

Universidade Estadual do Norte do Paraná

Repositório Institucional UENP

<https://repositorio.uenp.edu.br>

Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano Dissertações

2023-05-18

Efeitos psicofisiológicos do Precondicionamento Isquêmico em praticantes de Mountain Bike

Amaral Neto, Anibal Pires do

Universidade Estadual do Norte do Paraná

<https://repositorio.uenp.edu.br/handle/123456789/302>

Baixado de Repositório Institucional UENP

ANIBAL PIRES DO AMARAL NETO



**EFEITOS PSICOFISIOLÓGICOS DO
PRECONDICIONAMENTO ISQUÊMICO EM
PRATICANTES DE MOUNTAIN BIKE**

EFEITOS PSICOFISIOLÓGICOS DO PRECONDICIONAMENTO ISQUÊMICO EM PRATICANTES DE MOUNTAIN BIKE

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano – PPGCMH/UENP, do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual do Norte do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientador(a): Prof. Dr. Claudinei Ferreira dos Santos

ANIBAL PIRES DO AMARAL NETO

**EFEITOS PSICOFISIOLÓGICOS DO
PRECONDICIONAMENTO ISQUÊMICO EM
PRATICANTES DE MOUNTAIN BIKE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano – PPGCMH/UENP, do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual do Norte do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Claudinei Ferreira dos Santos (Orientador)
Universidade Estadual do Norte do Paraná

Prof. Dr. Kleverton Krinski (Membro interno)
Universidade Estadual do Norte do Paraná

Prof. Dr. Juliano Casonatto (Membro externo)
Universidade Norte do Paraná

Jacarezinho, 18 de maio de 2023.

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus amados pais, que me guiaram pelas trilhas do conhecimento e são os principais responsáveis pelas minhas conquistas.

RESUMO

Introdução: O condicionamento isquêmico é uma técnica que se utiliza de curtos momentos de isquemia induzida seguida por reperfusão. Ela inicialmente tinha como objetivo minimizar danos a tecidos submetidos a eventos isquêmicos através de um possível efeito protetor. Atualmente tem surgido algumas evidências de benefícios no desempenho esportivo, mas devido a diferenças metodológicas de avaliação e aplicação da técnica, os resultados ainda são controversos. **Objetivos:** Analisar os efeitos do condicionamento isquêmico aplicado 45 minutos antes de um teste de tempo até a exaustão, em intensidade submáxima, sobre os indicadores psicofisiológicos associados ao desempenho em praticantes de Mountains Bike. **Métodos:** O estudo foi desenvolvido como um ensaio clínico randomizado cruzado através de duas intervenções, um protocolo de condicionamento isquêmico (PCI) com uma pressão de oclusão de 220mmHg e um protocolo de condicionamento isquêmico falso (SHAM), com pressão de oclusão de 20mmHg, ambos sendo realizados com quatro séries de cinco minutos de oclusão seguidos de reperfusão pelo mesmo período. Foram recrutados por conveniência participantes do sexo masculino, saudáveis, com idade entre 25 e 45 anos, com experiência anterior em treinamento de pelo menos um ano. Em uma primeira visita ao laboratório os participantes realizaram um teste incremental para familiarização e identificação da potência de pico e nas visitas subsequentes, após aplicação dos protocolos, submetidos a testes de tempo até a exaustão (TTE), com uma carga correspondente a 75% da potência de pico. Foram registradas as notas de percepção subjetiva de esforço (PSE) a cada três minutos e nos últimos seis minutos do TTE foram analisados os dados de frequência cardíaca (FC6min), índices de variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio do tempo: MédiaRR e RMSSD e no domínio da frequência o índice LF/HF. Os dados foram analisados no Software IBM SPSS *Statistics*, versão 25.0, sendo a normalidade dos dados verificada através do teste de Shapiro-Wilk, comparação dos protocolos através do teste “*t*” de *Student* e identificação do tamanho do efeito através do “*g*” de *Hedges*, sendo os dados descritivos apresentados como média e desvio padrão. **Resultados:** As variáveis TTE, FC6min e RMSSD não apresentaram diferenças, no entanto, os índices de VFC: Média RR 6min e LF/HF apresentaram diferenças significativas, com um tamanho de efeito considerável para LF/HF ($p=0,021$ e $g=-1,33$, IC95% -2,13 a -0,24). Para a PSE foi verificado que a maior parte dos participantes atribuiu uma nota menor na escala após a aplicação do PCI, quando comparado com aqueles que indicaram esforço maior ou igual. **Conclusão:** A realização do PCI 45 minutos antes de um teste submáximo de tempo até a exaustão pode reduzir a PSE e influenciar nas respostas do sistema nervoso autônomo, especialmente na redução da resposta simpática durante o esforço.

Palavras-chave: Oclusão Vascular, Aptidão Aeróbia, Condicionamento Isquêmico

ABSTRACT

Introduction: Ischemic preconditioning is a technique that uses short moments of induced ischemia followed by reperfusion. It initially aimed to minimize damage to tissues submitted to ischemic events through a possible protective effect. Currently there has been some evidence of benefits in sports performance, but due to methodological differences in evaluation and application of the technique, the results are still controversial. **Objectives:** To analyze the effects of ischemic preconditioning applied 45 minutes before a test of time to exhaustion, at submaximal intensity, on the psychophysiological indicators associated with performance in Mountain Bike practitioners. **Methods:** The study was developed as a randomized crossover clinical trial through two interventions, an ischemic preconditioning protocol (ICP) with an occlusion pressure of 220 mmHg and a false ischemic preconditioning protocol (SHAM), with occlusion pressure of 20mmHg, both being performed with four sets of five minutes of occlusion followed by reperfusion for the same period. Healthy male participants, aged between 25 and 45 years, with previous training experience of at least one year were recruited. In a first visit to the laboratory, the participants performed an incremental test for familiarization and identification of peak power and in subsequent visits, after application of the protocols, submitted to time-to-exhaustion (TTE) tests, with a load corresponding to 75% of the peak power. The notes of subjective perception of exertion (PSE) were recorded every three minutes and in the last six minutes of the TTE, heart rate data (FC6min), heart rate variability indexes (VFC) were analyzed in the time domain: Mean RR and RMSSD and in the frequency domain the LF/HF index. The data were analyzed in the IBM SPSS Statistics Software, version 25.0, and the normality of the data was verified through the *Shapiro-Wilk* test, comparison of protocols through student's "t" test and identification of effect size through hedges "g", and descriptive data are presented as mean and standard deviation. **Results:** The variables TTE, FC6min and RMSSD showed no differences, however the VFC indices: MédiaRR6min and LF/HF showed significant differences, with a considerable effect size for LF/HF ($p=0.021$ and $g=-1.33$, IC 95%, -2.13 to -0.24). For the PSE, it was verified that most participants gave a lower score on the scale after the application of the PCI, when compared to those who indicated greater or equal effort. **Conclusion:** Performing the PCI 45 minutes before a test until exhaustion can reduce the PSE and influence the responses of the autonomic nervous system, especially in the reduction of sympathetic response during exertion.

