempo desejado. O tempo proposto de esforço normalmente se situou entre oito e 20 minutos, considerado ideal esforço máximo combinando a necessidade de dar tempo para que ocorram as alterações causadas pelo esforço com o tempo máximo que cause o maior desconforto ao paciente. A velocidade inicial e final são os valores de entrada no protocolo em rampa, sendo divididas em três grandes zonas: de 0 a 6 km/h normalmente é uma zona de caminhada; de 6 a 8 km/h é considerada zona de trote para a maior parte das pessoas. Devido ao fato de ser uma zona indefinida entre caminhada e corrida, normalmente deve ser evitada na

especificação da rampa; e acima de 8 km/h é considerada zona de corrida para a maioria das pessoas.

A inclinação final e inicial do protocolo em rampa levou em consideração a especificidade do exercício desejado. Se não se deseja que o participante corra, é interessante aumentar a inclinação final de maneira a compensar uma baixa velocidade final. Atletas de maneira geral não toleram bem grandes inclinações, sendo sugerido velocidades iniciais acima de 8 km/h e baixas inclinações finais. Os tipos de exercício em esteira ergométrica são dois: caminhada, faixa que normalmente se compreende entre 0 e 6 km/h, e corrida, faixa que normalmente se compreende acima de 8 km/h. Devem-se levar em conta a aptidão para exercício e outras características do participante, pois determinadas pessoas podem ainda estar caminhando acima de 6 km/h.

Velocidade inicial: o sistema determina que o valor da velocidade inicial seja de 3 km/h considerando caminhada e 8 km/h considerando corrida. O médico poderá alterar esses valores caso julgue necessário.

Já o valor da velocidade final é calculado pela fórmula:

1- Caminhada $\rightarrow VO_2 = Velocidade * 1.675 + 0.3015 * velocidade * inclinação + 3.50$

2- Corrida $\rightarrow VO_2 = Velocidade * 3.35 + 0.15075 * Velocidade * inclinação + 3.50$

A princípio, o valor da inclinação é considerado zero, caso o valor da velocidade atinja o valor máximo da esteira. Esse valor é compensado pelo valor da inclinação, até atingir o valor do VO_2 previsto.

Também neste estudo foi utilizado um ergoespirômetro, equipamento médico validado e extremamente preciso. O equipamento foi desenvolvido com tecnologia de ponta e conta com um exclusivo sensor de gás carbônico proprietário, que torna a medida rápida, precisa e muito estável.

Figura 4 – Equipamentos e dispositivos utilizados durante a coleta



Fonte: arquivo pessoal.

4.4.2 Obtenção do pico do fluxo expiratório nasal (PFIN)

Antes de verificar o PFIN, o participante realizou a higiene nasal habitual, assoando levemente as narinas. De pé, foi-lhe adaptada cuidadosamente a máscara facial e posteriormente ele foi instruído a fazer, a partir do volume residual, uma vigorosa inspiração nasal com a boca fechada até atingir a capacidade pulmonar total. O equipamento utilizado foi *in-check-inspiratory flow meter* (Clement Clarke, Harlow, Inglaterra). Foram realizadas três medições e escolhida a de valor mais alto.

Figura 5 – Obtenção do PFIN



Fonte: arquivo pessoal.

4.4.3 Dilatador nasal externo

O DNE usado no estudo é o comercialmente encontrado (*ClearPassage*®, RJ, Brasil). É comercializado em três tamanhos: pequeno, médio e grande, podendo ser usado por crianças, adolescentes e adultos. Os tamanhos usados no estudo foram o pequeno e o médio, de acordo com a adaptação em cada participante. Cada tira conta com duas barras paralelas de plástico que abrem suavemente as vias nasais. O DNE foi aplicado de acordo com as instruções do fabricante e todos os participantes foram orientados para que não tocassem no dispositivo.

Figura 6 – Dispositivo utilizado no estudo - DNE experimental

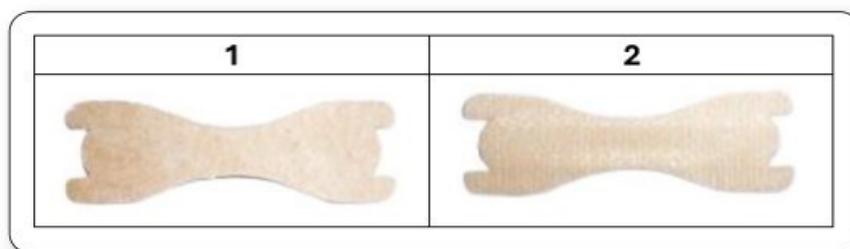


Fonte: arquivo pessoal

4.4.4 Dilatador nasal externo (DNE) placebo

O DNE placebo foi feito a partir do material de plástica adesiva sem a haste de acrílico, responsável pela dilatação das narinas. Assim o dispositivo foi semelhante em aparência, como: o tamanho, a cor e a forma, sobretudo nas extremidades, conforme a Figura 7.

Figura 7 - Dilatador nasal externo placebo (1) experimental (2)



Fonte: arquivo pessoal

4.4.5 Percepção subjetiva do esforço (PSE)

A PSE foi medida imediatamente após o teste cardiorrespiratório máximo usando a escala de Borg (1982)¹, desenvolvida para descrever a percepção de esforço físico dos indivíduos em ampla variedade de tipos de exercício e descrito a seguir (Figura 8).

Figura 8 - Tabela de percepção subjetiva de esforço

0	NADA (Apenas Perceptível)
0.5	MUITO MUITO FÁCIL
1	MUITO FÁCIL
2	FÁCIL
3	MODERADO
4	UM POUCO DIFÍCIL
5	DIFÍCIL
6	-
7	MUITO DIFÍCIL
8	-
9	MUITO MUITO DIFÍCIL (Quase Máximo)
10	MÁXIMO

Fonte: Borg (1982)¹.

4.4.6 Pico da velocidade do crescimento (PHV)

O pico da velocidade de crescimento (PHV) é definido como um indicador de maturação biológica, que se refere ao momento em que a taxa de crescimento em altura de um indivíduo atinge seu valor máximo durante a puberdade². Durante esse período, as crianças e adolescentes experimentam crescimento acelerado, que é mais pronunciado em algumas idades do que em outras, e que é associado a transformações esqueléticas, neuroendócrinas e sexuais. O PHV é uma importante medida para avaliar o crescimento e desenvolvimento de adolescentes e pode oferecer *insights* sobre sua saúde e estado nutricional.

O pico da velocidade de crescimento (PHV) pode ser caracterizado por diversas variáveis que refletem o crescimento corporal e a maturação biológica. As principais características incluem:

- a) **Idade de ocorrência:** geralmente ocorre em idades variadas, com meninos frequentemente atingindo o pico um pouco mais tarde do que meninas.

- b) **Taxa de crescimento:** durante o PHV, a taxa de crescimento em altura atinge seu máximo. Isso se traduz em significativo aumento na estatura em um curto período.
- c) **Mudanças em outras variáveis:** além do aumento na altura, o PHV também está associado a variações em outras medidas antropométricas, como peso corporal e espessura de pele.
- d) **Composição corporal:** o PHV pode influenciar a composição corporal, com mudanças no percentual de gordura. O percentual de gordura se reduz em etratos próximos do PHV, indicando diminuição na gordura corporal à medida que se aproximavam do ápice de maturação.
- e) **Variabilidade individual:** a idade e a magnitude do PHV podem variar entre indivíduos devido a fatores genéticos, nutricionais, socioeconômicos e ambientais. A avaliação do PHV é, portanto, uma importante ferramenta para personalizar o acompanhamento do crescimento e desenvolvimento de adolescentes e atleta.

Essas características tornam o PHV uma fase crítica para o monitoramento do crescimento e desenvolvimento durante a adolescência

4.4.7 Protocolo de coleta de dados

Os atletas que fizeram parte do estudo submeteram-se a duas situações de forma aleatória. A coleta de dados referentes ao estado de saúde de cada adolescente e a antropometria foram feitas antes de qualquer atividade.

Logo, as avaliações aconteceram em dois momentos distintos: o primeiro envolveu a coleta das medidas antropométricas e a obtenção do PFIN. Depois da consulta da randomização, houve a colocação do DNE placebo ou experimental e a seguir a aplicação do teste cardiorrespiratório realizado por examinadores independentes. O segundo momento se deu após 48 horas e no mesmo horário da avaliação anterior.

Os atletas que na primeira avaliação utilizaram o DNE experimental usaram na segunda avaliação o DNE placebo, e vice-versa. Assim sendo, foi obtido o PFIN com o DNE experimental ou placebo antes do exercício e a avaliação submetida de esforço imediatamente ao teste cardiorrespiratório. Entretanto, no mesmo dia não se fizeram

coletas, uma vez que o esforço físico comprometeria o desempenho do teste cardiorrespiratório.

4.5 Análise estatística

Foram empregados os cálculos de distribuição de frequência, teste t de Student, teste exato de Fisher e intervalo de confiança 95% para a diferença de médias e proporções. Além disso, para as diferenças entre os valores do PFIN, a PSE e o VO₂máx também com o DNE experimental e o placebo foram calculadas pelo teste t de Student para amostras pareadas.

Para avaliar se a amostra foi satisfatória para comparação entre as medidas com e sem o dilatador nasal externo, foi considerado tamanho de efeito baseado no “d” de Cohen, calculado com o objetivo de medir a grandeza das diferenças padronizada entre duas medidas observadas/fatores de interesse. Cohen elaborou um esquema de avaliação do “d”, sendo que “d”=0,20 significa efeito reduzido, “d”=0,50 significa efeito intermediário e “d”=0,80 efeito intenso. Foram realizados também os testes de correlação de Pearson (teste paramétrico) e coeficiente de determinação (R²).

O nível de significância considerado foi de $p < 0,05$. O pacote de informática utilizado foi o *Epi Info para Windows*, versão 3.3.2.

4.6 Cuidados éticos

O protocolo e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), CAAE – 77139623.1.0000.5149.

REFERÊNCIAS

1. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14:377-381.
2. Hobold E, Flores LJJ, Mazzardo Jr. RBO, Arruda M. Peak height velocity in anthropometry and body composition of students. *Rev Bras Cineantropom.* 2017;19(3).
3. Asher MI, Montefort S, Bjorksten B, Lai CK, Strachan DP, Weiland SK. et al. ISAAC Phase Three Study Group. Worldwide time trends in the prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis, and eczema in childhood: ISAAC Phases One and Three repeat multicountry cross-sectional surveys. *Lancet.* 2006; 368(9537):733-43
4. Yazbek Jr. P, Carvalho RT, Sabbag LMS, Rizzo L. Ergoespirometria: Teste de Esforço Cardiopulmonar, Metodologia e Interpretação. *Arq Bras Cardiol.* 1991;71(5). [Battistellahttps://doi.org/10.1590/S0066-782X1998001100014](https://doi.org/10.1590/S0066-782X1998001100014).

5 RESULTADOS

5.1 Artigo de revisão - Papel da ergoespirometria na avaliação de adolescentes atletas

RESUMO

A ergoespirometria ou teste de esforço cardiorrespiratório (TEC) estuda de forma global e não invasiva a resposta integral do organismo frente ao exercício, pela análise racional dos sistemas respiratório, cardiovascular, hematopoiético, neuropsicológico e musculoesquelético. Este artigo de revisão tem como objetivo descrever as indicações, os principais fatores envolvidos na realização e interpretação de testes e o papel da ergoespirometria na atividade física em adolescentes. As bases eletrônicas de dados Publicações Médicas (PUBMED), *Cochrane Library*, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), *Web of Science*, *Science Direct* e *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO) foram pesquisadas sem restrição de data, com as seguintes palavras-chave: “*Maximum cardiorespiratory capacity*”, “*Adolescent athletes*”, “*Football*”, “*Ergospirometry test*”, “*Physical exercise*”, “*Exercise test*”, “*Performance*” e “*Sports*”. Foram utilizados os operadores booleanos AND e OR. A utilização do teste de exercício cardiopulmonar em crianças e adolescentes ainda enfrenta vários desafios, como custo elevado e o fato de alguns materiais disponíveis no mercado, como máscaras, eletrodos, esteiras ou ciclo ergômetros, serem ajustáveis à altura dessa população. Com esse entendimento, estratégias de conhecimento e entendimento do papel da ergoespirometria na avaliação de adolescentes atletas ajudam profissionais das diferentes áreas da saúde a cada vez mais otimizar a prescrição adequada de exercícios físicos, além de apresentarem-se como um importante meio para determinar a real capacidade funcional de atletas.

Palavras-chave: capacidade cardiorrespiratória máxima; adolescentes atletas; futebol; teste ergoespirométrico; desempenho.

ABSTRACT

Ergospirometry or cardiorespiratory exercise test (TEC) studies in a global and non-invasive way the body's integral response to exercise, through the rational analysis of the respiratory, cardiovascular, hematopoietic, neuropsychological and musculoskeletal systems. This review article aims to describe the indications, the main factors involved in performing and interpreting tests and the role of ergospirometry in physical activity in adolescents. The electronic databases Medical Publications (PUBMED), Library, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), and SCIELO were searched without date restrictions, with the following keywords: “*Maximum cardiorespiratory capacity*”, “*Adolescent athletes*”, “*Football*”, “*Ergospirometry test*”, “*Physical exercise*”, “*Exercise test*”, “*Performance*” and “*sports*”. The Boolean operators AND and OR were used. The use of cardiopulmonary exercise testing in children and adolescents still faces several challenges, such as high cost and the fact that some materials available on the market, such as masks, electrodes, treadmills or cycle ergometers, are adjustable to the height of this population. With this

understanding, knowledge strategies and understanding of the role of ergospirometry in the evaluation of adolescent athletes help professionals from different areas of health to increasingly optimize the appropriate prescription of physical exercises, in addition to presenting it as an important means of determining the real functional capacity of athletes.

Keywords: Maximum cardiorespiratory capacity; adolescent athletes; football; ergometry test; Performance.

INTRODUÇÃO

A ergoespirometria ou teste de esforço cardiorrespiratório (TEC) estuda de forma global e não invasiva a resposta integral do organismo frente ao exercício, pela análise racional dos sistemas respiratório, cardiovascular, hematopoiético, neuropsicológico e musculoesquelético^{1,2}. O TEC é um método valioso para detectar modificações entre a disponibilidade e a necessidade de oxigênio pelo miocárdio e avaliar arritmias e o comportamento da pressão arterial com ou sem o uso de medicamentos³. O TEC permite, por meio da análise dos gases respiratórios aspirados durante a aplicação de um estresse fisiológico, como é o exercício físico, determinar com exatidão e reprodutibilidade a capacidade funcional do sujeito avaliado, bem como identificar uma provável isquemia miocárdica latente em outras condições patológicas existentes. E também possibilita prescrever com certeza um programa de exercícios físicos em que se cumpram com rigor os princípios fisiológicos fundamentais que o devem fazer eficaz e livre de riscos¹.

A ergoespirometria é um procedimento que combina a avaliação da função respiratória (espirometria) com a avaliação da capacidade cardiorrespiratória durante o exercício físico⁴. Durante o teste, o paciente realiza atividades físicas em uma esteira rolante ou bicicleta ergométrica, enquanto são monitorados diversos parâmetros, como frequência cardíaca, pressão arterial, ventilação pulmonar e a troca gasosa.