Key words: Vascular Occlusion, Aerobic Fitness, Ischemic Preconditioning

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
1.1 Apresentação do problema e justificativa	19
2. OBJETIVOS	22
2.1. Objetivo geral	22
2.2. Objetivos específicos	22
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
3.1. Evidências iniciais do condicionamento isquêmico	23
3.2. Condicionamento isquêmico no contexto esportivo	24
3.4. Condicionamento isquêmico em exercícios de predominância anaeróbia	30
3.5. Condicionamento isquêmico em exercícios de <i>endurance</i>	32
3.6. Revisão de literatura acerca do condicionamento isquêmico.	37
4. MÉTODOS	40
4.1 Caracterização do estudo e procedimentos éticos	40
4.2 População e amostra	40
4.3 Delineamento experimental	40
4.4 Instrumentos e técnicas de coleta de dados	41
4.4.1. Antropometria	41
4.4.2. Percepção subjetiva de esforço	41
4.4.3. Teste Incremental	42
4.4.4. Condicionamento isquêmico	42
4.4.5. Teste de tempo até a exaustão	43
4.4.6. Variabilidade da frequência cardíaca e frequência cardíaca	43
4.5 Análise dos dados	43
5. RESULTADOS	45
6. DISCUSSÃO	48
7. CONCLUSÃO	52

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do problema e justificativa

O Ciclismo é uma modalidade esportiva muito ampla, cada subespecialidade possui características próprias e demandas fisiológicas específicas. No ciclismo de estrada, por exemplo, os competidores percorrem longas distâncias em ritmo predominantemente constante com altimetria considerável, exigindo do atleta uma alta capacidade energética por períodos prolongados. Já na modalidade Mountain Bike (MTB), as demandas energéticas se diferem em virtude das exigências do próprio terreno. Nessa modalidade, a dificuldade de deslocamento em percurso não pavimentado, os obstáculos, as irregularidades do terreno e as grandes variações altimétricas exigem maior esforço e concentração, bem como o desenvolvimento de potência acima do limiar reiteradas vezes (DE LUCAS et al., 2010; STAPELFELDT et al., 2004).

Desde o seu surgimento, a modalidade MTB cresceu rapidamente, sendo incluída como modalidade olímpica cerca de duas décadas depois. Essa popularização fez com que o número de praticantes aumentasse de forma exponencial e na mesma proporção o número de competições. Com o crescente interesse pela modalidade e maior número de competidores, pesquisas relacionadas ao desempenho no MTB têm buscado estratégias e técnicas que possibilitem um aumento de performance, modulando alguns processos metabólicos, seja através do treinamento, alimentação ou suplementação nutricional; seja através da aplicação de técnicas e procedimentos externos que auxiliem na recuperação (DA SILVA; DE OLIVEIRA; CAPUTO, 2013), da potencialização pós ativação (KUNTZ et al., 2017) e do condicionamento isquêmico (DE GROOT et al., 2010).

A ideia do condicionamento isquêmico (PCI) surgiu na década de 80, quando pesquisadores observaram, em modelos animais, que a indução de episódios isquêmicos subsequentes, seguidos de reperfusão, provocavam respostas metabólicas diferentes após a segunda indução isquêmica, sugerindo um potencial efeito protetor de episódios isquêmicos posteriores, observável principalmente no miocárdio (REIMER et al., 1986). Após essa descoberta, novos estudos foram realizados ao longo dos anos para tentar compreender os mecanismos fisiológicos envolvidos na “resistência” induzida a episódios isquêmicos (HAUSENLOY; YELLON, 2008).

Com o avanço na compreensão das respostas fisiológicas a episódios isquêmicos seguidos de reperfusão, surge a teoria de que essas adaptações poderiam influenciar o desempenho durante o exercício. As principais hipóteses da melhora de desempenho podem estar relacionadas ao aumento da adenosina, de prostaglandinas e de óxido nítrico, potentes

vasodilatadores; na ativação de proteínas específicas ativadas pelo maior aporte de radicais livres; e ainda através da abertura de canais de potássio dependentes de ATP. Esse conjunto de alterações metabólicas, após eventos subsequentes de isquemia/reperfusão, foi denominado de condicionamento isquêmico (PCI), sendo cada vez mais estudado no campo de desempenho físico (EISEN et al., 2004).

Posto que essas substâncias vasodilatadoras endógenas e uma maior permeabilidade de potássio dependentes de ATP (KATP) estão intimamente relacionados a entrega de oxigênio e substratos energéticos durante a demanda muscular, teorizou-se que o PCI poderia, em alguma medida, potencializar o desempenho físico, melhorando o custo do oxigênio e promovendo maior produção de força, principalmente em esportes que necessitem de recrutamento de grandes grupos musculares como o ciclismo (DE GROOT et al., 2010).

Esses efeitos já foram observados por Salvador et al. (2016) em um estudo de Revisão Sistemática e Meta Análise, na ocasião os autores relataram aumentos de performance principalmente no desempenho aeróbio após a realização de protocolos de PCI, aumento esse atribuído, possivelmente, a melhora da função cardíaca e de parâmetros hemodinâmicos, modificando o padrão de oferta de oxigênio para a musculatura demandada no exercício, minimizando o declínio do fluxo sanguíneo após exercícios de alta intensidade. Outra possível explicação estaria relacionada a melhor distribuição de fluxo sanguíneo para a região da musculatura especificamente ativada, o que poderia melhorar a extração de oxigênio devido ao maior tempo de transito capilar e maior atividade mitocondrial (KIDO et al., 2015).

Outra hipótese para justificar as adaptações positivas relacionadas ao desempenho esportivo, decorrentes de eventos isquêmicos, poderia estar relacionada a sensibilidade do corpo a fadiga, através da diminuição de alguns estímulos aferentes, potencializando a ativação motora central, uma das causas da fadiga, aumentando o recrutamento de unidades motoras. Pode haver também um aumento significativo de substâncias endógenas circulantes que minimizariam as respostas do sistema nervoso simpático e aumentariam a ativação dos canais de potássio sensíveis a ATP (SALVADOR et al., 2016).

Em que pese os resultados promissores da utilização do PCI para melhora do desempenho físico em ciclistas, ainda há uma carência de evidências sobre o assunto, uma vez que não há padronização dos protocolos aplicados. Enquanto alguns estudos utilizam o PCI diretamente no grupo muscular que será submetido ao esforço, outros avaliam o condicionamento isquêmico remoto, quando a isquemia é realizada em um membro diferente do submetido ao esforço. Há ainda uma grande diversidade de testes e modalidades avaliadas, dificultando o entendimento dos mecanismos relacionados ao condicionamento

isquêmico, frente a diversidade de respostas (CRISAFULLI et al., 2011; FOSTER et al., 2011; JEAN-ST-MICHEL et al., 2011; KRAUS et al., 2015; LALONDE; CURNIER, 2015).

Ainda que existam pontos controversos sobre os benefícios do PCI, diversos achados apontam para maiores efeitos sobre atividades predominantemente aeróbias (DE GROOT et al., 2010; KIDO et al., 2015), sendo que os principais benefícios relatados são o aumento do tempo sustentado em esforço com carga constante, alteração no consumo de oxigênio na fase final do teste e redução da percepção subjetiva de esforço (PSE)(CRUZ et al., 2015). Esses dados sugerem que os benefícios do PCI são mais evidentes em esforços intensos que exijam alta demanda metabólica.

A literatura mais recente ainda não deixa claro se a utilização do PCI melhora o desempenho em ciclistas, essa inconclusões se devem principalmente à diferença de esportes avaliados (natação, corrida, salto, preensão manual etc.) e diferentes variáveis de desfecho mensuradas (percepção de esforço, potência, força isométrica, capacidades aeróbias e anaeróbias etc.), no entanto, a maior parte dos estudos tem relatado melhoras em alguns mecanismos envolvidos na PSE e na modulação da vasodilatação (MAROCOLO et al., 2019). Considerando essas variáveis, a proposta desse estudo é a de utilizar testes com duração mais prolongada e dentro de uma razoável zona de desconforto para uma adequada observação de possíveis efeitos ergogênicos do PCI em ciclistas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

O presente projeto tem por objetivo analisar os efeitos do condicionamento isquêmico aplicado 45 minutos antes de um teste de tempo até a exaustão (TTE) com uma carga submáxima, sobre os indicadores psicofisiológicos associados ao desempenho aeróbio em ciclistas treinados e moderadamente treinados.