Portanto, este artigo de revisão tem como objetivo descrever as indicações, os principais fatores envolvidos na realização e interpretação de testes e o papel da ergoespirometria na atividade física em adolescente.

MATERIAL E MÉTODO

As bases eletrônicas de dados Publicações Médicas (PUBMED), *Cochrane Library*, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), *Web of Science*, *Science Direct* e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) foram

pesquisadas sem restrição de data, com as seguintes palavras-chave: “*Maximum cardiorespiratory capacity*”, “*Adolescent athletes*”, “*Football*”, “*Ergospirometry test*”, “*Physical exercise*”, “*Exercise test*”, “*Performance*” e “*sports*”. Foram utilizados os operadores booleanos *AND* e *OR*.

Os critérios de inclusão dos artigos respeitaram os seguintes itens:

- a) Artigos originais em inglês, espanhol ou português;
- b) estudos que investigaram as indicações, os principais fatores envolvidos na realização e interpretação de testes e o papel da ergoespirometria na atividade física em atletas;
- c) estudos com a ergoespirometria como metodologia voltados para esportes coletivos como o futebol.

A estratégia de busca foi planejada para recuperar os estudos que contivessem (pelo menos) um dos termos de cada conceito: aptidão cardiorrespiratória, indicações da ergoespirometria, adolescentes atletas, interpretação de testes.

Foram estabelecidos os seguintes critérios de exclusão: estudos que investigaram as indicações, os principais fatores envolvidos na realização e interpretação de testes e o papel da ergoespirometria em indivíduos adultos e em outras aplicações.

Histórico

Desde que foi introduzido no Brasil em 1972, o teste ergométrico convencional experimentou extraordinário crescimento na sua aplicação. Como importante método de diagnóstico, passou a ser utilizado na rotina de diagnóstico de diversos serviços em todo o país. Em 1978, foi publicado o primeiro livro-texto, pelo professor Gilberto Marcondes e colaboradores. O teste ergométrico convencional tem por objetivo submeter o indivíduo a estresse físico programado e personalizado, com a finalidade de avaliar a resposta clínica, hemodinâmica, eletrocardiográfica e metabólica ao esforço⁵. O teste ergométrico convencional se constitui em um dos exames complementares mais solicitados em Medicina. Estatísticas americanas mostram que, em 8,2% das consultas cardiológicas e 0,55% do total de consultas médicas em geral, é solicitado ao paciente que se submeta a esse procedimento⁶.

Na atualidade os testes de aptidão física apresentam alguns objetivos, tais como: fornecimento de dados importantes no processo da prescrição de exercício, coleta de dados que permitem a avaliação do progresso dos participantes em programas de exercício, motivação dos indivíduos estabelecendo objetivos de aptidão física a serem alcançados, orientação aos participantes sobre os conceitos de aptidão física e nível de aptidão individual, além de estratificação de risco proposto pela *American College of Sports Medicine* 2000 (ACSM)⁷.

Além disso, o exercício físico é um esforço fisiológico de grande valia para evidenciar alterações cardiovasculares ausentes em situação de repouso⁸. O consumo máximo de oxigênio ($VO_{2m\acute{a}x}$) é um índice objetivo do grau de esforço realizado e de funcionalidade, mesmo assim só foi utilizado nos protocolos de teste de esforço a partir de 1955, quando as técnicas de medidas de gases tornaram-se disponíveis⁹. A introdução do termo “limiar anaeróbio ventilatório” surgiu em 1964 com Wasserman e McIlroy⁹.

A medida direta do $VO_{2m\acute{a}x}$ é obtida submetendo o indivíduo a um teste ergoespirométrico com cargas crescentes e analisando as frações expiradas de oxigênio (O_2) e dióxido de carbono (CO_2) durante o esforço, além da ventilação pulmonar. Esse tipo de procedimento é o mais fidedigno e considerado padrão-ouro para esses fins¹⁰.

O limiar anaeróbio (LA) representa o ponto onde a produção de lactato no exercício é aumentada, mas ainda existe equilíbrio entre a produção e a remoção¹¹. As fontes aeróbias são predominantes no fornecimento de energia para a atividade. Já o ponto de compensação respiratória representa o ponto onde a produção de lactato é aumentada desproporcionalmente em relação ao que vinha acontecendo nas intensidades inferiores do exercício. E a fonte de energia aeróbia não consegue mais ser predominante, passando a necessitar da ajuda das fontes anaeróbias, que acentuam o acúmulo de lactato, induzindo à fadiga precocemente¹¹. Todavia, a ergoespirometria tem alto custo, são necessários equipamentos sofisticados, mão de obra especializada para a execução dos testes, maior quantidade de tempo com cada indivíduo avaliado e ainda mais motivação, por ser geralmente realizada em ambiente de laboratório⁷.

Os custos elevados do teste ergoespirométrico tornam o teste ergométrico convencional mais utilizado que a ergoespirometria na avaliação da capacidade funcional dos indivíduos¹². No entanto, a determinação do consumo máximo de

oxigênio e, conseqüentemente, a prescrição de intensidade de exercício a ser desenvolvida em programa de condicionamento físico são realizadas por métodos indiretos, normalmente baseados nas recomendações do ACSM 2000 ⁷.

Realização e interpretação de testes

A interpretação de dados obtidos em avaliação cardiopulmonar ao esforço passa inicialmente pela tabela de esforço de Borg³, pois complementa com dados objetivos a subjetividade declarada do esforço, bem como orienta o examinador na indicação de exercícios adequados. Além disso, o teste fornece dados da ventilação pulmonar (VP), processo pelo qual o ar é movido para dentro e para fora dos pulmões, e durante o exercício o incremento da ventilação por minuto (VE) é proporcional à produção de dióxido de carbono (VCO₂). A VE aumenta progressivamente durante o exercício, atingindo um platô máximo, caracterizando maior produção de CO₂ ³.

Além da VE, os equivalentes respiratórios de VO₂s e VCO₂ são a relação entre a ventilação (VE) e o consumo de oxigênio (VO₂) e a produção de dióxido de carbono (VCO₂). São importantes, pois a análise dos equivalentes respiratórios permite a detecção de limiares ventilatórios, como o limiar anaeróbio. Durante o esforço crescente, as relações VE/VO₂ e VE/VCO₂ diminuem progressivamente para depois aumentar até o final do esforço. A VE/VO₂ atinge valores mínimos, precedendo a relação VE/VCO₂. As variáveis citadas são de fundamental importância na detecção do limiar anaeróbio³.

Os testes máximos visam avaliar sintomas de tolerância e respostas cardiopulmonares ao exercício de alta intensidade em um ambiente controlado. O exercício físico tem sido reconhecido pela comunidade científica como uma estratégia para melhoria da saúde e da aptidão física. O teste da ergoespirometria é um exame de esforço cuja finalidade é analisar os parâmetros respiratórios quanto à verificação do consumo de oxigênio, produção de gás carbônico, ventilação pulmonar, circulação, bem como a respiração em nível mitocondrial, que é um processo que ocorre no interior das células⁴. Assim, durante o teste, o paciente realiza atividades físicas em uma esteira ergométrica ou em bicicleta estacionária. Durante toda a realização do exame o paciente é monitorado por meio de eletrodos semelhantes ao que são usados no exame de eletrocardiograma. Contudo, a duração do exame é analisada de acordo com a capacidade física do paciente, cujo tempo de exame varia entre oito e 12 minutos.

No teste ergométrico são avaliados de maneira direta o consumo de oxigênio (VO_2) e a produção de dióxido de carbono chamada ergoespirometria ou teste de exercício cardiopulmonar (TECP)^{13,14}. Sendo assim, esse exame serve para avaliar de forma ampla as condições do funcionamento cardiovascular, quando o atleta é submetido ao esforço físico gradualmente crescente. Partindo desse princípio, observam-se: os sintomas; os comportamentos da frequência cardíaca e da pressão arterial; eletrocardiograma feito anteriormente, durante e após o esforço físico.

Logo, os principais objetivos do teste consistem em avaliar a doença arterial coronária, capacidade funcional cardiorrespiratória, detecção de arritmias, anormalidades da pressão arterial, isquemia miocárdica, surgimento de sopros, sinais de falência ventricular esquerda, bem como eventuais sintomas que podem acompanhar tais disfunções. Sobretudo, o teste avalia a capacidade funcional de doença cardíaca já conhecida e, a partir desse diagnóstico, é possível fazer a prescrição de exercícios físicos indicada para cada paciente.

Papel da ergoespirometria na atividade física em adolescentes

Em crianças e adolescentes atletas vários são os testes que podem ser reproduzidos para avaliação da capacidade funcional, orientando programas de treinamento ou tratamento de doenças. O teste ergométrico (TE) é um método diagnóstico prescrito para inúmeras indicações em crianças e adolescentes, por exemplo, diagnosticar doenças crônicas, desvendar os mecanismos fisiológicos da aptidão aeróbica reduzida, avaliar o condicionamento físico, acompanhar pacientes após infarto do miocárdio ou em caso de angina¹⁵.

Em função da faixa etária, o protocolo a ser utilizado deve ser individualizado, uma vez que a velocidade e a inclinação da esteira podem ser aplicadas em conformidade com a capacidade do paciente. Para a realização dos testes em crianças e adolescentes atletas, fazem-se necessários conhecimentos específicos de fisiologia do exercício, diferenças de comportamento da frequência cardíaca (FC), da pressão arterial (PA) e do eletrocardiograma (ECG), bem como do uso de esfigmomanômetro de tamanho adequado a cada tipo de paciente, pré-requisito indispensável para a realização do exame nesse grupo de pacientes. No Brasil o protocolo mais utilizado é o de Bruce. O protocolo em rampa é caracterizado pela duração de oito a 12 minutos, com aumentos constantes e de pequena velocidade seguida de velocidade e inclinação individualizadas, de acordo com o sexo e idade do

paciente, tendo como base o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) previsto que pode ser estimado pelas fórmulas do *American College of Sports Medicine* (ACSM) ou pelo questionário *Veterans Specific – Activity Questionnaire* (VSAQ)⁷.

No que se refere à análise integrada dos dados, permite-se uma completa avaliação dos sistemas cardiovascular respiratório, muscular e metabólico no esforço físico, que é considerado padrão-ouro, no tocante à avaliação da limitação do exercício físico. Entretanto, permite ainda definir os mecanismos relacionados à baixa capacidade funcional, os quais podem ser causadores da dispneia quando relacionados a possíveis alterações dos sistemas envolvidos.

Os testes de esforços para doença cardíaca em crianças e adolescentes diferem em muitos aspectos dos testes realizados em adultos¹⁶. Sua resposta cardiovascular ao exercício apresenta características diferentes, que são essenciais para a interpretação de dados hemodinâmicos. Além disso, doenças associadas à isquemia miocárdica são muito raras em pacientes jovens, e as principais indicações para o teste de esforço são a avaliação da capacidade de exercício e a identificação de arritmias induzidas pelo exercício.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ergoespirometria exerce papel fundamental na avaliação de adolescentes atletas de alto rendimento e é o padrão-ouro para avaliar as respostas ao exercício físico em crianças, adolescentes e também indivíduos adultos. O teste ergométrico é o mais completo e avalia a integridade dos sistemas respiratório, cardiovascular, muscular e ainda suas adaptações após um período de treinamento físico ou outras intervenções sobre esses sistemas^{13,17}.

O teste de exercício cardiopulmonar é um exame que exige domínio técnico e científico para sua adequada realização e interpretação e vários são os fatores envolvidos para se ter um teste fidedigno. Na prática do dia a dia é de grande importância, pois ajuda nas tomadas de decisões e prescrição, além de ser muito útil na avaliação, tratamento e prognóstico, detecção de várias doenças e, ainda, na definição da melhor atividade física a ser praticada por cada pessoa, levando em consideração o sexo e a faixa etária do atleta.

A utilização do teste de exercício cardiopulmonar em crianças e adolescentes, ainda enfrenta vários desafios, como custo elevado e o fato de alguns materiais

disponíveis no mercado, como máscaras, eletrodos, esteiras ou ciclo ergômetros, serem ajustáveis à altura dessa população.

Com esse entendimento, estratégias de conhecimento do papel da ergoespirometria na avaliação de adolescentes atletas ajudam os profissionais das diferentes áreas da saúde a cada vez mais otimizarem a prescrição adequada de exercícios físicos, além de apresentarem-se como um importante meio para determinar a real capacidade funcional de atletas.

REFERÊNCIAS

1. Weisman IM, Marciniuk D, Martinez FJ, Scirba F, Sue D, Myers J. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;167(2):211–77.
2. Aguiar KB, Anzolin M, Zhang L. Global prevalence of exercise-induced bronchoconstriction in childhood: A meta-analysis. *Pediatr Pulmonol.* 2018;53(4):412–25.
3. Yazbek Jr. P, Carvalho RT, Sabbag LMS, Rizzo L. Ergoespirometria: Teste de Esforço Cardiopulmonar, Metodologia e Interpretação. *Arq Bras Cardiol.* 1991;71(5). [Battistellahttps://doi.org/10.1590/S0066-782X1998001100014](https://doi.org/10.1590/S0066-782X1998001100014).
4. Araújo CGS. Importância da ergoespirometria na prescrição de exercício ao cardiopata. *Revista da SOCERJ.* 1998;11:38-47.
5. Andrade J, Brito FS, Vilas-Boas F, Castro I, Oliveira JA, Guimarães JI Stein R. *In: II Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia Sobre Teste Ergométrico.* *Arq Bras Cardiol.* 2002;78(suppl 2).
6. Cohen MC, Sttaford RS, Misra B. Stress testing: national patterns and predictors of test ordering. *Am Heart J.* 1999;138:1019-1024.
7. American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 6. ed. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins, v. 2, 2000.
8. Negrão CE, Forjaz CLM, Barreto MUPB. Cardiovascular adaptation to dynamic physical training. *Socesp Cardiologia.* Atheneu, São Paulo, v. 2, 2005.
9. Brunetto AF, Silva BM, Roseguini BT, Hirai DM, Guedes DP. Limiar ventilatório e variabilidade da frequência cardíaca em adolescentes. *Rev Bras Med Esp.* 2005;11(1).
10. Diaz FJ, Montano JG, Melchor MT. Validation and reliability of the 1,000 meter aerobic test. *Rev Invest Clin.* 2000;52:44-51.

11. Powers SK, Holley ET. Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 3. ed., São Paulo: Manole, 2000.
12. Rondon MUPB, Forjaz CLM, Nunes N. Comparação entre a prescrição de intensidade de treinamento físico baseada na avaliação ergométrica convencional e na ergoespirométrica. Arq Bras Cardiol. 1998;70(3):159- 166.
13. Figueira TG, Magosso RF, Carli JPC, Campanholi Neto J, Robert-Pires CM. Ergoespirometria: interpretação das variáveis para identificação dos limiares metabólicos. Cent Pesq Avançadas em Qual Vida. 2018;10(1):1–14.
14. Stein R. Teste cardioplumonar de exercício: noções básicas sobre o tema. Rev Soc Cardiol do Rio Gde do Sul. [Internet]. 2006;09(nível 2):1–4. Available from: <http://sociedades.cardiol.br/sbcrcs/revista/2006/09/Artigo_01_Testes_Cardiopulmonar>.
15. Takken T, Bongers BC, van Brussel M, Haapala EA, Hulzebos EHJ. Cardiopulmonary exercise testing in pediatrics. Ann Am Thorac Soc. 2017 Jul;14(Supplement_1):S123-S128. Doi: 10.1513/AnnalsATS.201611-912FR. PMID: 28398090.
16. Massin MM. The role of exercise testing in pediatric cardiology. Arch Cardiovasc Dis. 2014 May;107(5):319-27. Doi: 10.1016/j.acvd.2014.04.004. Epub 2014 May 17. PMID: 24841496.
17. Gomes ÉLFD, Da Silva DS, Costa D. Testes de avaliação da capacidade física em Pediatria. Fisioter Bras. 2016;13(6).

5.2 Artigo original - Avaliação direta da capacidade cardiorrespiratória máxima de adolescentes atletas de futebol com dilatador nasal externo

RESUMO

O dilatador nasal externo (DNE) aumenta a área de secção transversa da válvula nasal, reduzindo a resistência nasal, sendo amplamente utilizado por treinadores e profissionais de saúde como ferramenta para aprimorar o desempenho cardiorrespiratório e a função nasal. No futebol existem diversos recursos ou equipamentos que mensuram as capacidades físicas e há também aqueles que auxiliam no desempenho esportivo. Este estudo teve como objetivo comparar a capacidade cardiorrespiratória medida pelo teste cardiorrespiratório máximo realizado de forma direta, a Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) e o Pico de Fluxo Inspiratório Nasal (PFIN) em atletas de futebol com 14 a 17 anos utilizando o DNE experimental e o DNE placebo. Foram avaliados 58 atletas de alta *performance* que atenderam aos critérios de inclusão, todos do sexo masculino. Todos participaram de um protocolo aleatório em duas condições: com DNE experimental e com placebo. Avaliou-se o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), a percepção subjetiva de esforço (PSE) após teste máximo e o pico do fluxo inspiratório nasal (PFIN). Os resultados demonstraram

que o uso do DNE proporcionou significativas melhorias no VO₂max, aumento no PFIN e redução na PSE. Esta pesquisa foi a primeira do nosso conhecimento a discutir a avaliação da medida direta do VO₂máx em adolescentes atletas de futebol utilizando o dilatador nasal externo. Concluiu-se que o DNE é uma ferramenta eficaz para melhorar a capacidade cardiorrespiratória, reduzir a PSE e otimizar a função nasal em adolescentes atletas.

Palavras-chave: dilatador nasal externo; exercício físico; avaliação direta; ergoespirometria.

ABSTRACT

The external nasal dilator (END) increases the cross-sectional area of the nasal valve, reducing nasal resistance, and is widely used by trainers and health professionals as a tool to improve cardiorespiratory performance and nasal function. When practicing sports, there are several resources or equipment that measure physical activities and there are also those that help sports performance. This study aimed to compare the cardiorespiratory capacity measured by the maximal cardiorespiratory test performed directly, the RPE and the PFIN in football athletes between fourteen and seventeen years of age using the experimental DNE and the placebo DNE. 58 high-performance athletes met the inclusion criteria, all of whom were male. All athletes participated in a randomized protocol in two conditions: with experimental END and with placebo. Maximum oxygen consumption (VO₂max), ratings perceptual of effort (RPE) after maximal test and peak nasal inspiratory flow (PNIF) were evaluated. The results demonstrated that the use of END provided significant improvements in VO₂max, an increase in PNIF and a reduction in RPE. This study was the first to our knowledge to discuss the evaluation of direct measurement of VO₂max, using the external nasal dilator. We conclude that END is an effective tool to improve cardiorespiratory capacity, reduce RPE and optimize nasal function in adolescent athletes.

Keywords: External nasal dilator; physical exercise; direct assessment; ergospirometry.

INTRODUÇÃO

Na prática esportiva existem diversos recursos ou equipamentos que mensuram as atividades físicas e há também aqueles que auxiliam no desempenho esportivo, tais como: pedômetros; acelerômetros e o dilatador nasal externo (DNE). O DNE é uma tira adesiva que se fixa horizontalmente à pele do dorso do nariz, contendo duas lâminas paralelas de plástico, indo de uma asa à outra do nariz e atuando como molas. A finalidade dessas tiras é evitar que as abas das narinas se fechem¹. O DNE pode trazer vários benefícios, como: melhoria da respiração durante o sono, do desempenho atlético e da qualidade de vida, especialmente para aqueles com obstrução nasal crônica, pessoas saudáveis, atletas, gestantes e portadores de desvio de septo, congestão nasal, ronco, apneia e câncer^{2,3}.

Em crianças e adolescentes, vários são os testes submáximos que podem ser reproduzidos para avaliação da capacidade funcional. Eles têm sido constantemente modificados para que haja reprodutibilidade e confiabilidade nessa população. Na atualidade, os testes de campo são considerados os melhores, uma vez que são de baixo custo e os indivíduos têm melhor compreensão sobre os seus mecanismos, o que os faz colaborar com o tratamento, sendo ou não saudáveis. Assim, em relação ao teste citado, destaca-se o teste da caminhada de seis minutos, que é o teste cardiopulmonar (TC6) de melhor reprodutibilidade, pois avalia em aspecto global a interação entre os sistemas respiratório, cardíaco e muscular. Em relação aos testes, destaca-se também o teste do degrau de três minutos. Esses testes são indicados em programas de treinamento físico ou tratamento de doenças crônicas.

Alguns desses testes aplicados em adultos podem sofrer adaptações ou modificações para serem fidedignos e reproduzidos em crianças. Podem ser feitos no formato de teste de campo, mais informal, como o teste de caminhada de seis minutos ou em um laboratório sobre esteira ou cicloergômetro, onde são medidas taxas metabólicas e analisados os gases exalados⁴. Dessa forma, por serem simples, os testes que se realizam em pista são bastante utilizados na educação física, como a corrida de 1000 metros e o *Léger*, ou teste aeróbico de corrida de vaivém de 20 metros. No entanto, o padrão-ouro atual para avaliar as respostas ao exercício físico em adultos e crianças saudáveis ou com doenças cardiorrespiratórias é o teste cardiorrespiratório de esforço máximo^{4,5}.

A avaliação cardiorrespiratória tem como finalidade avaliar a capacidade do paciente em se manter estável no desenvolvimento das atividades físicas de intensidade moderada a pesada por longo período de tempo. Portanto, é de fundamental importância que os educadores físicos consigam introduzir as atividades de acordo com a capacidade da pessoa. Essa regra não é diferente para atletas que, mesmo tendo melhor compleição, têm necessidade de cuidados para não extrapolarem suas capacidades físicas.

Da mesma forma, o teste de esforço físico permite que se avaliem as funcionalidades dos sistemas respiratório, cardiovascular e musculoesquelético e tem como métrica final a captação máxima de oxigênio pelo organismo ($VO_2máx$). Quanto maior a métrica, maior a capacidade cardiorrespiratória da pessoa. Isso significa dizer que a capacidade cardiorrespiratória baixa se associa ao risco de morte prematura ou mesmo problemas cardiovasculares. A ergoespirometria é um teste ergométrico

utilizado para analisar o sistema cardiopulmonar a partir das variações fisiológicas ou não, que normalmente ocorrem na frequência cardíaca ou mesmo por meio das trocas gasosas. Esse procedimento é realizado com equipamento específico e devidamente calibrado. O teste estuda de forma global e não invasiva a resposta integral do organismo ao exercício físico.

É um procedimento que tornou-se mais eficaz e que também mede diretamente a produção de dióxido de carbono (VCO_2). Na prática, a utilização do teste ergoespirométrico determina a capacidade funcional ou potência aeróbica do atleta no tocante à obtenção dos dois índices de limitação mais empregados, que na realidade são o consumo máximo de oxigênio e o limiar anaeróbico ventilatório.

Alguns estudos já avaliaram a eficácia do DNE na melhoria das atividades físicas em crianças e adolescentes^{2,6,7e17}. No entanto, não foram identificados estudos que tivessem realizado a avaliação direta do VO_2 máx. Assim, o objetivo do presente estudo foi comparar o VO_2 máx medido pelo teste cardiorrespiratório máximo realizado de forma direta, a Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) e o Pico de Fluxo Inspiratório Nasal (PFIN) em adolescentes atletas de futebol utilizando o DNE experimental e o DNE placebo.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Comparar a capacidade cardiorrespiratória medida pelo teste cardiorrespiratório máximo realizado de forma direta, a PSE e o PFIN em atletas de futebol de 14 a 17 anos, utilizando o DNE experimental e o DNE placebo.

Objetivo específico

Comparar os valores do PFIN com o DNE experimental e placebo em adolescentes saudáveis na faixa etária de 14 a 17 anos.

MÉTODOS

Delineamento, local e período do estudo

O estudo foi realizado com os atletas do CRUZEIRO ESPORTE CLUBE – SAF na Toca da Raposa I, na cidade de Belo Horizonte-MG, Brasil. O teste ergométrico de rampa foi realizado no consultório médico com a presença do cardiologista do clube.

As avaliações antropométricas e do PFIN foram feitas em sala própria cedida pela mesma instituição.

Amostra

A amostra foi constituída por atletas jogadores de futebol de alta *performance* do sexo masculino, na faixa etária de 14 a 17 anos, todos saudáveis e praticantes treinos seis vezes por semana da modalidade esportiva futebol. Para cada participante e seu responsável foram explicados os fins e procedimentos da pesquisa.

Crítérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos na pesquisa adolescentes saudáveis com resposta negativa no questionário *International Study on Asthma and Allergies in Childhood* (ISAAC). Foram excluídos indivíduos com qualquer doença crônica, como hipertrofia moderada a grave das adenoides, detectadas pela anamnese e verificação de fácies e postura de respirador oral, sinusite bacteriana diagnosticada clinicamente pela detecção de secreção nasal purulenta, gotejamento pós-nasal, dor à percussão facial, associados ou não a cefaleia e febre, desvio de septo nasal, pólipos nasais e infecção das vias aéreas superiores em atividade.

A incapacidade em realizar a manobra adequada para obtenção do PFIN, não se adaptar ao DNE, incapacidade em realizar o teste cardiorrespiratório máximo, não apresentar o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) assinado pelos pais, responsável ou representante legal ou o Termo de Assentimento (TA) também foram critérios de exclusão. Outro critério de exclusão foi o participante desistir de forma voluntária do estudo.

Materiais, equipamentos e procedimentos da coleta de dados: antropometria e variáveis fisiológicas

Para a coleta de dados referentes à antropometria, foram utilizadas as variáveis massa corporal (kg) e estatura (cm). A massa corporal foi medida em balança digital da marca Welmy® (São Paulo, SP, Brasil) com escala de precisão de 100 g e capacidade para 200 kg.

A estatura foi medida usando-se um estadiômetro da marca sanny em uma parede sem desnível sendo a precisão de escala de 0,1 cm. O índice de massa corporal

(IMC) foi calculado com base na equação: massa corporal (kg) /estatura²(m).

Teste cardiorrespiratório

Neste estudo foi utilizado o protocolo de rampa¹⁰, que é definido levando-se em conta cinco variáveis:

- a) VO₂ máximo previsto para o participante;
- b) tempo proposto de esforço;
- c) velocidade inicial e final;
- d) inclinação inicial e final;
- e) tipo de exercício.

O VO₂máx previsto para o paciente é obtido de equações do *American College of Sports Medicine*¹⁸, feitas para o protocolo em rampa. Essas equações levam em consideração a idade do atleta. Pelo resultado obtido em mL/kg/min, o protocolo sugeriu uma velocidade inicial e final bem como uma inclinação inicial e final para atingir o VO₂ proposto no tempo desejado. O tempo proposto de esforço normalmente se situou entre oito e 20 minutos, considerado ideal esforço máximo combinando a necessidade de dar tempo para que ocorram as alterações causadas pelo esforço com tempo máximo que cause o maior desconforto ao paciente. A velocidade inicial e final são os valores de entrada no protocolo em rampa, sendo que elas podem ser divididas em três grandes zonas: de 0 a 6 km/h normalmente é uma zona de caminhada; de 6 a 8 km/h é considerada zona de trote para a maior parte das pessoas. Devido ao fato de ser uma zona indefinida entre caminhada e corrida, normalmente deve ser evitada na especificação da rampa; e acima de 8 km/h é considerada zona de corrida para a maioria das pessoas.

A inclinação final e inicial do protocolo em rampa levou em consideração a especificidade do exercício desejado. Se não se deseja que o participante corra, é interessante aumentar a inclinação final de maneira a compensar uma baixa velocidade final. Atletas de maneira geral não toleram bem grandes inclinações, sendo sugerido velocidades iniciais acima de 8 km/h e baixas inclinações finais. Os tipos de exercício em esteira ergométrica são dois: caminhada, faixa que normalmente se compreende entre 0 e 6 km/h, e corrida, faixa normalmente acima de 8 km/h. Deve-se levar em conta a aptidão para exercício e outras características do participante, pois determinadas pessoas podem ainda estar caminhando acima de 6 km/h.

Velocidade inicial: o sistema determina que o valor da velocidade inicial seja de 3 km/h considerando caminhada e 8 km/h considerando corrida. O médico pode alterar esses valores caso julgue necessário.

Velocidade final: o valor da velocidade final é calculado pela fórmula:

1-Caminhada → $VO_2 = \text{Velocidade} * 1.675 + 0.3015 * \text{velocidade} * \text{inclinação} + 3.50$ 2-

Corrida → $VO_2 = \text{Velocidade} * 3.35 + 0.15075 * \text{Velocidade} * \text{Inclinação} + 3.50$

A princípio, o valor da inclinação é considerado zero; caso o valor da velocidade atinja o valor máximo da esteira, esse valor é compensado pelo valor da inclinação, até atingir o valor do VO_2 previsto.

Também neste estudo foi utilizado um ergoespirômetro da marca HandyMET, 2024, Bahia, equipamento médico validado e extremamente preciso. O equipamento foi desenvolvido com tecnologia de ponta e conta com um exclusivo sensor de gás carbônico proprietário, que torna a medida rápida, precisa e muito estável.

Obtenção do pico do fluxo expiratório nasal (PFIN)

Antes de verificar o PFIN, o participante realizou a higiene nasal habitual, assoando levemente as narinas. Com o participante de pé, foi adaptada cuidadosamente a máscara facial e posteriormente ele foi instruído a fazer, a partir do volume residual, uma vigorosa inspiração nasal com a boca fechada até atingir a capacidade pulmonar total. O equipamento utilizado foi *in-check-inspiratory flow meter* (Clement Clarke, Harlow, Inglaterra). Foram realizadas três medições e escolhida a de valor mais alto.

Dilatador nasal externo

O DNE usado no estudo é o comercialmente encontrado (*ClearPassage*®, RJ, Brasil). É comercializado em três tamanhos: pequeno, médio e grande, podendo ser usado por crianças, adolescentes e adultos. Os tamanhos usados no estudo foram o pequeno e o médio, de acordo com a adaptação em cada participante. Cada tira conta com duas barras paralelas de plástico que abrem suavemente as vias nasais. O DNE foi aplicado de acordo com as instruções do fabricante e todos os participantes foram orientados para que não tocassem no dispositivo.