2.2. Objetivos específicos

Comparar os tempos até a exaustão após a realização de testes em cicloergômetro com carga constante e submáxima, frente a aplicação de um protocolo de condicionamento isquêmico e um protocolo falso.

Comparar as notas de percepção subjetiva de esforço, entre um protocolo de condicionamento isquêmico e um protocolo falso, tomados em períodos de três minutos, durante um teste de tempo até exaustão com carga submáxima

Comparar valores de frequência cardíaca e dos indicadores de variabilidade da frequência cardíaca (Média RR, RMSSD e LF/HF), nos últimos seis minutos de testes de tempo até exaustão com carga constante e submáxima, após aplicação de um protocolo de condicionamento isquêmico e um protocolo falso.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Evidências iniciais do condicionamento isquêmico

Após o surgimento de evidências de que eventos isquêmicos induzidos seguidos de reperfusão poderiam induzir algum efeito protetor no miocárdio, alguns estudos começaram a ser realizados para esclarecimento desses mecanismos. Nos primeiros experimentos realizados por Murry et al. (1986) foi investigado se a indução isquêmica no miocárdio de cães, realizada de forma intermitente, poderia prevenir danos permanentes quando comparada com períodos contínuos e se tais estímulos apresentariam algum efeito protetor contra eventos isquêmicos sustentados. Nesse estudo os autores identificaram que a obstrução da artéria coronária dos animais, realizadas através de repetidos blocos de micro oclusões de cinco minutos, seguidos de reperfusão pelo mesmo período, foram capazes de “precondicionar” o músculo cardíaco contra eventos isquêmicos prolongados, sofrendo apenas um quarto do dano tecidual (Figura 1 e 2), quando comparados com aqueles “não condicionados”.

Esses experimentos iniciais abriram uma nova perspectiva para o denominado condicionamento isquêmico (PCI) e novos estudos foram desenvolvidos a fim de identificar os mecanismos fisiológicos associados e de que forma eles promoviam essa proteção cardíaca. Assim, Lawson e Downey (1993) ampliaram as investigações através de um estudo de revisão apontando os principais aspectos relacionados à teórica “proteção” induzida pelo PCI. Os principais achados dos autores foram que, durante eventos isquêmicos prolongados, os indivíduos “precondicionados” apresentavam menor necrose tecidual do miocárdio; redução na ocorrência de arritmias; desaceleração da depressão da função contrátil do coração; preservação dos reflexos do sistema nervoso autônomo; menor taxa de declínio de ATP do miocárdio; maiores níveis de creatina fosfato cardíacos; menor taxa de degradação da glicose e consequente diminuição nas concentrações de lactato no miocárdio.

Ainda que os efeitos observáveis pudessem indicar alguns dos mecanismos fisiológicos do PCI, muito ainda necessitava ser esclarecido. A primeira teoria que surgiu foi a hipótese da adenosina como mediadora endógena do condicionamento, uma vez que seus níveis aumentam substancialmente após eventos isquêmicos, potencializando também a atividade de enzimas conversoras de AMP (adenosina monofostato) em adenosina, o que teoricamente explicaria como o coração “lembra” do PCI (LAWSON; DOWNEY, 1993).

Outros possíveis mecanismos também foram considerados nesses experimentos iniciais, a exemplo da possível inibição da enzima responsável por degradar o ATP na

mitocôndria (VANDER HEIDE et al., 1996); a hipótese da preservação da função glicolítica no miocárdio (LIU; STANLEY; DOWNEY, 1992); a teoria da redução da função contrátil do coração, reduzindo a demanda de energia durante eventos isquêmicos prolongados (KIMURA et al., 1992); a potencialização de mecanismos fisiológicos de resposta ao estresse oxidativo decorrente dos eventos isquêmicos induzidos (IWAMOTO et al., 1991); a hipótese da maior condutância dos canais de potássio sensíveis ao ATP, adaptação que ocasiona um encurtamento do potencial de ação cardíaco, reduzindo por consequência a depleção de ATP e o influxo de cálcio (KIRSCH et al., 1990).

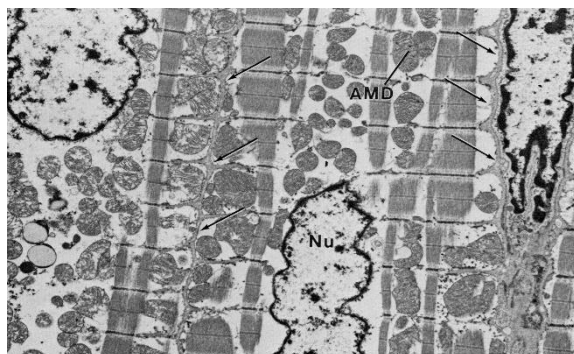


Figura 1. Fotomicrografia do miocárdio controle após 20min de isquemia sustentada (adaptado de MURRY et al., 1986).

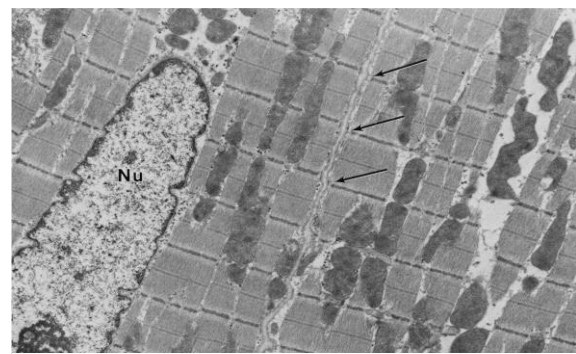


Figura 2. Fotomicrografia do miocárdio pré-condicionado após 20min de isquemia sustentada. (adaptado de MURRY et al., 1986)

Essas adaptações fisiológicas observadas foram corroboradas posteriormente por outros estudos, a exemplo de Eisen et al. (2004) que ampliou a compreensão desses fenômenos, estabelecendo alguns gatilhos do PCI. Os autores classificaram em gatilhos que são dependentes da transdução de sinal através da ação vasodilatadora da adenosina, da bradicinina, de receptores opioides e gatilhos que são independentes de receptores, sendo ativados através da alteração nas concentrações de óxido nítrico, de radicais livres e de cálcio. Segundo os autores, alguns mediadores parecem estar fortemente envolvidos no efeito protetor do PCI, ainda que através de processos não muito bem esclarecidos. Os principais mediadores são uma forma específica de proteína quinase, que quando ativada promove proteção dos cardiomiócitos durante eventos isquêmicos prolongados e os canais de potássio dependentes de ATP, ativados quando há uma redução substancial desse substrato energético.

3.2. Pré-condicionamento isquêmico no contexto esportivo

Após algumas décadas de pesquisas sobre o PCI, começava-se a perceber que esses eventos isquêmicos induzidos poderiam ser aplicados com segurança em humanos e poderiam

afetar tecidos não cardíacos (KERENDI et al., 2005). As primeiras descobertas provenientes do estudo de Loukogeorgakis et al. (2005) evidenciavam a existência de efeito protetor em outros tecido, constatando que os efeitos do PCI possivelmente sejam sistêmicos, abrindo a possibilidade de indução de eventos isquêmicos em tecidos não vitais. Diante dessa descoberta, novos estudos foram desenvolvidos no contexto esportivo a fim de avaliar em que medida essas alterações metabólicas poderiam inferir ganhos significativos na performance física, pois coincidentemente os efeitos hemodinâmicos decorrentes dos eventos isquêmicos induzidos também estão envolvidos no fornecimento de oxigênio e substratos para a musculatura demandada durante o esforço físico (DE GROOT et al., 2010).