Figura 1 – Dispositivo utilizado no estudo - DNE experimental

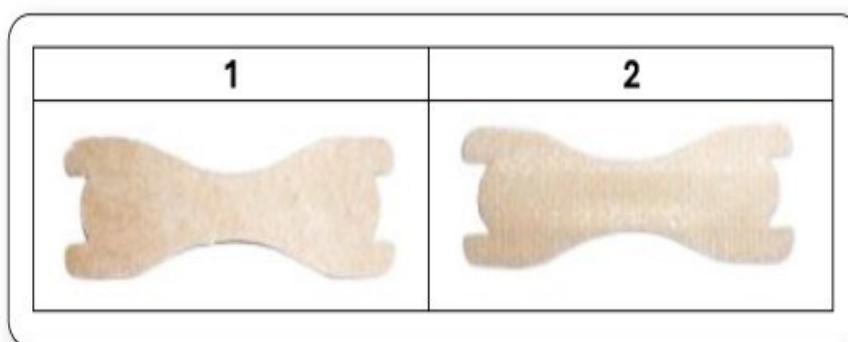


Fonte: arquivo pessoal.

Dilatador nasal externo (DNE) placebo

O DNE placebo foi feito a partir do material de plástico adesiva sem a haste de acrílico, responsável pela dilatação das narinas. Assim, o dispositivo foi semelhante em aparência, como: tamanho, cor e a forma, sobretudo nas extremidades, conforme a Figura 2.

Figura 2 - Dilatador nasal externo placebo (1) experimental (2)



Fonte: arquivo pessoal

Percepção subjetiva do esforço (PSE)

A PSE foi medida imediatamente após o teste cardiorrespiratório máximo usando-se a escala de Borg (1982)⁸, desenvolvida para descrever a percepção de

esforço físico dos indivíduos em ampla variedade de tipos de exercício e descrito a seguir:

Figura 3 - Tabela de percepção subjetiva de esforço

0	NADA (Apenas Perceptível)
0.5	MUITO MUITO FÁCIL
1	MUITO FÁCIL
2	FÁCIL
3	MODERADO
4	UM POUCO DIFÍCIL
5	DIFÍCIL
6	-
7	MUITO DIFÍCIL
8	-
9	MUITO MUITO DIFÍCIL (Quase Máximo)
10	MÁXIMO

Fonte: Borg (1982)⁸.

Pico da velocidade do crescimento (PHV)

O PHV é definido como um indicador de maturação biológica, que se refere ao momento em que a taxa de crescimento em altura de um indivíduo atinge seu valor máximo durante a puberdade⁹. Durante esse período, as crianças e adolescentes experimentam um crescimento acelerado, que é mais pronunciado em algumas idades do que em outras, e que é associado a transformações esqueléticas, neuroendócrinas e sexuais. O PHV é uma importante medida para avaliar o crescimento e desenvolvimento de adolescentes e pode oferecer *insights* sobre sua saúde e estado nutricional.

O pico da velocidade de crescimento (PHV) pode ser caracterizado por diversas variáveis que refletem o crescimento corporal e a maturação biológica. As principais características incluem:

- a) **Idade de ocorrência:** geralmente ocorre em idades variadas, com meninos frequentemente atingindo o pico um pouco mais tarde do que meninas.
- b) **Taxa de crescimento:** durante o PHV, a taxa de crescimento em altura atinge seu máximo. Isso se traduz em significativo aumento na estatura em curto período.
- c) **Mudanças em outras variáveis:** além do aumento na altura, o PHV também está associado a variações em outras medidas antropométricas, como peso corporal e espessura de pele.
- d) **Composição corporal:** o PHV pode influenciar a composição corporal, com mudanças no percentual de gordura. O percentual de gordura se reduz em estratos próximos do PHV, indicando diminuição na gordura corporal à medida que se aproximavam do ápice de maturação.
- e) **Variabilidade individual:** a idade e a magnitude do PHV podem variar entre indivíduos devido a fatores genéticos, nutricionais, socioeconômicos e ambientais. A avaliação do PHV é, portanto, uma importante ferramenta para personalizar o acompanhamento do crescimento e o desenvolvimento de adolescentes e atleta.

Essas características tornam o PHV uma fase crítica para o monitoramento do crescimento e desenvolvimento durante a adolescência.

Protocolo de coleta de dados

Os atletas que fizeram parte do estudo submeteram-se de duas situações de forma aleatória. A coleta de dados referentes ao estado de saúde de cada adolescente e a antropometria foram feitas antes de qualquer atividade.

Logo, as avaliações aconteceram em dois momentos distintos: o primeiro envolveu a coleta das medidas antropométricas e a obtenção do PFIN. Depois da consulta da randomização, houve a colocação do DNE placebo ou experimental e a seguir a aplicação do teste cardiorrespiratório realizado por examinadores independentes. O segundo momento se deu após 48 horas e no mesmo horário da avaliação anterior.

Os atletas que na primeira avaliação utilizaram o DNE experimental usaram na segunda avaliação o DNE placebo, e vice-versa. Assim sendo, foi obtido o PFIN como

DNE experimental ou placebo antes do exercício e a avaliação submetida de esforço imediatamente ao teste cardiorrespiratório. Entretanto, no mesmo dia não se fizeram coletas, uma vez que o esforço físico comprometeria o desempenho do teste cardiorrespiratório.

Análise estatística

Foram empregados os cálculos de distribuição de frequência, teste t de Student, teste exato de Fisher e intervalo de confiança 95% para a diferença de médias e proporções. Além disso, para as diferenças entre os valores do PFIN, a PSE e o VO₂máx também com o DNE experimental e o placebo foram calculadas pelo teste t de Student para amostras pareadas.

Para avaliar se a amostra foi satisfatória para a comparação entre as medidas com e sem o dilatador nasal externo, foi considerado tamanho de efeito baseado no “d” de Cohen, calculado com o objetivo de medir a grandeza das diferenças padronizada entre duas medidas observadas/fatores de interesse. Cohen elaborou um esquema de avaliação do “d”, sendo que “d”=0,20 significa efeito pequeno, “d”=0,50 significa efeito intermediário e “d”=0,80 efeito grande. Foram realizados também os testes de correlação de Pearson (teste paramétrico) e coeficiente de determinação (R²).

O nível de significância considerado foi de $p < 0,05$. O pacote de informática utilizado foi o *Epi Info para Windows*, versão 3.3.2.

Cuidados éticos

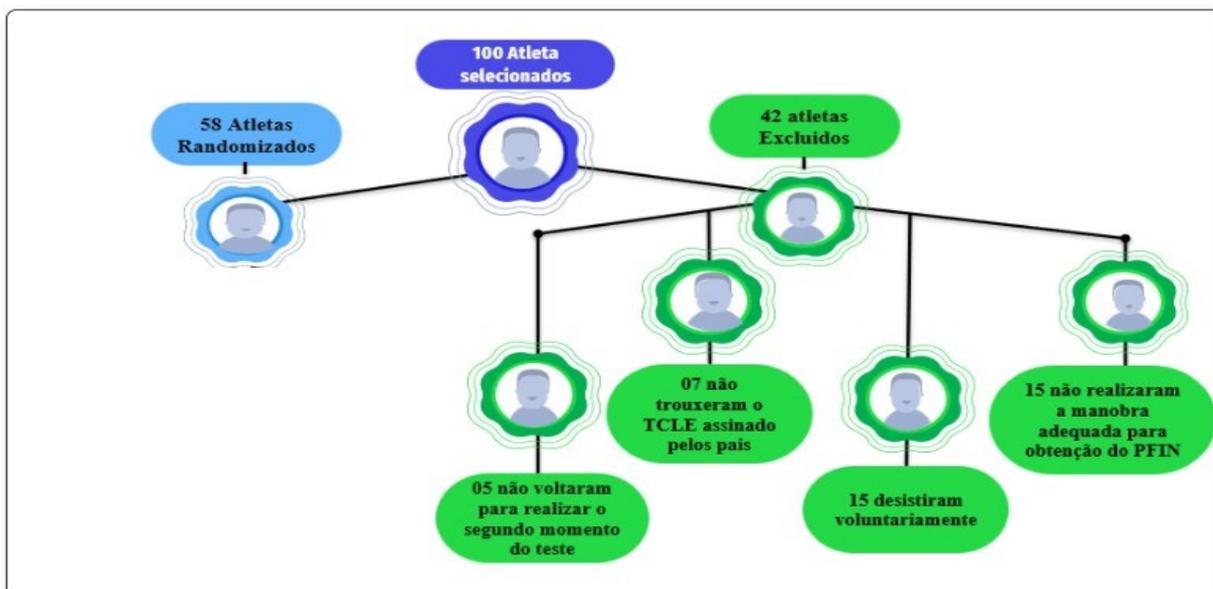
O protocolo e o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), CAAE – 77139623.1.0000.5149.

RESULTADOS

Foram selecionados 100 atletas. Desses, 58 atenderam aos critérios de inclusão, sendo todos do sexo masculino na faixa etária de 14 a 17 anos. Foram excluídos 42 participantes: cinco não voltaram para realizar o segundo momento do teste, sete não trouxeram o TCLE assinado pelos pais, 15 não realizaram a manobra adequada para obtenção do PFIN e/ou não se adaptaram ao DNE e 15 desistiram voluntariamente.

A Figura 4 mostra as razões para a exclusão e o total de adolescentes randomizados.

Figura 4 – Fluxograma da seleção da amostra



Fonte: arquivo pessoal

Na Tabela 1 são apresentadas as medidas descritivas dos participantes quanto às variáveis antropométricas massa corporal, estatura e percentual de gordura.

Tabela 1 - Análise descritiva das variáveis antropométricas (n=58)

Variável	Medidas descritivas	
	Média \pm dp	Mediana (Q ₁ – Q ₃)
Massa corporal (Kg)	67,8 \pm 6,3	68,0 (63,0 – 72,3)
Estatura (cm)	1,79 \pm 0,06	1,80 (1,76 – 1,84)
% de gordura	9,0 \pm 1,7	8,9 (7,4 – 10,3)
IMC	21,0 \pm 1,3	18,6 – 25,1

dp \rightarrow Desvio-padrão; Q₁ e Q₃ \rightarrow Quartis

IMC \rightarrow Índice de massa corporal.

Na Tabela 2 são apresentadas as médias descritivas e comparativas dos adolescentes quanto às medidas do PFIN entre os dilatadores experimental e placebo. São relatadas também as médias descritivas e comparativas do VO₂máx, da percepção subjetiva de esforço e da velocidade máxima atingida encontradas entre os dilatadores experimental e placebo.

Tabela 2 - Análise descritiva e comparativa entre os dilatadores experimental e placebo quanto às medidas das variáveis cardiorrespiratórias de interesse

MEDIDAS DESCRITIVAS		
Variável	Média ± dp	Mediana (Q ₁ -Q ₃)
<i>PFIN I/m BASAL</i>	199,7 ± 24,3	200,0 (187,5 – 210,0)
<i>PFIN I/m Experimental</i>	220,5 ± 25,2	220,0 (200,0 – 230,0)
	p < 0,001 (t ₅₇ = 16,544; d = 2,17)	
<i>PFIN I/m BASAL</i>	199,7 ± 24,3	200,0 (187,5 – 210,0)
<i>PFIN I/m Placebo</i>	204,1 ± 24,6	200,0 (190,0 – 210,0)
	p < 0,001 (t ₅₇ = 4,679; d = 0,61)	
<i>PFIN I/m Experimental</i>	220,5 ± 25,2	220,0 (200,0 – 230,0)
<i>PFIN I/m Placebo</i>	204,1 ± 24,6	200,0 (190,0 – 210,0)
	p < 0,001 (t ₅₇ = 17,993; d = 2,36)	
<i>VO₂ (mL/ Kg / min) Experimental</i>	58,5 ± 4,4	59,6 (56,0 – 62,0)
<i>VO₂ (mL/ Kg / min) Placebo</i>	53,9 ± 3,5	55,1 (51,9 – 56,6)
	p < 0,001 (t ₅₇ = 18,652; d = 2,45)	
<i>PSE Experimental</i>	7,8 ± 0,8	8,0 (7,0 – 8,0)
<i>PSE Placebo</i>	9,0 ± 0,7	9,0 (9,0 – 9,0)
	p < 0,001 (t ₅₇ = 9,753; d = 1,28)	
<i>FC (bpm) Experimental</i>	190,8 ± 3,3	190,5 (188,0 – 194,0)
<i>FC (bpm) Placebo</i>	188,9 ± 3,0	189,0 (186,8 – 191,0)
	p < 0,001 (t ₅₇ = 4,576; d = 0,60)	
<i>Vel Máx km/h Experimental</i>	17,0 ± 0,5	17,0 (17,0 – 17,0)
<i>Vel Máx km/h Placebo</i>	16,7 ± 0,5	17,0 (16,0 – 17,0)
	p < 0,001 (t ₅₇ = 4,700; d = 0,60)	

BASE DE DADOS: 58 atletas.

p → Probabilidade de significância do teste t de student para amostras dependentes (t → Estatística do teste). **d** → Tamanho de efeito para teste t de student (**d de Cohen**).

A Tabela 3 demonstra os resultados da correlação entre o VO₂ (experimental e placebo) e as variáveis anos, PHV e idade dos atletas.

Tabela 3 - Análise de correlação entre pares de variáveis independentes

Correlação	R	Correlação	
		R ² (%)	P
<i>Anos PHV × VO₂ Experimental</i>	0,43	18,2	0,001
<i>Anos PHV × VO₂ Placebo</i>	0,43	18,4	0,001
<i>Idade × VO₂ Experimental</i>	0,38	14,5	0,003
<i>Idade × VO₂ Placebo</i>	0,43	18,1	0,001

BASE DE DADOS: 321 atletas.

r → Coeficiente de Correlação de Pearson. **R²** → Coeficiente de Determinação. **p** → Probabilidade de significância da Análise de Correlação de Pearson.

Os Gráficos 1, 2 e 3 apresentam, respectivamente, as medidas da variável VE (L/min), VE/VO₂ e VE/VCO₂ no uso dos dilatadores experimental e placebo.

Gráfico 1 - *Boxplot* das medidas da variável VE (L/min) no uso dos dilatadores experimental e placebo pelos atletas (n=58)

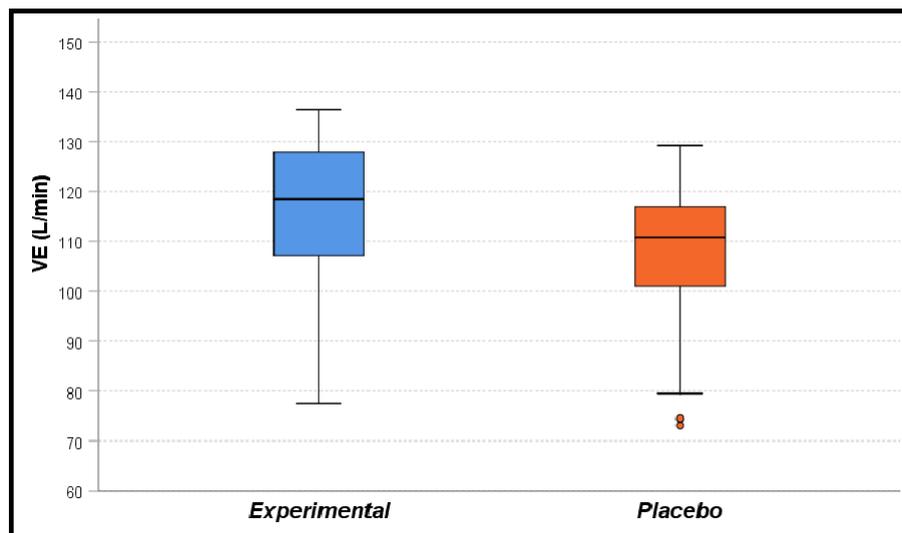


Gráfico 2 - *Boxplot* das medidas da variável VE/VO₂ no uso dos dilatadores experimental e placebo pelos atletas (n=58)

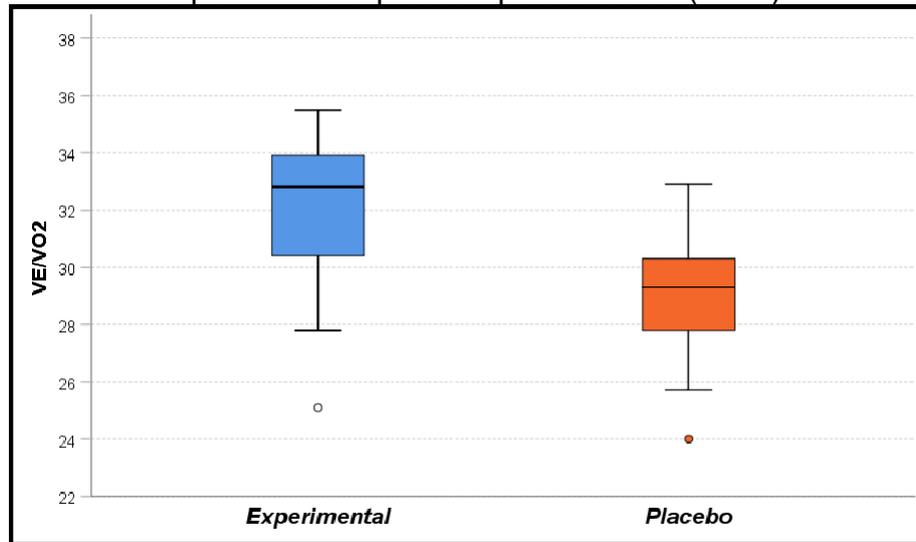
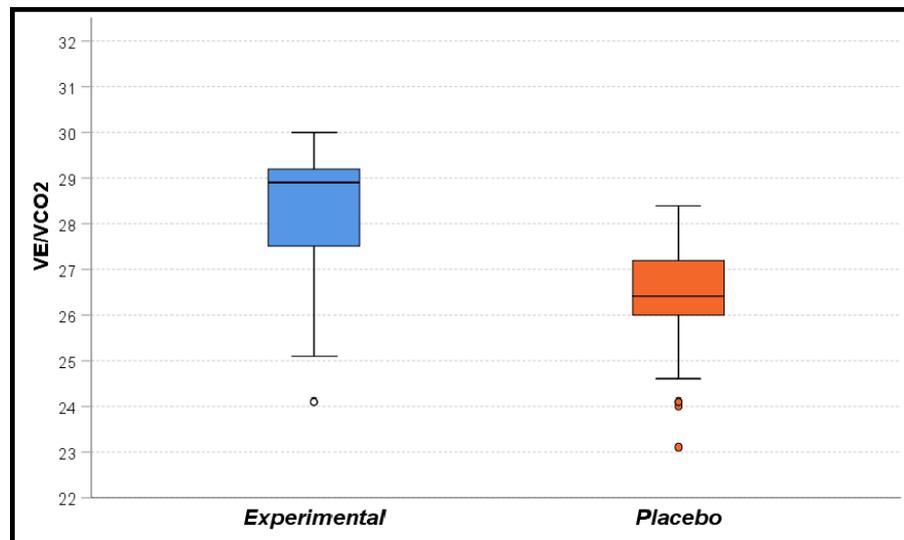


Gráfico 3 - *Boxplot* das medidas da variável VE/VCO₂ no uso dos dilatadores experimental e placebo pelos atletas (n=57)



DISCUSSÃO

Nossos resultados demonstraram que o uso do DNE proporcionou importante melhora do consumo máximo de oxigênio (VO₂máx), avaliado de forma direta, além de aumento nos valores do pico do fluxo inspiratório nasal e também diminuição da PSE. Ademais, o uso do DNE experimental proporcionou importante melhora de aumento nos valores do volume minuto e na relação entre a ventilação (VE) e a

produção de gás carbônico (VCO_2) durante o exercício, o que reflete a eficiência ventilatória durante o exercício.

Diante dos achados, pode-se inferir que o uso do dilatador nasal externo potencializou a área da seção transversal da válvula nasal, reduziu a resistência nasal e, conseqüentemente, houve aumento estaticamente significativo nos valores referentes ao pico do fluxo inspiratório nasal e melhora na capacidade cardiorrespiratória dos adolescentes atletas pesquisados.

O pico da velocidade do crescimento (PHV) representa o estágio maturacional em que o atleta se encontra, sendo um indicador de maturação biológica, que se refere ao momento em que a taxa de crescimento em altura de um indivíduo atinge seu valor máximo durante a puberdade⁹. No presente estudo obteve-se faixa etária maior entre atletas com 14 e 15 anos, o que não interferiu nos anos em PHV comparados com os atletas de 17 anos, pois todos eles se encontravam na amostra representada de forma homogênea em relação ao PHV.

Partindo desse pressuposto, faz-se necessário elucidar que desde o registro do primeiro trabalho sobre o exercício físico e o DNE, na população pediátrica, ainda há pesquisas que necessitam ser realizadas. Isso significa dizer que a partir dos estudos realizados foi possível identificar uma tendência no que se refere às pesquisas envolvendo o público adulto¹⁰⁻¹⁴. Sendo assim, verificou-se então a necessidade de estudos na população pediátrica.

O desempenho no exercício físico em consonância com DNE tem sido atribuído principalmente a exercícios físicos aeróbicos envolvendo adolescentes de ambos os sexos, cuja faixa etária varia entre sete e quinze anos, sendo que tais investigações apresentam resultados importantes na linha de pesquisa³.

Ensaio clínico, duplo-cego, cruzado avaliou a eficácia do DNE² experimental e placebo em 48 adolescentes atletas saudáveis submetidos a um teste cardiorrespiratório de corrida de 1.000 metros. Os autores observaram que o DNE experimental proporcionou melhora no consumo de oxigênio e na patência nasal medida pelo pico do fluxo inspiratório nasal e diminuição da frequência cardíaca, bem como da dispneia avaliada com base na escala analógica visual em comparação ao placebo. Entretanto, pode-se assumir certa similaridade ao comparar os resultados obtidos no referido estudo em relação aos da literatura. No último, além desses parâmetros, avaliaram-se também a PSE, que demonstraram respostas significativamente positivas.

Os mesmos pesquisadores⁷ publicaram outro estudo em que 65 adolescentes atletas (35 saudáveis e 30 possuíam rinite) foram randomizados. Verificou-se que o uso do DNE aumentou significativamente a patência nasal (medida pelo pico do fluxo inspiratório nasal) e a capacidade aeróbica tanto nos adolescentes atletas saudáveis quanto com rinite alérgica. Adicionalmente, foi registrada significativa diminuição da resistência nasal em ambos os grupos, avaliados por rinomanometria.

Em concordância com trabalho anterior e estatisticamente significativa ($p < 0,05$), foi conduzida pesquisa com amostra ampliada composta de 71 adolescentes atletas⁶, apurando-se também resultados semelhantes. O DNE reduziu a resistência nasal, aumentou o pico do fluxo inspiratório nasal, melhorou a capacidade cardiorrespiratória e reduziu a percepção do esforço durante um teste máximo de campo envolvendo os atletas adolescentes. Em todas as publicações anteriores, o método para avaliação da capacidade aeróbica foi utilizado de forma indireta. Na atual pesquisa, de forma inédita na população de adolescentes atletas, a avaliação do VO_2 máx, realizada por meio do teste de ergoespirometria no protocolo de rampa, foi feita de forma direta e acusou resultados significativamente positivos. Ademais, ao contrário dos outros trabalhos, a população foi composta de adolescentes atletas de alta *performance*.

O PFIN é uma técnica de fácil execução e de baixo custo quando comparado com a rinomanometria. Neste estudo, os resultados reportaram aumento dos valores do PFIN quando o DNE experimental foi usado, o que corrobora outros achados^{6,7,15,16}. Os achados em relação ao PFIN foram consistentes com a expectativa, pois a hipótese é de que se o DNE for eficaz na patência nasal, haverá mais disponibilidade de oxigênio para os músculos respiratórios^{2,13}.

A PSE foi investigada neste estudo imediatamente após o teste cardiorrespiratório. Os resultados encontrados evidenciaram que houve diferença estatisticamente significativa em relação aos dilatadores nasais e placebo. Isso porque os adolescentes atletas que utilizaram dilatador experimental apresentaram medidas significativamente menores que os que usaram dilatador placebo após o teste. A FC subiu no experimental pois os atletas realizaram um maior trabalho.

Como limitação deste estudo, ressalta-se o período do ano em que foi feita a coleta de dados, realizadas no período de alta temporada do clube, em que os atletas estavam em competições nacionais e estaduais de extrema importância. Os próximos estudos devem ser conduzidos com testes em períodos de pré-temporada, que é

quando os atletas não estão em competições, o que se acredita conseguir resultados diferentes. Além disso, outros testes devem ser conduzidos comparando diferentes posições nas quais o atleta exerce a sua função tática, pois no futebol existem atletas com características específicas a serem exercidas. Outra possível limitação é que os adolescentes não foram avaliados em relação à tipologia nasal.

Enfim, para outras perspectivas, novos estudos deverão ser realizados utilizando as mesmas metodologias, porém com amostras mais ampliadas e com variações de gênero na mesma faixa etária. Além disso, podem ser comparados os resultados da espirometria em atletas e também da ventilação voluntária máxima (VVM). Também uma avaliação qualitativa deverá ser considerada, no sentido de verificar as percepções de aceitação dos participantes no que se refere aos efeitos do DNE, o que possibilitará o preenchimento de lacunas existentes na literatura e, conseqüentemente, confirmar os benefícios do DNE para crianças e adolescentes atletas.

CONCLUSÃO

Este estudo foi o primeiro do nosso conhecimento a estudar o efeito do dilatador nasal externo utilizando a avaliação da medida direta do VO_2 máx em adolescentes atletas de alta *performance*. O DNE demonstrou melhora na capacidade aeróbica da amostra pesquisada, favorecendo, assim, a capacidade máxima de oxigênio consumido pelos adolescentes durante o teste. Além disso, foi registrado aumento nos valores do PFIN e também diminuição da PSE. Assim, os dados encontrados reforçam que o DNE é um dispositivo que auxilia no desempenho esportivo.

REFERÊNCIAS

1. Portugal LG, Mehta RH, Smith BE, Sabnani JB, Matava MJ. Objective assessment of the breath-right device during exercise in adult males. *Am J Rhinol.* 1997;11(5):393-7.
2. Dinardi RR, Andrade CR, Ibiapina CC. External nasal dilators: definition, background, and current uses. *Int J Gen Med.* 2014;11(7):491-504.
3. Dinardi RR, Ferreira CHS, Silveira GS, Araújo SVE, Cunha Ibiapina C, Andrade CR. Does the external nasal dilator strip help in sports activity? A systematic review and meta-analysis. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2020 May;278(5):1307- 1320. Doi: 10.1007/s00405-020-06202-5. Epub 2020 Jul 18. PMID: 32683573.

4. Gomes ELD, Silva DS, Costa D. Testes de avaliação da capacidade física em Pediatria. *Fisioter Bras*. 2016;13(6).
5. Li AM, Yin J, Yu CCW, Tsang T, So HK, Wong E, *et al*. The six-minute walk test in healthy children: Reliability and validity. *Eur Respir J*. 2005;25(6):1057–60.
6. Ferreira CHS. Função nasal e capacidade cardiorrespiratória de adolescentes atletas com dilatador nasal externo. Dissertação (Mestrado em Pediatria) - UFMG. 2020. Available from: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/36478>>.
7. Dinardi RR, Andrade CR, Ibiapina CC. Effect of the external nasal dilator on adolescent athletes with and without allergic rhinitis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2017;97:127-134
8. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982;14:377-381.
9. Hobold E, Flores LJJF, Mazzardo Jr. RBO, Arruda M. Peak height velocity in anthropometry and body composition of students. *Rev Bras Cineantropom* 2017;19(3).
10. O’Kroy JA. Oxygen uptake and ventilatory effects of an external nasal dilator during ergometry. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32(8):1491–1495.
11. O’Kroy JA, James T, Miller JM, Torok D, Campbell K. Effects of an external nasal dilator on the work of breathing during exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(3):454-458.
12. Boggs GW, Ward JR, Stavrianeas S. The external nasal dilator: style over function? *J Strength Cond Res*. 2008;22(1):269-75.
13. Ottaviano G, Ermolao A, Nardello E, Muci F, Favero V, Zaccaria M, *et al*. Breathing parameters associated to two different external nasal dilator strips in endurance athletes. *Auris Nasus Larynx*. 2017;44(6):713-718.
14. Adams CM, Peiffer JJ. Neither internal nor external nasal dilation improves cycling 20-km time trial performance. *J Sci Med Sport*. 2017;20(4):415-419.
15. Raudenbush B. Stenting the nasal airway for maximizing inspiratory airflow: internal Max-Air Nose Cones versus external Breathe Right strip. *Am J Rhinol Allergy*. 2011; 25(4):249-51.
16. Dinardi RR, Ibiapina CC, Andrade CR. Evaluation of the effectiveness of the external nasal dilator strip in adolescent athletes: a randomized trial. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2013;77(9):1500–1505
17. Dinardi RR, Ferreira CHS, Silveira GS, de Araújo SVE, da Cunha Ibiapina C, de Andrade CR. Does the external nasal dilator strip help in sports activity? A systematic review and meta-analysis. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2021 May;278(5):1307-1320. Doi: 10.1007/s00405-020-06202-5. Epub 2020 Jul 18. PMID: 32683573.

18. American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 6. ed. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins, v. 2, 2000.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo obteve importantes achados que poderão contribuir para que profissionais de Educação Física e fisiologistas do exercício e de outras áreas da saúde aprimorem conhecimentos sobre a eficácia do DNE, visando melhoria no rendimento esportivo e talvez na qualidade de vida de adolescentes atletas.

Conforme encontrado no artigo de revisão, o teste de exercício cardiopulmonar é um exame que exige domínio técnico e científico para sua adequada realização e interpretação e vários são os fatores envolvidos para se ter um teste fidedigno. Na prática do dia a dia é de grande importância, pois ajuda nas tomadas de decisões e prescrição, além de ser muito útil na avaliação, tratamento e prognóstico para detectar várias doenças e, ainda, para melhor direcionamento para atividade física de qualidade que poderá ser praticada de forma individualizada por cada pessoa ou atleta, levando em consideração o sexo e a faixa etária. A utilização do teste de exercício cardiopulmonar em crianças e adolescentes ainda enfrenta vários desafios, como custo elevado e o fato de alguns materiais disponíveis no mercado, como máscaras, eletrodos, esteiras ou ciclo ergômetros, serem ajustáveis à altura dessa população.