A partir dessa nova perspectiva o PCI passou a ser amplamente estudado a fim de verificar o seu efeito nas diferentes tarefas relacionadas ao desempenho. No entanto, devido a ampla gama de testes realizados e uma falta de padronização sobre protocolos de indução de isquemia, os resultados impossibilitaram uma maior clareza sobre o tema. No estudo de revisão sistemática desenvolvido por Caru et al. (2019), foi observado ganhos significativos de performance em diversas tarefas como corrida de 5km; natação em tarefas de tiros repetidos; no ciclismo em testes incrementais, de contrarrelógio e teste de potência anaeróbia; desempenho aprimorado em teste de extensão de joelhos e na resistência muscular isométrica e até melhora no desempenho em um teste de prensão manual ritmada, no entanto, no mesmo artigo foram identificados estudos em tarefas similares que não apresentaram aumentos de performance.

Essas contradições podem ser explicadas me parte pela falta de padronização dos protocolos, pela falta de uniformidade dos participantes de pesquisa e pelas características dos testes aplicados. Como exemplo do estudo anterior, apesar de 48 artigos selecionados terem sido considerados de alta qualidade, não foi possível conduzir uma meta-análise, pois a quantidade de dados era muito alta, observada através da alta heterogeneidade (I^2 de 73,47%), impossibilitando uma combinação de variáveis válidas (CARU et al., 2019). De fato, a grande variabilidade de respostas individuais ao PCI, a diferença metodológica de protocolos de indução isquêmica e a diversidade de testes aplicados impedem uma conclusão clara sobre os possíveis benefícios do método, sendo necessária uma análise mais aprofundada considerando a demanda energética predominante da tarefa, seguindo uma padronização de protocolos e uma seleção de indivíduos mais homogênea.

Com a finalidade de direcionar as questões metodológicas e facilitar a compreensão sobre os potenciais efeitos ergogênicos do condicionamento isquêmico, Marocolo et al. (2018) publicou um artigo levantando alguns aspectos que deveriam ser observados em estudos

com essa temática. Um dos aspectos faz referência ao tipo de participante de pesquisa, uma vez que a grande parte dos estudos anteriores foi desenvolvida com participantes classificados como recreacionais/amadores, mas os efeitos ergogênicos podem ser muito mais relevantes para atletas de profissionais ou de alto desempenho. Outro ponto trazido pelos autores refere-se a análise estatística, pois na grande parte dos artigos a significância é observada através de “p-valor” e de tamanho de efeito, sendo que o mais adequado seria interpretar os resultados sob uma ótica realista, comparando os resultados com realidade fática do mundo competitivo, uma vez que aumentos marginais de performance considerados não significativos podem ter uma alta relevância em esportes de alto rendimento.

Quando aos protocolos de condicionamento isquêmico, Marocolo et al. (2018) destaca que os estudos tem empregado uma ampla gama de procedimentos, variando de um a quatro ciclos de dois a cinco minutos de isquemia, o que torna a própria intervenção uma variável de confusão, sendo sugerido a utilização de protocolos amplamente utilizados e concomitantemente experimentar protocolos mais curtos a fim de comprovar se possuem a mesma eficácia. Os autores levantam ainda a uma falha recorrente quanto ao efeito placebo, uma vez que poucos estudos têm utilizado grupos controle e aqueles que não o utilizam apresentam uma maior prevalência de resultados positivos.

3.3. Precondicionamento isquêmico na recuperação e no desempenho neuromuscular

De acordo com as evidências trazidas pela literatura teoriza-se que o PCI produz efeitos protetores que surgem através da estimulação endógena de alguns fatores como a adenosina, bradicinina, prostaglandinas e opioides (EISEN et al., 2004). Estes mediadores notadamente facilitam o fluxo sanguíneo e a oferta de oxigênio e subsidiariamente contribuem para a remoção de resíduos metabólicos. Nesse sentido, pesquisadores tem ampliado as teorias sobre os benefícios potenciais da intervenção isquêmica não só com foco nos substratos energéticos específicos de cada tarefa, mas também através da potencialização da atividade neuromuscular.

A fim de avaliar os eventuais efeitos ergogênicos do condicionamento isquêmico relacionados a força muscular, Andreas et al. (2011) avaliaram o decréscimo do metabolismo oxidativo mitocondrial por meio de uma isquemia contínua induzida de 20 minutos e logo após testaram os efeitos sobre contrações isométricas de flexão plantar e dorsiflexão. Nesse experimento os autores não observaram diferenças significativas sobre a força isométrica entre as condições placebo e PCI, no entanto, ao analisarem os marcadores do metabolismo oxidativo

durante a indução dos 20 minutos de isquemia, perceberam que, apesar do condicionamento não ter prevenido a queda nas concentrações de fosfocreatina intramuscular durante o evento, após a reperfusão as concentrações desse substrato energético foram significativamente superiores quando comparado com a condição controle. Estes achados podem indicar que a intervenção possivelmente facilitou o restabelecimento da homeostase mitocondrial, gerando ainda uma sobrecarga desse substrato.

Considerando os achados anteriores, observa-se que o PCI infere mudanças metabólicas importantes no metabolismo energético, no entanto, ainda não há consenso sobre em que medida essa intervenção pode influenciar no desempenho de exercício de força, especialmente na manifestação relacionada a potência muscular. Nesse contexto, outro estudo desenvolvido por Beaven et al. (2012) submeteu os participantes a um protocolo de condicionamento isquêmico e avaliou seus efeitos na realização de saltos com agachamento e saltos de contramovimento logo após e 24 horas depois da intervenção isquêmica. Os principais efeitos observados logo após a aplicação do PCI foram um significativo acréscimo na altura média do salto e pequenos prejuízos na aceleração, especialmente na fase excêntrica do movimento, quando comparado com a condição controle. Após 24 horas da aplicação da intervenção foram observados efeitos ergogênicos ainda mais substanciais. Dessa forma, foi observado que a indução de eventos isquêmicos intermitentes seguidos de reperfusão permitiram um retorno mais rápido da função muscular avaliada após 24 horas, ocasionado provavelmente pelo melhor fluxo sanguíneo e maior eficiência na utilização de oxigênio muscular, ainda que alguns aspectos relacionados a atividade neuromuscular tenham apresentado efeitos prejudiciais.

Na mesma linha de pesquisa hipotetizou-se que o PCI teria potencial para preservar o dano tecidual decorrente de esforços extenuantes, melhorando a recuperação muscular. Nesse sentido, Cochrane et al. (2013) avaliou indicadores de desempenho muscular em janelas de tempo distintas após a realização de uma sessão de esforço excêntrico extenuante. Nesse experimento os participantes realizaram três séries de 100 contrações excêntricas máximas do quadríceps no dinamômetro isocinético seguidas da aplicação do PCI ou controle. O desempenho muscular foi avaliado imediatamente após a aplicação do esforço e ainda 24 e 48 horas depois, entretanto nenhum parâmetro avaliado indicou uma atenuação do efeito de perda de força muscular, ou seja, a intervenção isquêmica nesse desenho experimental pareceu não modificar o processo de recuperação muscular.