Com esse entendimento, estratégias de conhecimento e entendimento do papel da ergoespirometria na avaliação de adolescentes atletas ajudam os profissionais das diferentes áreas, como fisiologista do exercício, preparadores físicos, fisioterapeutas e médicos do esporte, a cada vez mais otimizarem a adequada prescrição de exercícios físicos, além de apresentar-se como um importante meio para determinar a real capacidade funcional de atletas.

O artigo original foi o primeiro do nosso conhecimento a estudar o efeito do DNE utilizando a avaliação da medida direta do $VO_{2máx}$ em adolescentes atletas de alta *performance*. O DNE demonstrou melhora na capacidade aeróbica da amostra pesquisada, favorecendo, assim, a capacidade máxima de oxigênio consumido pelos adolescentes durante o teste. Além disso, foi verificado aumento nos valores do PFIN

e também diminuição da PSE. Assim, os dados encontrados reforçam que o DNE é um dispositivo que auxilia no desempenho esportivo e pode ser alternativa eficaz não farmacológica, podendo contribuir para o melhor desempenho e *performance* dos atletas em geral.

Para o autor desta dissertação foi a realização de um sonho profissional e pessoal chegar ao fim deste estudo. Entende-se que várias outras pesquisas ainda podem ser desenvolvidas para maior contribuição acadêmica e confirmação dos achados significativos desse dispositivo.

Concluindo, na experiência profissional deste autor na prática com atletas profissionais, é muito significativo conseguir evoluir o desempenho e a *performance* dos atletas com o auxílio do DNE e é de grande valia. Acrescenta-se que vários atletas relataram melhor desenho e grande conforto ao respirar utilizando o DNE.

APÊNDICES E ANEXOS

Apêndice A – Protocolo de coleta dos dados

Atleta : _____ NASC. ____ / ____ / ____

Data: ____ / ____ / ____ Hora: _____ Temperatura:

Atleta N	Posição	Idade	Anos PHV	%G	Peso	Altura	IMC

Pfin Basal	Pfin Exper	Pfin Placebo	VO ₂ Exp.	VO ₂ Placebo	PSE exp.	PSE placebo

Percentual de Gordura: Dobras coletadas

Dobras	Escapular	Triceps	Peitoral	S.Ilíaca	Coxa	Abdominal
1						
2						
3						

Apêndice B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - para os pais ou responsáveis pela criança ou adolescente

Pesquisador Alexandre de Mendonça Santos - Tel: (31) 98582.xxxx

Prof^a. Cláudia Ribeiro de Andrade – Tel: (31) 3409.xxxx

Prof. Cássio da Cunha Ibiapina - Tel: (31) 3409.xxxx

Eu fui informado(a) de que será realizada uma pesquisa no local onde meu filho treina, para conhecer melhor a eficácia de um dispositivo chamado dilatador nasal externo. Com essa pesquisa, profissionais da Educação Física e Medicina querem conhecer melhor a eficácia do dispositivo visando à melhoria no rendimento esportivo e qualidade de vida.

Essa pesquisa tem como objetivo avaliar a capacidade cardiorrespiratória máxima e a função nasal com o dilatador nasal externo em adolescentes. Os professores irão apenas fazer perguntas por escrito e realizar um teste cardiorrespiratório máximo em esteira ergométrica utilizando o protocolo de rampa, além da medida da velocidade do ar puxado pelo nariz através de um aparelho chamado de pico do fluxo inspiratório nasal (PFIN).

Serei sempre comunicado(a) e nada será feito sem a minha autorização ou permissão. O PFIN é uma medida útil, prática e simples de ser realizada, que permite verificar se o nariz está obstruído (entupido) ou não. É feito com o participante de pé, sendo adaptada cuidadosamente a máscara facial e instruído a fazer a partir de uma vigorosa inspiração nasal com a boca fechada até atingir a capacidade pulmonar total, sendo uma medida não invasiva, rápida e não dolorosa.

Essa pesquisa vai acontecer durante os treinamentos dos atletas no horário de treino com supervisão dos médicos e fisiologista do clube com autorização da diretoria. Não será dito o nome da adolescente ou de sua família ou o seu endereço para pessoa alguma. Os resultados dessas observações serão publicados em revistas científicas especializadas sem falar nome ou outros dados pessoais de cada adolescente. Todas as informações fornecidas aos professores sobre meu(minha) filho(a) e minha família ficarão em absoluto sigilo. Ficou muito claro que se eu não quiser que meu(minha) filho(a) participe desta pesquisa ou o próprio participante não queira, os treinamentos e a atenção dedicada a ele(a) continuarão iguais, sem qualquer modificação. Foi explicado que os riscos são mínimos na participação nessa

pesquisa, como queda da esteira durante o teste de ergométrico, escorregar ou perder o equilíbrio. Ficaremos atentos, porém, e para minimizar tais riscos iremos alertar os atletas bem como será realizada limpeza prévia no local onde será realizado o teste. Caso algum atleta caia ou se machuque será avaliado pelo pesquisador e as providências serão tomadas em conformidade com as orientações do clube.

A participação do(a) seu(sua) filho(a) é voluntária, e para participar desse estudo não terá custo algum nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos causados por essa pesquisa, tem assegurado o direito à indenização nos termos da Res.466/12. Seu(sua) filho(a) terá todo o esclarecimento sobre qualquer dúvida relacionada ao estudo e estará livre para participar ou recusar-se a participar.

Em caso de dúvida poderei procurar o Prof.r Alexandre de Mendonça Santos, tel: (31) 98582.xxxx ou no clube, no dia _____, ou a Profª. Cláudia Ribeiro de Andrade às terças-feiras no Departamento de Pediatria da Faculdade de Medicina da UFMG, situada na Av. Alfredo Balena número 190 da Faculdade - 2º andar ou pelo telefone 3409.xxxx, Belo Horizonte - MG ou no Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) na AV. Pres. Antônio Carlos, 6.627 – Unidade Administrativa II – 2º andar – sala 2005 CEP 31270-001 – BH – MG telefax (031) 3409.xxxx – *e-mail*: coep@prpq.ufmg.br Belo Horizonte.

O Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) é um órgão institucional da UFMG que visa garantir e esclarecer os aspectos éticos relacionados à pesquisa.

Assinatura do responsável pela adolescente Assinatura do atleta

Assinatura do pesquisador

Alexandre de Mendonça Santos - Tel (31) 98582.xxxx

Profª. Cláudia Ribeiro de Andrade Tel: (31) 3409.xxxx

Prof. Cássio da
Cunha Ibiapina Tel:
(31) 3409.xxxx

Apêndice C - Termo de Assentimento - Para atletas e adolescentes maiores de 14 anos

Pesquisador: Alexandre de Mendonça Santos - Tel: (31) 98582.xxxx

Prof^a. Cláudia Ribeiro de Andrade – Tel: (31) 3409.xxxx

Prof. Cássio da Cunha Ibiapina – Tel: (31) 3409.xxxx

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa: **“Avaliação direta da capacidade cardiorrespiratória máxima de adolescentes atletas de futebol com dilatador nasal externo”**.

Essa pesquisa tem como objetivo avaliar a capacidade cardiorrespiratória máxima e a função nasal com o dilatador nasal externo em adolescentes. Os professores irão apenas fazer perguntas por escrito e realizar um teste cardiorrespiratório máximo em uma esteira ergométrica utilizando o protocolo de rampa, além da medida da velocidade do ar puxado pelo nariz através de um aparelho chamado de pico do fluxo inspiratório nasal (PFIN).

Eu serei sempre comunicado(a) e nada será feito sem a minha autorização ou permissão. O PFIN é uma medida útil, prática e simples de ser realizada, que permite verificar se o nariz está obstruído (entupido) ou não. É feito com o participante de pé, sendo adaptada cuidadosamente a máscara facial e instruído a fazer a partir de uma vigorosa inspiração nasal com a boca fechada até atingir a capacidade pulmonar total, sendo uma medida não invasiva, rápida e não dolorosa.

Essa pesquisa vai acontecer durante os treinamentos dos atletas no horário de treino com supervisão dos médicos e fisiologista do clube com autorização da diretoria. Não será dito o nome da adolescente ou de sua família ou o seu endereço para pessoa alguma.

Você não terá qualquer custo nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) sobre qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. Sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões

profissionais de sigilo. Todos os resultados da pesquisa serão publicados em revistas científicas especializadas sem falar nome ou outros dados pessoais de cada adolescente.

Essa pesquisa apresenta risco mínimo, como queda da esteira durante o teste ergométrico de corrida, escorregar ou perder o equilíbrio. Ficaremos, porém, atentos e para minimizar tais riscos iremos alertar os atletas bem como será realizada limpeza prévia no local que será realizado o teste. Caso algum atleta caia ou se machuque será avaliado pelo pesquisador e as providências serão tomadas em conformidade com as orientações do clube. Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. Este termo encontra-se impresso em duas vias originais: uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você.

Em caso de dúvida poderei procurar o Prof. Alexandre de Mendonça Santos tel:

(31) 98582.xxxx, ou no clube, no dia _____, ou a Prof^a. Cláudia Ribeiro de Andrade às terças-feiras no Departamento de Pediatria da Faculdade de Medicina da UFMG, situada na Av. Alfredo Balena número 190 da Faculdade - 2º andar ou pelo telefone 3409.xxxx, Belo Horizonte-MG ou no Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) na AV. Pres. Antônio Carlos, 6.627 – Unidade Administrativa II – 2º andar – sala 2005 CEP 31270-001 – BH – MG telefax (031) 3409.xxxx – *e-mail*: coep@prpq.ufmg.br Belo Horizonte. O Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) é um órgão institucional da UFMG que visa garantir e esclarecer os aspectos éticos relacionados à pesquisa.

Eu, _____, portador(a) do documento de identidade _____, fui informado(a) dos objetivos da presente pesquisa de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar dessa pesquisa. Recebi o Termo de Assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Belo Horizonte, ____ de _____ de 2024.

Assinatura do atleta:

Assinatura do pesquisador Alexandre de Mendonça Santos

Apêndice D - Análises descritivas das características dos atletas, no geral

Tabela 1 - Análise descritiva dos atletas quanto às variáveis de interesse, no geral

Variável	Frequência	
	N	%
Posição do atleta		
<i>Goleiro</i>	9	15,5
<i>Lateral</i>	11	19,0
<i>Zagueiro</i>	12	20,7
<i>Meio-campo</i>	14	24,1
<i>Atacante</i>	12	20,7
TOTAL	58	100,0
Faixa etária		
<i>14 anos</i>	23	39,6
<i>15 anos</i>	24	41,4
<i>17 anos</i>	11	19,0
TOTAL	58	100,0
Idade (anos)		
	(n = 58)	
<i>Média ± d.p</i>	15,0 ± 1,1	
<i>Mediana (Q₁ – Q₃)</i>	15,0 (14,0 – 15,0)	
<i>Mínimo - Máximo</i>	14,0 – 17,0	
Anos PHV		
	(n = 58)	
<i>Média ± dp</i>	1,4 ± 0,8	
<i>Mediana (Q₁ – Q₃)</i>	1,4 (0,8 – 1,6)	
<i>Mínimo - Máximo</i>	0,1 – 3,3	
% de gordura		
	(n = 58)	
<i>Média ± dp</i>	9,0 ± 1,7	
<i>Mediana (Q₁ – Q₃)</i>	8,9 (7,4 – 10,3)	
<i>Mínimo - Máximo</i>	5,6 – 12,6	
Peso (Kg)		
	(n = 58)	
<i>Média ± d.p</i>	67,8 ± 6,3	
<i>Mediana (Q₁ – Q₃)</i>	68,0 (63,0 – 72,3)	
<i>Mínimo - Máximo</i>	53,6 – 83,0	
Estatura (m)		
	(n = 58)	
<i>Média ± d.p</i>	1,79 ± 0,06	
<i>Mediana (Q₁ – Q₃)</i>	1,80 (1,76 – 1,84)	
<i>Mínimo - Máximo</i>	1,63 – 1,90	
IMC		
	(n = 58)	
<i>Média ± d.p</i>	21,0 ± 1,3	
<i>Mediana (Q₁ – Q₃)</i>	20,8 (20,2 – 21,8)	
<i>Mínimo - Máximo</i>	18,6 – 25,1	
PSE – Dilatador Experimental		
7	24	41,4
8	24	41,4
9	9	15,5
10	1	1,7
TOTAL	58	100,0

continua

Tabela 1 - Análise descritiva dos atletas quanto às variáveis de interesse, no geral - conclui

Variável	Frequência	
	N	%
PSE – Dilatador Placebo		
7	2	3,4
8	8	13,8
9	36	62,1
10	12	20,7
TOTAL	58	100,0
RER – Dilatador Experimental		
1,10	21	36,2
1,11	9	15,5
1,12	17	29,3
1,13	7	12,0
1,14	2	3,5
1,15	2	3,5
TOTAL	58	100,0
RER – Dilatador Placebo		
1,10	30	51,7
1,11	19	32,8
1,12	7	12,1
1,13	2	3,4
TOTAL	58	100,0
Velocidade máxima – Dilatador Experimental		
16	9	15,5
17	42	71,4
18	7	12,1
TOTAL	58	100,0
Velocidade máxima – Dilatador Placebo		
16	20	34,5
17	38	65,5
TOTAL	58	100,0

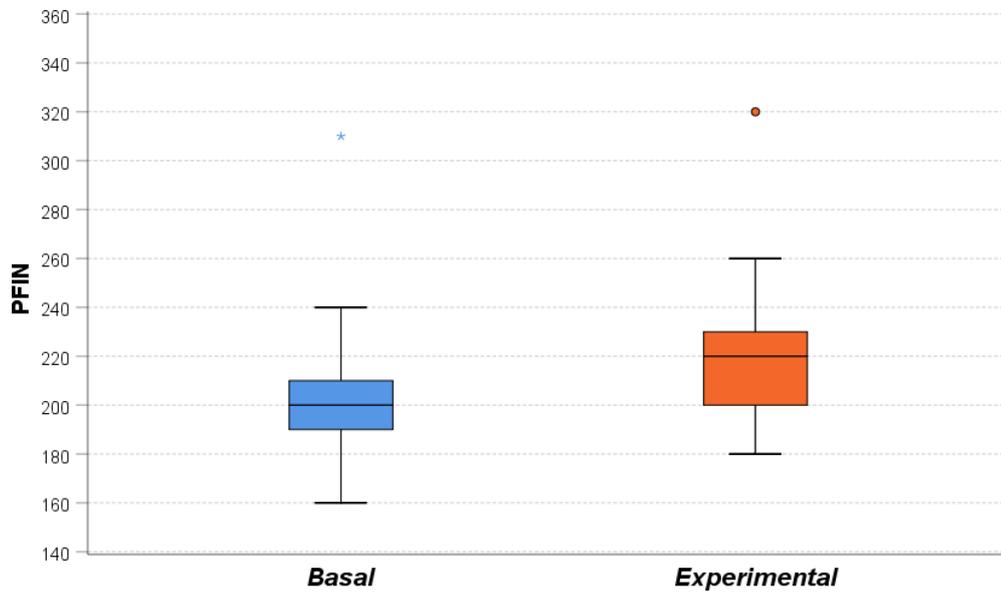
BASE DE DADOS: 58 atletas, no geral.

Apêndice E - Análises comparativas entre os dilatadores experimental e placebo

Tabela 2 - Análise descritiva e comparativa entre os dilatadores experimental e placebo quanto às medidas das variáveis cardiorrespiratórias de interesse

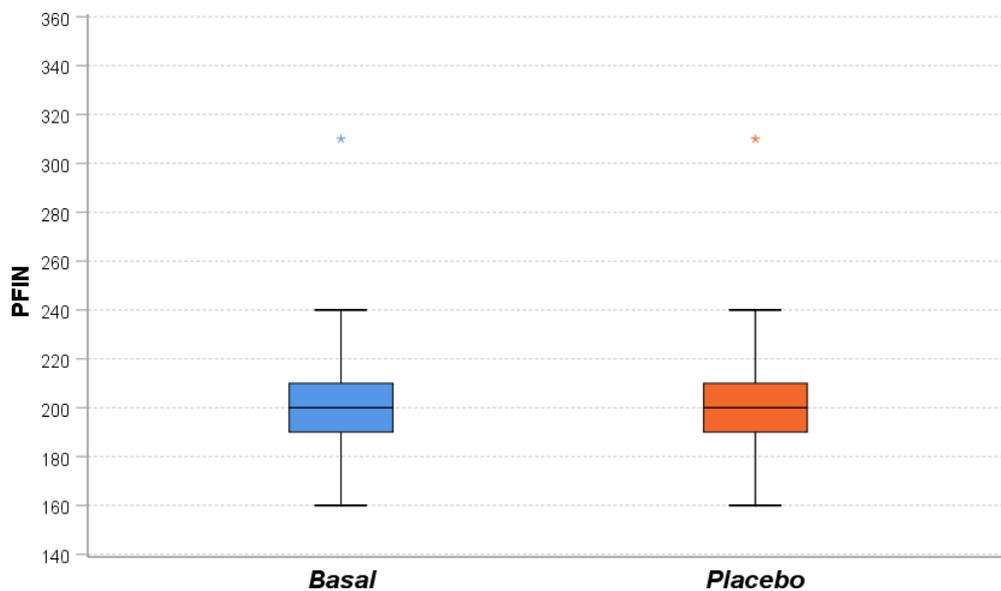
Variável	n	Medidas descritivas	
		Média ± dp	Mediana (Q ₁ -Q ₃)
PFIN			
<i>BASAL</i>	58	199,7 ± 24,3	200,0 (187,5 – 210,0)
<i>Experimental</i>	58	220,5 ± 25,2	220,0 (200,0 – 230,0)
		p < 0,001 (t ₅₇ = 16,544; d = 2,17)	
PFIN			
<i>BASAL</i>	58	199,7 ± 24,3	200,0 (187,5 – 210,0)
<i>Placebo</i>	58	204,1 ± 24,6	200,0 (190,0 – 210,0)
		p < 0,001 (t ₅₇ = 4,679; d = 0,61)	
PFIN			
<i>Experimental</i>	58	220,5 ± 25,2	220,0 (200,0 – 230,0)
<i>Placebo</i>	58	204,1 ± 24,6	200,0 (190,0 – 210,0)
		p < 0,001 (t ₅₇ = 17,993; d = 2,36)	
VO₂			
<i>Experimental</i>	58	58,5 ± 4,4	59,6 (56,0 – 62,0)
<i>Placebo</i>	58	53,9 ± 3,5	55,1 (51,9 – 56,6)
		p < 0,001 (t ₅₇ = 18,652; d = 2,45)	
PSE			
<i>Experimental</i>	58	7,8 ± 0,8	8,0 (7,0 – 8,0)
<i>Placebo</i>	58	9,0 ± 0,7	9,0 (9,0 – 9,0)
		p < 0,001 (t ₅₇ = 9,753; d = 1,28)	
FC máxima			
<i>Experimental</i>	58	190,8 ± 3,3	190,5 (188,0 – 194,0)
<i>Placebo</i>	58	188,9 ± 3,0	189,0 (186,8 – 191,0)
		p < 0,001 (t ₅₇ = 4,576; d = 0,60)	
RER			
<i>Experimental</i>	58	1,11 ± 0,01	1,11 (1,10 – 1,12)
<i>Placebo</i>	58	1,11 ± 0,01	1,10 (1,10 – 1,11)
		p < 0,001 (t ₅₇ = 4,371; d = 0,57)	
Velocidade máxima			
<i>Experimental</i>	58	17,0 ± 0,5	17,0 (17,0 – 17,0)
<i>Placebo</i>	58	16,7 ± 0,5	17,0 (16,0 – 17,0)
		p < 0,001 (t ₅₇ = 4,700; d = 0,60)	
VE (L/min)			
<i>Experimental</i>	58	116,4 ± 14,4	118,4 (107,2 – 127,9)
<i>Placebo</i>	58	108,0 ± 13,7	110,8 (101,0 – 117,1)
		p < 0,001 (t ₅₇ = 13,158; d = 1,73)	
VE/VO₂			
<i>Experimental</i>	58	32,0 ± 2,3	32,8 (30,4 – 33,9)
<i>Placebo</i>	58	29,1 ± 2,0	29,3 (27,8 – 30,4)
		p < 0,001 (t ₅₇ = 17,160; d = 2,25)	
VE/VCO₂			
<i>Experimental</i>	57	28,3 ± 1,4	28,9 (27,4 – 29,2)
<i>Placebo</i>	57	26,5 ± 1,2	26,4 (26,0 – 27,2)
		p < 0,001 (t ₅₆ = 14,205; d = 1,88)	

Gráfico 1 - *Boxplot* das medidas da variável PFIN no basal e no uso do dilatador experimental pelos atletas



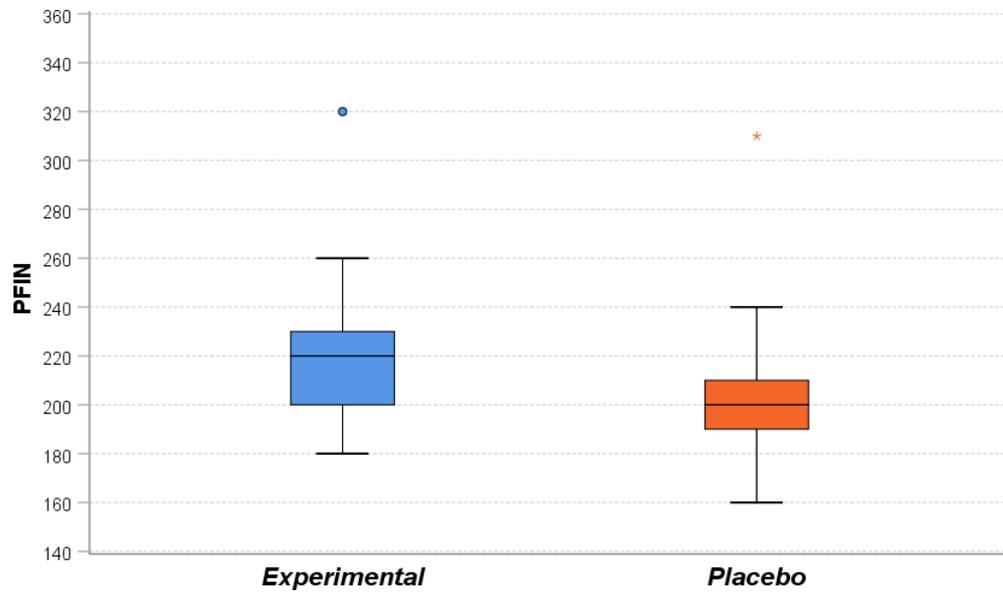
BASE DE DADOS: 58 atletas, no geral.

Gráfico 2 - *Boxplot* das medidas da variável PFIN no basal e no uso do dilatador placebo pelos atletas



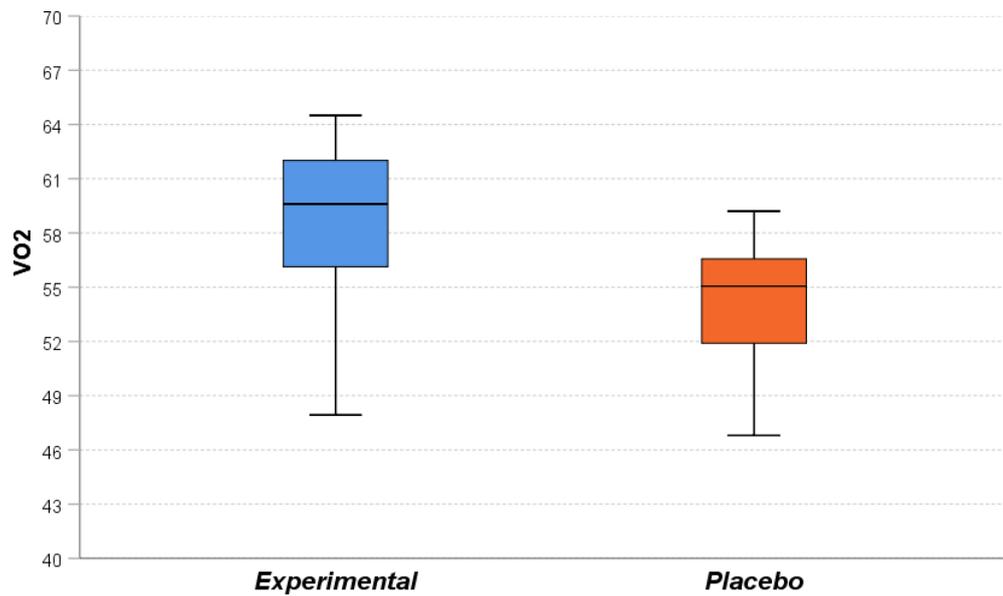
BASE DE DADOS: 58 atletas, no geral.

Gráfico 3 - *Boxplot* das medidas da variável PFIN no uso dos dilatadores experimental e placebo pelos atletas



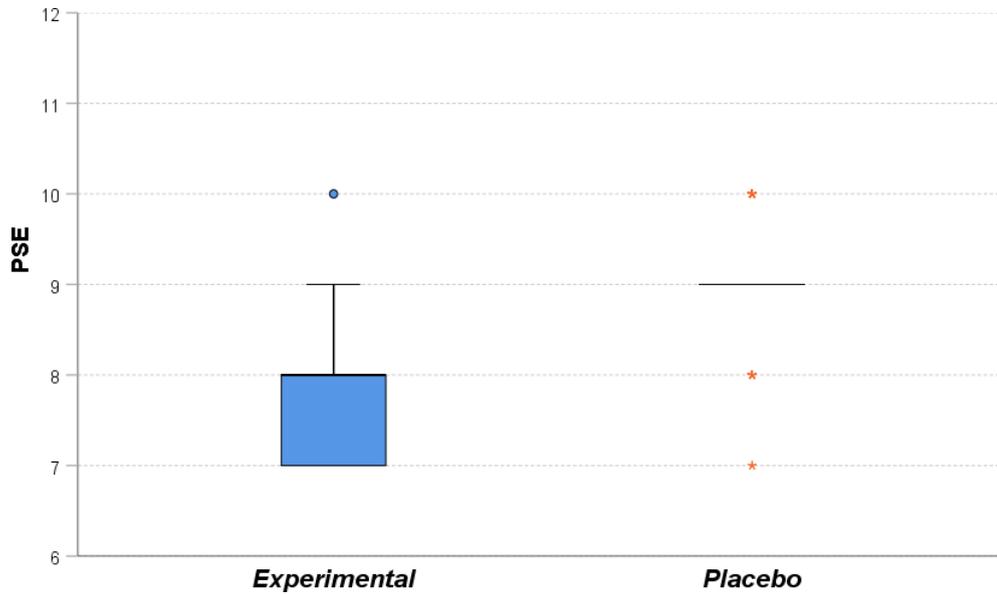
BASE DE DADOS: 58 atletas, no geral.

Gráfico 4 - *Boxplot* das medidas da variável VO₂ no uso dos dilatadores experimental e placebo pelos atletas



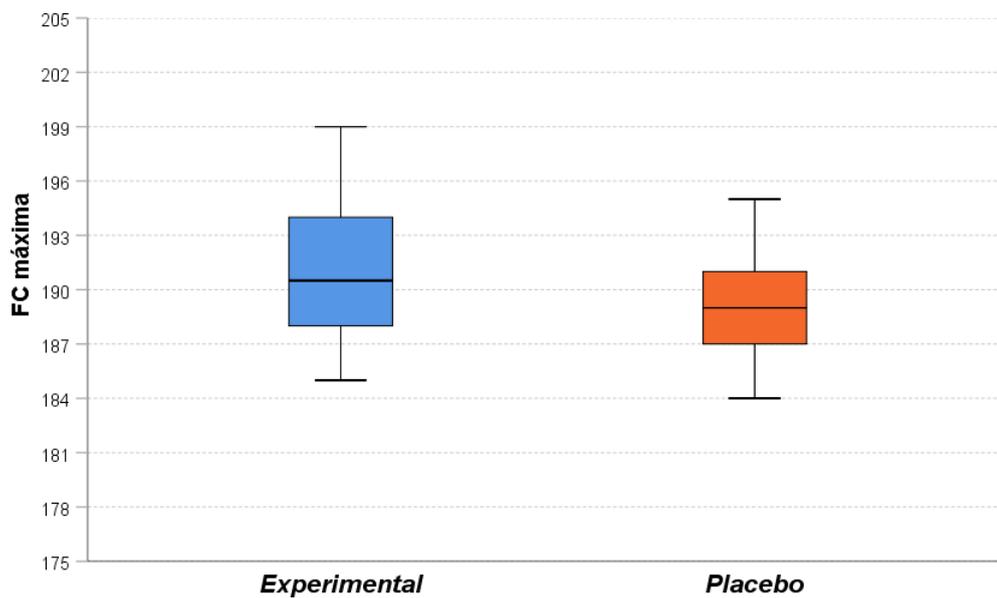
BASE DE DADOS: 58 atletas, no geral

Gráfico 5 - *Boxplot* das medidas da variável PSE no uso dos dilatadores experimental e placebo pelos atletas



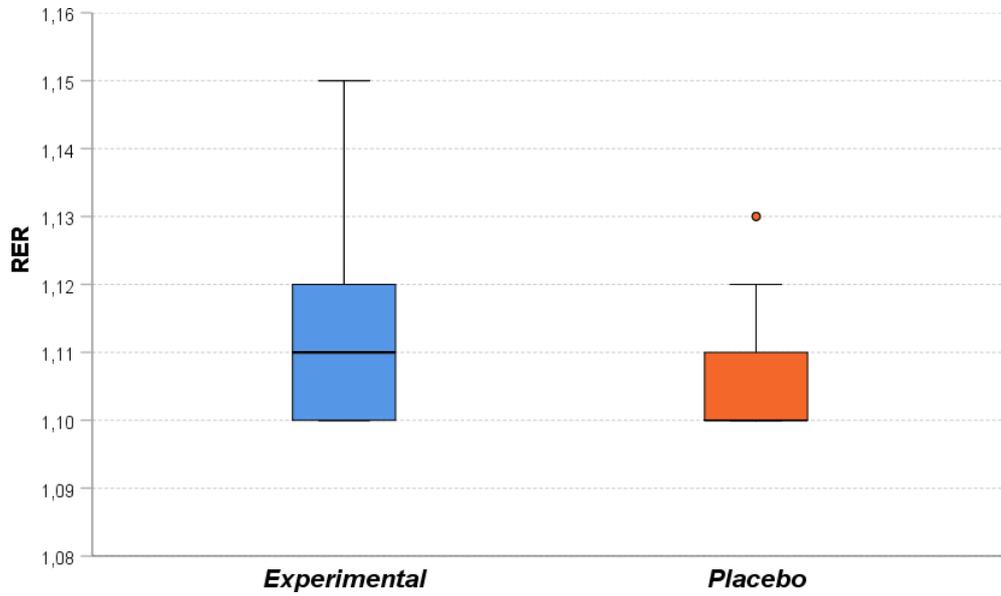
BASE DE DADOS: 58 atletas, no geral.