Seguindo uma hipótese similar, Franz et al. (2017) desenvolveu um desenho experimental em que realizou a aplicação da intervenção isquêmica antes da realização de um exercício extenuante excêntrico de flexão de cotovelo que visava causar dano muscular proposital. Eles avaliaram marcadores de lesão muscular, edema muscular, contratilidade muscular e intensidade subjetiva da dor nos momentos: pré-exercício, imediatamente após o esforço, 20 minutos após, duas horas após e ainda 24h, 48h e 72h depois do esforço excêntrico. Os principais achados foram que, comparados ao grupo controle, os indivíduos submetidos ao PCI tiveram uma redução significativa do marcador de dano muscular (CK) nos momentos 24h (93%), 48h (95%) e 72h (96%) e ainda na intensidade de dor percebida 24h (80%), 48h (79%) e 72h (88%), podendo-se deduzir ainda que houve uma menor resposta pró-inflamatória para o grupo submetido a intervenção.

Ainda que a técnica de condicionamento isquêmico apresente alguns resultados promissores em diversas modalidades esportivas (CARU et al., 2019), quando analisadas no contexto de exercícios resistidos, as evidências parecem exibir resultados contraditórios. Em um estudo desenvolvido por Marocolo et al. (2016), 21 homens foram submetidos a um teste de 12 repetições máximas de flexão de cotovelo após um protocolo de PCI e um protocolo falso, os resultados evidenciaram que houve melhora para os dois grupos, mas sem diferença entre eles, ou seja, apesar do desenho experimental ter inferido uma melhora na realização da atividade, a causa pode não estar relacionada às adaptações da intervenção isquêmica, mas sim de um efeito placebo.

Por outro lado, em outro ensaio clínico cruzado, Paradis-Deschênes et al. (2016) investigou os efeitos do condicionamento isquêmico na hemodinâmica muscular e na captação de oxigênio durante a realização de cinco séries máximas de extensão de joelho no dinamômetro isocinético. Foram analisadas as concentrações de deoxihemoglobina e hemoglobina total do músculo vasto lateral e as diferenças foram expressas através de tamanho de efeito de *Cohen*. Os achados desse estudo demonstraram que a aplicação do PCI aparentemente ativou a captação de oxigênio e a otimizou a perfusão muscular, melhorando a produção de força ao longo dos cinco esforços máximos repetidos, especialmente nas duas primeiras séries (Figura 3). Essas evidências podem indicar não só um metabolismo anaeróbio otimizado, mas também uma recuperação muscular potencialmente mais rápida, demonstrada pela maior força produzida em todas as séries realizadas. Os autores concluem ainda que em condições similares, quando o fluxo sanguíneo e a condutância vascular estão prejudicadas pelo aumento da pressão intramuscular, os benefícios desse procedimento tendem a ser identicamente significativos.

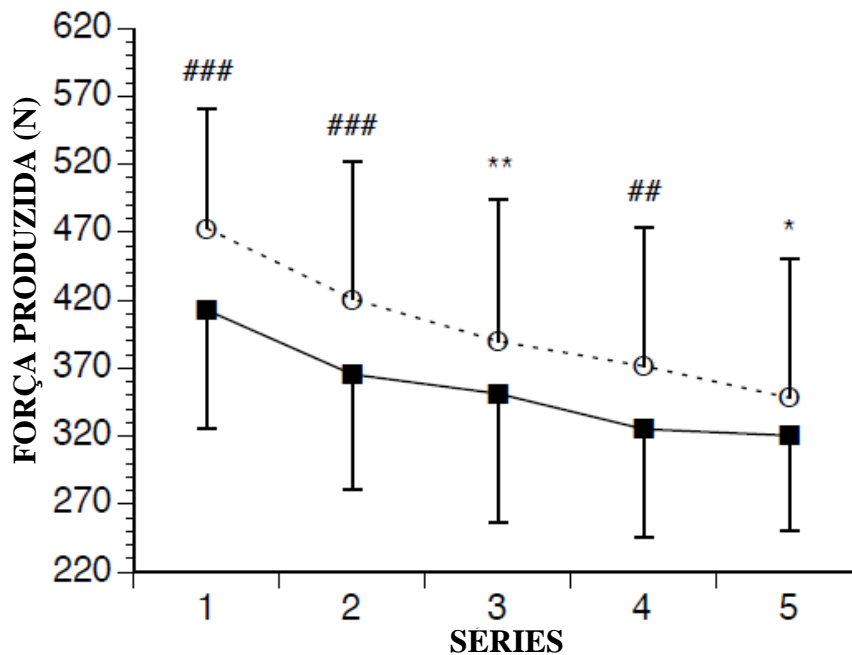


Figura 3. Média da força produzida nas 5 séries nas condições PCI (O) e FALSO (■). Em comparação com a condição FALSO: ### quase certamente efeito moderado, ## muito provavelmente efeito moderado, ** muito provavelmente efeito pequeno, * possivelmente efeito pequeno. Valores são médias \pm DP (adaptado de Paradis-Deschênes et al. (2016).

Essas descobertas relacionadas aos efeitos ergogênicos neuromusculares trazem uma perspectiva promissora para a utilização do condicionamento isquêmico em atividades dessa natureza, especialmente quando o objetivo for aumento de força muscular e hipertrofia, uma vez que a literatura tem evidenciado que aumentos em quantidade de carga levantada e número de repetições levam a um maior volume de treino e consequentemente a resultados superiores (FISHER; STEELE, 2017). Nesse sentido, o condicionamento isquêmico tem surgido como um recurso simples, de baixo custo e não invasivo que permitiria aumentar o número de repetições nas sessões de treinamento (CARVALHO; BARROSO, 2019), o que poderia, a longo prazo, potencializar o desenvolvimento de força e hipertrofia.

Aprofundando o conhecimento sobre os efeitos ergogênicos do PCI na produção de força, Santana et al. (2021) desenvolveu um ensaio clínico em que verificava se a intervenção isquêmica poderia influenciar na capacidade neuromuscular ao realizar um teste de repetições máximas com uma carga relativa a 50% de 1RM (uma repetição máxima). Nesse experimento os participantes foram divididos em dois grupos, sendo um grupo para realização de repetições máximas no supino reto, grupo de membros superiores e outro grupo para membros inferiores, realizando o teste no Leg Press 45°. O grupo de membros superiores conseguiu aumentar o

número de repetições em cerca de 11% após a aplicação do protocolo de PCI quatro horas antes do teste quando comparado com os grupos controle e placebo. Já o grupo de membros inferiores, após a intervenção isquêmica, obteve um ganho médio de 22% quando comparado com o grupo placebo e de aproximadamente 37% quando comparado ao grupo controle.

Apesar do tamanho de efeito encontrado no estudo citado ter sido classificado como trivial, em modalidades competitivas, tais resultados podem ser bastante expressivos. De fato, o grupo de membros inferiores conseguiu aumentar em cerca de 11 repetições em média (grupo controle: $28,9 \pm 6,0$ repetições; grupo intervenção: $40,5 \pm 15,7$ repetições) após a aplicação do PCI em comparação com o grupo controle, indicando que o procedimento foi eficaz em retardar a fadiga (SANTANA et al., 2021).

3.4. Precondicionamento isquêmico em exercícios de predominância anaeróbia

A fim de esclarecer em que medida o PCI contribui para a performance física, pesquisas foram desenvolvidas considerando o tipo de substrato energético predominante no exercício. As atividades de predominância anaeróbia são aquelas caracterizadas por altas intensidades e curta duração, exigindo um fornecimento de energia imediato através dos fóstatos de alta energia intramusculares, do trifosfato de adenosina (ATP) e da fosfocreatina (PCr), substratos que são consumidos quase que totalmente em cerca de 20 a 30 segundos de atividade de esforço máximo (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2018).

Nesse contexto, Paixão et al. (2014) conduziu um ensaio clínico cruzado para avaliar os efeitos do PCI em testes de *Wingate* sequenciais. Nesse experimento os participantes foram avaliados na condição controle ou PCI, sendo o protocolo composto por três testes de *Wingate* seguidos com um intervalo de recuperação passiva de seis minutos. Os autores observaram que a aplicação do PCI reduziu a potência máxima no primeiro *Wingate*, bem como a potência média e a potência total nos dois primeiros testes. Apesar dos efeitos negativos observados no desempenho dessa tarefa específica, os autores pontuaram que a indução de eventos isquêmicos pode desencadear resposta metabólica que preservam o ATP, dessa forma, apesar de representar um efeito clinicamente relevante e importante para preservar a integridade tecidual (MOSES et al., 2005), em atividade que exigem uma alta demanda energética, como no estudo mencionado, esse efeito pode prejudicar o desempenho.

Considerando que em tarefas de predominância anaeróbia as demandas energéticas são provenientes da PCr e da glicose anaeróbia e que o PCI tem potencial para otimizar a ressíntese desses substratos, Patterson et al., (2015) desenvolveram outro ensaio clínico a fim

de verificar os efeitos do condicionamento isquêmico durante um teste que consistia em realizar 12 sprints de seis segundos com 30 segundos de recuperação passiva. Os participantes realizaram os testes nas condições placebo e PCI. Os autores observaram que a aplicação do PCI antes da tarefa levou a um aumento na potência máxima de pico e na potência média nos três primeiros *sprints* conforme evidenciado na Figuras 3 e 4

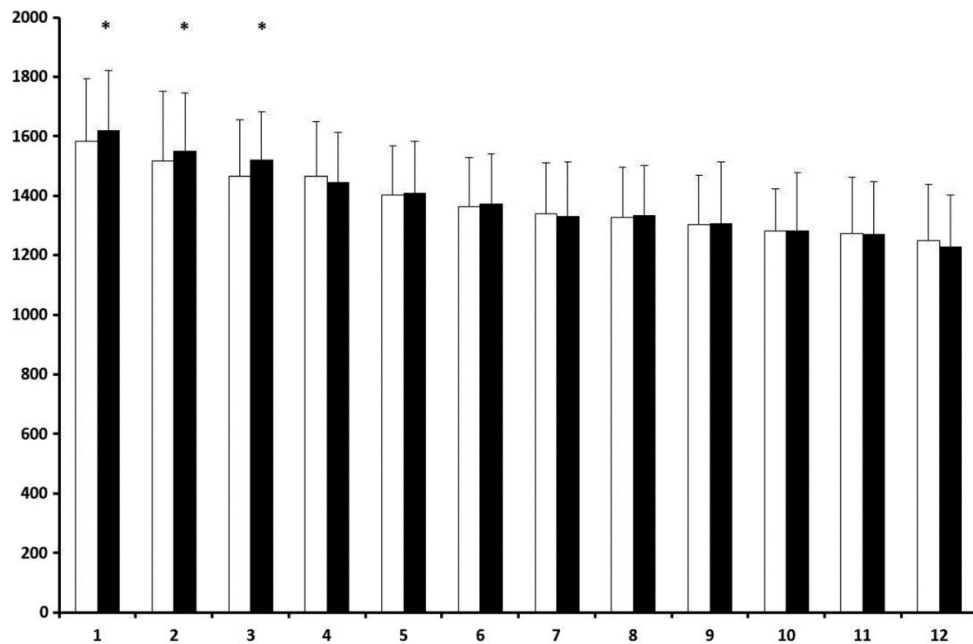


Figura 3. Dados de potência de pico durante 12 sprints máximos de 6s após condicionamento isquêmico (barra sólida) ou placebo (barras abertas). * indica diferença significativa em relação ao placebo (adaptado de Patterson et al., 2015).

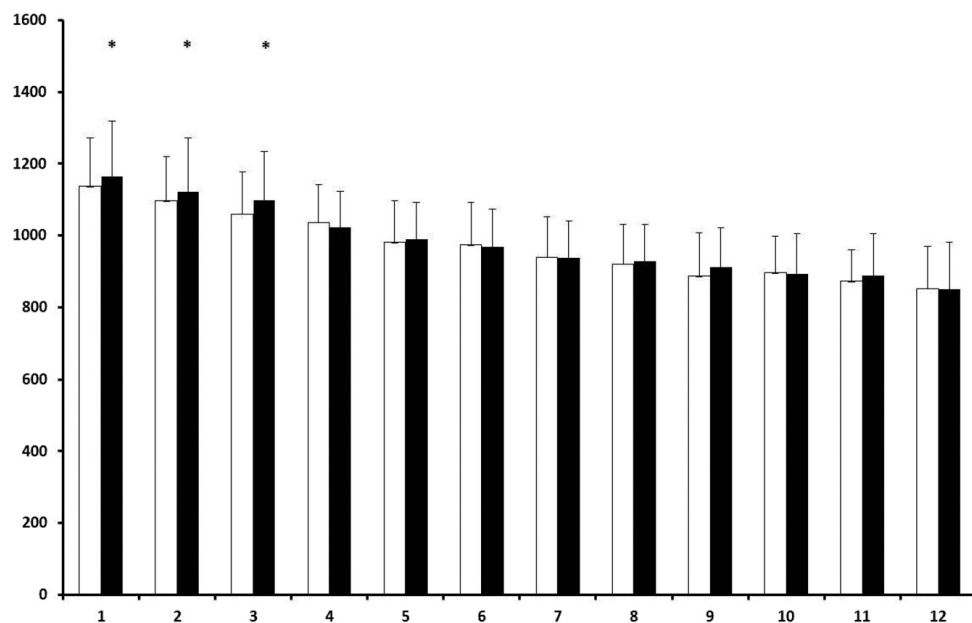


Figura 4. Dados de potência média durante 12 sprints máximos de 6s após condicionamento isquêmico (barra sólida) ou placebo (barra aberta). * indica diferença significativa em relação ao placebo (adaptado de Patterson et al., 2015).

Os efeitos observados podem estar associados ao aumento da produção de ATP em decorrência dos eventos isquêmicos induzidos. Outra evidência promissora foi a maior saturação de oxigênio observada na condição pós PCI, o que possivelmente indica uma melhor entrega de oxigênio para a musculatura analisada, situação que pode ter favorecido a manutenção da potência observada.

Na mesma linha de pesquisa, mas utilizando protocolos de sprints de 60 segundos, Cruz et al. (2016) observou as respostas de ativação muscular através da atividade eletromiográfica do músculo vasto lateral, bem como o consumo de oxigênio durante o esforço e após 45 minutos (EPOC). Nesse experimento os autores observaram que a taxa acumulada de oxigênio e a cinética do lactato sanguíneo foram maiores na condição pós PCI em comparação a condição placebo, indicando um aumento da contribuição anaeróbia decorrente da intervenção. Essa observação foi corroborada pelo maior consumo de oxigênio pós esforço observado nesse estudo, uma vez que esse consumo aumentado reflete uma maior atividade de reposição de compostos fosfatados, bem como maior remoção de lactato.