Gráfico 6 - *Boxplot* das medidas da variável FC máxima no uso dos dilatadores experimental e placebo pelos atletas



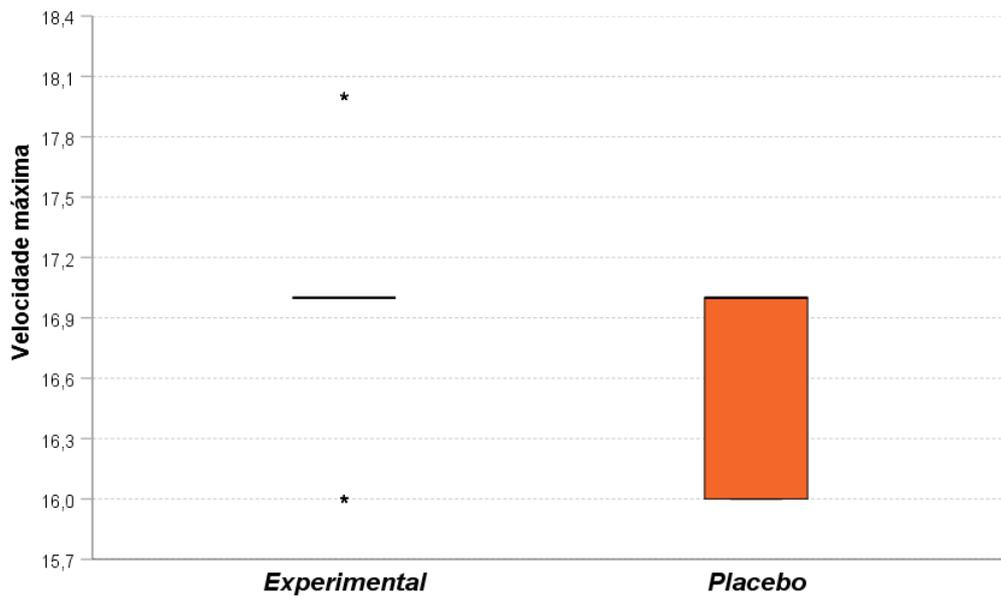
BASE DE DADOS: 58 atletas, no geral.

Gráfico 7 - *Boxplot* das medidas da variável RER no uso dos dilatadores experimental e placebo pelos atletas



BASE DE DADOS: 58 atletas, no geral.

Gráfico 8 - *Boxplot* das medidas da variável velocidade máxima no uso dos dilatadores experimental e placebo pelos atletas



BASE DE DADOS: 58 atletas, no geral.

Gráfico 9 - *Boxplot* das medidas da variável VE (L/min) no uso dos dilatadores experimental e placebo pelos atletas

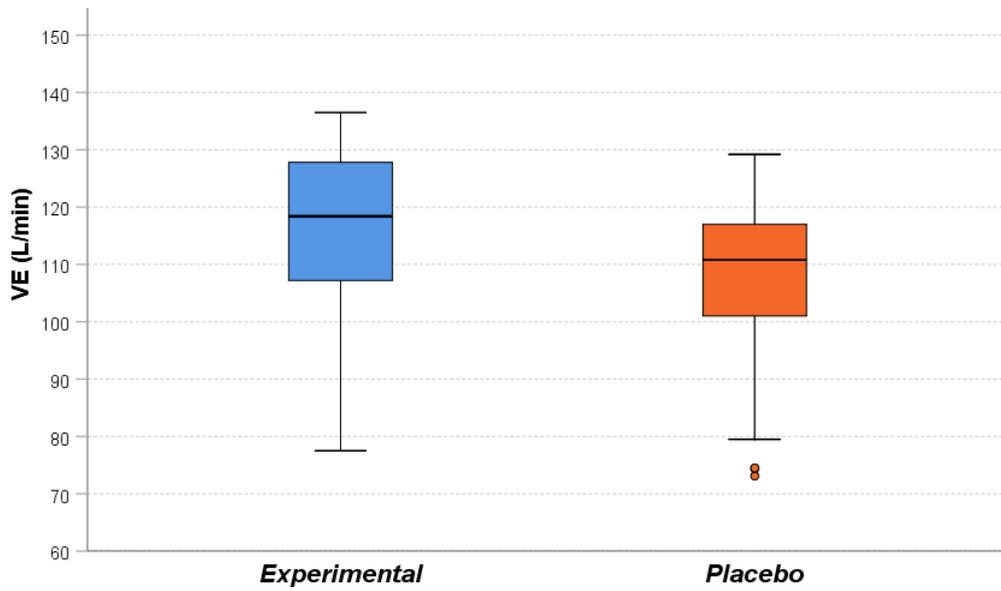
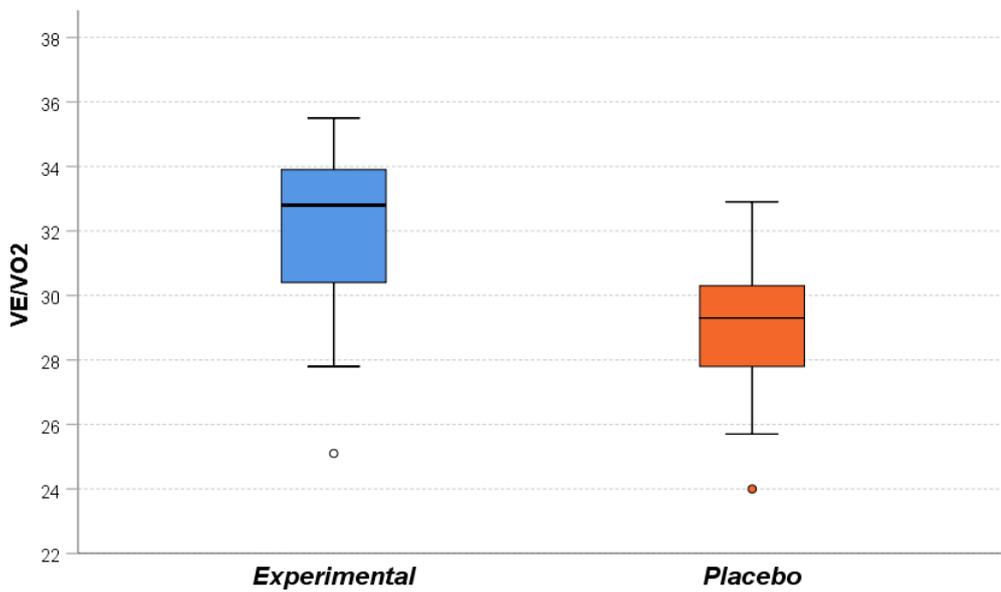
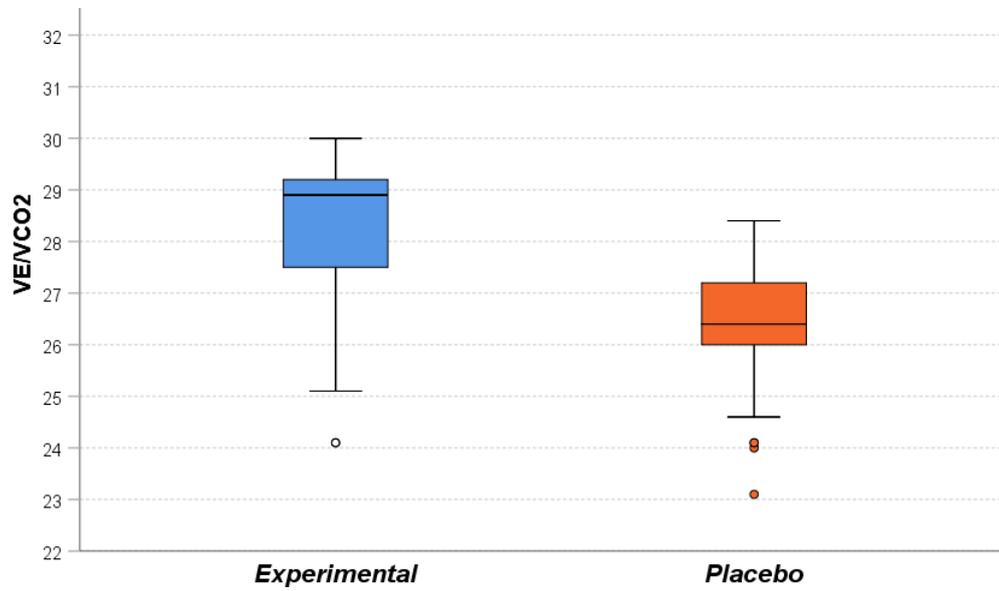


Gráfico 10 - *Boxplot* das medidas da variável VE/VO₂ no uso dos dilatadores experimental e placebo pelos atletas



BASE DE DADOS: 58 atletas, no geral

Gráfico 11 - *Boxplot* das medidas da variável VE/VCO_2 no uso dos dilatadores experimental e placebo pelos atletas



BASE DE DADOS: 57 atletas, no geral.

Apêndice F - Análises de correlação entre as variáveis de interesse

Tabela 3 - Análise de correlação entre pares de variáveis independentes de interesse

Correlação	N	Correlação		
		<i>r</i>	<i>R</i> ² (%)	<i>p</i>
<i>Anos PHV × VO₂ Experimental</i>	58	0,43	18,2	0,001
<i>Anos PHV × VO₂ Placebo</i>	58	0,43	18,4	0,001
<i>Idade × VO₂ Experimental</i>	58	0,38	14,5	0,003
<i>Idade × VO₂ Placebo</i>	58	0,43	18,1	0,001

BASE DE DADOS: 321 pacientes.

r → Coeficiente de Correlação de *Pearson*; *R*² → Coeficiente de Determinação; *p* → Probabilidade de significância da Análise de Correlação de *Pearson*.

Anexo A - Questionário ISAAC

ESTUDO DAS DOENÇAS RESPIRATÓRIAS

Preencha o espaço indicado com o seu nome, clube e data de nascimento. Se você cometer erro nas respostas de escolha simples, circule os parênteses e remarque somente uma opção, a menos que seja instruído para o contrário.

Clube: -----
 Data de hoje: -----/----- --/Seu nome: _____
 Sua idade:-----

Assinale todas as respostas até o final do questionário Sexo: () masculino () feminino

QUESTIONÁRIO 1

1. Alguma vez na vida você teve sibilos? (Chiado no peito?) () Sim () Não
2. Nos últimos 12 meses, você teve sibilos? (Chiado no peito?) () Sim () Não
3. Nos últimos 12 meses, quantas crises de sibilos (chiado no peito) você teve? ()
 Nenhuma
 () 1 a 3 crises
 () 4 a 12 crises
 () mais de 12 crises
4. Nos últimos 12 meses, com que frequência você teve o sono perturbado por chiado no peito?
 () Nunca acordou com chiado
 () Menos de uma noite por semana () Uma ou mais noites por semana
5. Nos últimos 12 meses seu chiado foi tão forte a ponto de impedir que você conseguisse dizer mais de duas palavras em cada respiração?
 () Sim () Não
6. Alguma vez na vida você teve asma? () Sim () Não
7. Nos últimos 12 meses você teve chiado no peito após exercícios físicos? () Sim () Não
8. Nos últimos 12 meses você teve tosse seca à noite sem estar gripado ou sem infecção respiratória?
 () Sim () Não

QUESTIONÁRIO 2 (13 a 14 anos)

Todas as perguntas são sobre problemas que ocorreram quando você não estava gripado ou resfriado.

1. Alguma vez na vida você teve problemas com espirros ou coriza (corrimento nasal), quando não estava gripado ou resfriado?

Sim Não

2. Nos últimos 12 meses você teve problemas com espirros, coriza (corrimento nasal) ou obstrução nasal quando não estava gripado ou resfriado?

Sim Não

3. Nos últimos 12 meses você teve problema nasal acompanhado de lacrimejamento ou coceira nos olhos?

Sim Não

4. Em qual dos últimos 12 meses esse problema nasal ocorreu? (Por favor, marque em qual ou quais meses isso aconteceu)

janeiro maio setembro

fevereiro junho outubro

março julho novembro

abril agosto dezembro

5. Nos últimos 12 meses, quantas vezes suas atividades diárias foram atrapalhadas por esse problema nasal?

Nenhuma Um pouco Moderado Muito

6. Alguma vez na vida você teve rinite alérgica? Sim Não

Anexo B - Tabela de Percepção Subjetiva de Esforço (Borg, 1982)

0	NADA (Apenas Perceptível)
0.5	MUITO MUITO FÁCIL
1	MUITO FÁCIL
2	FÁCIL
3	MODERADO
4	UM POUCO DIFÍCIL
5	DIFÍCIL
6	-
7	MUITO DIFÍCIL
8	-
9	MUITO MUITO DIFÍCIL (Quase Máximo)
10	MÁXIMO

Anexo C – Parecer ético

COMISSÃO NACIONAL DE
ÉTICA EM PESQUISA



COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação direta da capacidade cardiorrespiratória máxima de adolescentes atletas de futebol com dilatador nasal externo

Pesquisador: Cláudia Ribeiro de Andrade

Versão: 1

CAAE: 77139623.1.0000.5149

Instituição Proponente: Faculdade de Medicina da UFMG

DADOS DO COMPROVANTE

Número do Comprovante: 006744/2024

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

Informamos que o projeto Avaliação direta da capacidade cardiorrespiratória máxima de adolescentes atletas de futebol com dilatador nasal externo que tem como pesquisador responsável Cláudia Ribeiro de Andrade, foi recebido para análise ética no CEP CONEP em 30/01/2024 às 09:14.

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	09/10/2023 14:28:23	Cláudia Ribeiro de Andrade	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	09/10/2023 14:28:23	Cláudia Ribeiro de Andrade	Postado
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	09/10/2023 14:23:00	Cláudia Ribeiro de Andrade	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	09/10/2023 14:23:00	Cláudia Ribeiro de Andrade	Postado
Folha de Rosto	FOLHADEROSTOALEXANDRE.pdf	09/10/2023 14:19:59	Cláudia Ribeiro de Andrade	Aceito
Folha de Rosto	FOLHADEROSTOALEXANDRE.pdf	09/10/2023 14:19:59	Cláudia Ribeiro de Andrade	Postado

Situação do Parecer:

Aprovado