Em contradição a estas evidências, Gibson et al. (2013), ao verificar o efeito do PCI em testes de *sprints* de corrida de 30m, não observaram nenhuma melhora no desempenho de participantes do sexo masculino e ainda um pequeno efeito negativo nos participantes do sexo feminino, concluindo que o condicionamento isquêmico não melhora o desempenho em atividades de *sprints*, indicando que tal intervenção pode não ser interessante para esportes coletivos em que são necessários vários esforços curtos e intermitentes. Confirmando esses achados, outro experimento conduzido por Marocolo et al. (2017) analisaram os efeitos agudos do PCI em jogadores de futebol durante a realização de exercícios intermitentes de alta intensidade (*YoYo Intermittent Endurance Test* nível 2), teste que consiste na realização de duas corridas de 20 metros em estágios de velocidades progressivamente crescentes. Nesse estudo não foi observada nenhuma diferença na distância percorrida, na concentração de lactato, na percepção subjetiva de esforço, tampouco na frequência cardíaca.

3.5. Condicionamento isquêmico em exercícios de *endurance*

Em atividades de duração prolongada em que o metabolismo energético se dá predominantemente através das vias aeróbias, exige-se muito mais do sistema oxidativo que deve manter sua eficiência por longos períodos (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2013). Nesse sentido, o condicionamento isquêmico parece apresentar um potencial ergogênico superior, uma vez que algumas adaptações relatadas na literatura podem influenciar diretamente no

metabolismo energético oxidativo como alterações na atividade mitocondrial. Um teoria é de que a estimulação isquêmica intermitente pode afetar a cadeia transportadora de elétrons no ciclo de produção de energia, preservando o estado energético do tecido muscular condicionado (CABRERA et al., 2012).

Outro ponto que parece influenciar no desempenho de esforços de longa duração pode estar associado as alterações metabólicas comumente observadas (EISEN et al., 2004), alterações estas que permitem uma maior oferta de oxigênio para a musculatura demandada no esforço. No entanto, apesar de existirem várias evidências promissoras sobre efeitos positivos do PCI em diversos tipos de exercícios (CARU et al., 2019), alguns estudos bem controlados não observam diferenças em comparação com um grupo placebo. Como exemplo, um estudo desenvolvido por Sabino-Carvalho et al. (2017) realizou um teste incremental em esteira, em corredores, nas condições controle (sem intervenção), placebo (aplicação falsa de ultrassom) e PCI, no entanto, os participantes foram informados que as intervenções PCI e placebo poderiam melhorar a performance no teste. Nesse experimento não foram observadas diferenças entre as condições PCI e placebo, no entanto, em comparação com a condição controle, ambos melhoraram o desempenho.

Resultados como este trazem ainda mais dúvida sobre o real efeito do PCI sobre o desempenho esportivo, mas deve-se ponderar alguns critérios que certamente influenciam nos resultados. Primeiramente a população mais estudada nos experimentos de condicionamento isquêmico são de pessoas classificadas como treinadas ou saudáveis, assim, quando o estudo avalia corredores bem treinados como no artigo anterior, espera-se que os efeitos sejam de menor amplitude, exigindo uma aferição mais precisa das variáveis e uma interpretação dos resultados que considere a relevância prática. Outro ponto que deve ser considerado diz respeito a padronização de protocolos como a pressão de oclusão a ser utilizada, número de ciclos de isquemia, tempo de reperfusão e local de aplicação do manguito. No caso do estudo de Sabino-Carvalho et al. (2017) os ciclos de isquemia foram alternados entre os membros, ou seja, enquanto um membro recebia a oclusão, o outro membro estava no período de reperfusão. Esse protocolo de aplicação do PCI se difere da grande parte dos estudos sobre o tema e, curiosamente, experimentos que utilizaram protocolos similares também observaram piora no desempenho (PAIXÃO; DA MOTA; MAROCOLO, 2014).

Pesquisas que utilizaram protocolos mais habituais têm trazido resultados mais consistentes quanto a efeitos ergogênicos nos esportes de predominância metabólica aeróbia, sendo que a maior parte destes utiliza entre dois e quatro ciclos de isquemia com duração de cinco minutos em média com igual período de reperfusão (SALVADOR et al., 2016).

Diferentes estudos que seguiram essa estrutura de condicionamento isquêmico parecem apresentar resultados mais uniformes, a exemplo de De Groot et al. (2010) aplicou três ciclos de oclusão por cinco minutos por igual período de reperfusão e observou aumento no consumo máximo de oxigênio e na potência máxima alcançada em um teste incremental em cicloergômetro quando comparado com a condição controle.

Outras pesquisas trazem resultados similares que indicam alterações favoráveis aos esportes de endurance como o estudo desenvolvido por Kido et al. (2015) que investigou os efeitos do PCI na dinâmica de desoxigenação muscular durante um esforço progressivo por estágios até a exaustão. Nesse experimento os participantes foram submetidos a um teste em cicloergômetro que consistia em três minutos em intensidade baixa, quatro minutos em intensidade moderada e finalizando em intensidade severa até a exaustão. Durante a realização do esforço foram monitoradas continuamente a frequência cardíaca, a desoxigenação muscular e o consumo de oxigênio, sendo analisadas ainda as concentrações de lactato sanguíneo 30 segundos antes de cada mudança de intensidade e imediatamente após a exaustão. Os autores observaram que a aplicação de três ciclos de isquemia induzida por cinco minutos, com igual período de reperfusão, aumentou o tempo até a exaustão na intensidade severa e na intensidade moderada acelerou a velocidade de desoxigenação muscular, o que pode indicar uma maior atividade mitocondrial.

De forma controversa, os indicadores de desempenho analisados nos estudos parecem apresentar resultados contraditórios, por exemplo, no estudo citado anteriormente os resultados indicaram uma maior atividade mitocondrial evidenciada pela desoxigenação muscular, mas a cinética do consumo de oxigênio não exibiu diferenças (KIDO et al., 2015). Essas inconclusões sugerem que possa haver interações entre mediadores fisiológicos e bioquímicos ainda não compreendidos ou ainda que os procedimentos metodológicos não capazes de detectar. Nesse contexto, O'Brien e Jabobs (2022), em um estudo de revisão, relataram as principais respostas fisiológicas identificadas pela literatura decorrentes do condicionamento isquêmico (Figura 5), evidenciando que a interação e sincronidade dessas adaptações podem levar a interpretações equivocadas, fato que é mais agravado pela heterogeneidade metodológica dos estudos, contudo, parece ser razoável supor que as respostas ergogênicas do PCI são decorrentes de um efeito combinado dessas adaptações.

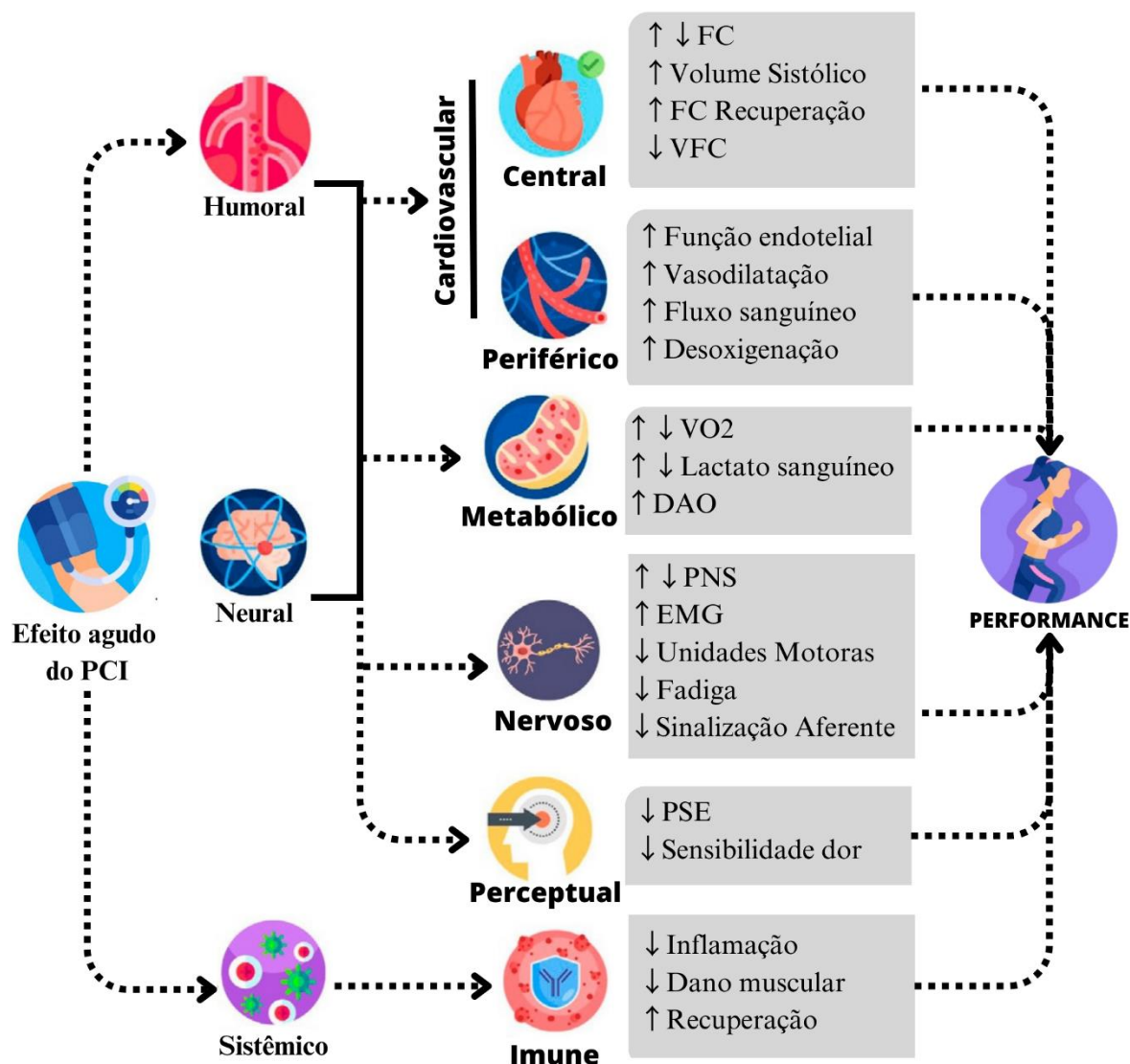


Figura 5. A gama de potenciais gatilhos relacionados e as respostas subsequentes que contribuem para os efeitos ergogênicos do PCI. FC: frequência cardíaca, DAO: déficit acumulado de oxigênio, EMG: eletromiografia, VFC: variabilidade da frequência cardíaca, PNS: sistema nervoso periférico, PSE: percepção subjetiva de esforço, VO2: consumo de oxigênio. As setas indicam direcionalidade das mudanças documentadas na literatura (adaptado de O'Brien (2022)).

Em relação as adaptações cardiovasculares centrais as evidências parecem ser inconclusivas, sendo relatado em alguns estudos uma menor frequência cardíaca em esforços intensos e redução da frequência cardíaca de repouso (CLEVIDENCE; MOWERY; KUSHNICK, 2012), mas por outro lado algumas pesquisas tem observado aumentos nesse indicador (PARADIS-DESCHÊNES; JOANISSE; BILLAU, 2016). Assim, os efeitos ergogênicos relatados nos esportes de longa duração não parecem estar associados somente as repostas cardiovasculares, sendo mais provável que outros sistemas atuem de maneira

complementar para esse efeito (O'BRIEN; JACOBS, 2022). Por outro lado, as respostas cardiovasculares periféricas ao PCI parecem influenciar de maneira mais direta e consistente no desempenho, possivelmente pela vasodilatação aumentada e consequente potencialização do fornecimento de oxigênio para o tecido muscular (KIDO et al., 2015; LOUKOGEORGAKIS et al., 2005).

Referente as respostas metabólicas da intervenção isquêmica o que é recorrentemente relatado é uma otimização das funções relacionadas a eficiência energética, o que particularmente afeta o desempenho nos esforços de demanda prioritariamente oxidativa (JOYNER; COYLE, 2008), especialmente no que se refere ao acúmulo de lactato sanguíneo e à taxa de degradação do ATP e do glicogênio muscular (MOSES et al., 2005). No entanto, ainda que estejam presentes alterações metabólicas após o PCI, tais respostas, sozinhas, parecem não refletir em desempenho, ao menos de forma conclusiva (CRUZ et al., 2015; KIDO et al., 2015). Dessa forma, tais evidências devem analisadas com muita parcimônia a fim de não incorrer em erros de interpretação.

Outra resposta que parece estar associada ao condicionamento isquêmico é referente a modulação autonômica, afetando diretamente a recuperação da frequência cardíaca, a atividade parassimpática e a variabilidade da frequência cardíaca, no entanto, poucos estudos tem analisado essas respostas, dificultando interpretações conclusivas (SABINO-CARVALHO et al., 2017). Por outro lado, a chave para o entendimento das respostas neurais decorrentes do PCI podem estar relacionadas ao neurônios aferentes do grupo III/IV que respondem a perturbações mecânicas e metabólicas musculares, influenciando nas respostas cardiovasculares e de maneira indireta na resposta da fadiga central (AMANN et al., 2011). Ao menos teoricamente, uma atenuação das respostas aferente desses neurônios do grupo III/IV poderiam prolongar a atividade durante o exercício ao reduzir as repostas cardiovasculares e musculares associadas a fadiga central, no entanto, evidências nesse sentido ainda são escassas (INCOGNITO; BURR; MILLAR, 2016), impossibilitando conclusões definitivas sobre potenciais efeitos ergogênicos.

Outro fator que pode influenciar no desempenho dos exercícios de longa duração, especialmente aqueles desenvolvidos em alta intensidade, pode estar relacionada a dor percebida. Nesse contexto, alguns estudos têm evidenciado que o PCI pode atuar na redução da dor percebida através da estimulação de substâncias endógenas antinociceptivas como a adenosina, a bradicinina, os opioides e endocanabinoides, mediadores envolvidos na sinalização da dor (HUGHES; GRANT; PATTERSON, 2021). De fato, a liberação dessas

substâncias decorrentes da aplicação da intervenção isquêmica pode afetar a sinalização aferente oriunda da musculatura demanda no esforço, influenciando no mecanismo de fadiga central e na percepção subjetiva de esforço, fortes mediadores de desempenho esportivo (TUCKER, 2009).

3.6. Revisão de literatura acerca do condicionamento isquêmico.

Consubstanciando as evidências citadas, verifica-se que as repostas ao PCI são amplas e difíceis de avaliar de forma individualizada, assim, pesquisas com maior força de evidências devem ser consideradas para buscar uma compreensão dos benefícios dessa intervenção, dessa forma, estudos de revisão sistemática podem esclarecer alguns pontos controversos. Assim, Caru et al. (2019) realizou um apanhado amplo de artigos acerca do condicionamento isquêmico, incluindo estudos com delineamento de ensaio clínico randomizados e não randomizados, controlados e não controlados até o ano de 2018. Nesse estudo foram selecionados ao final 52 artigos elegíveis, sendo analisados o desempenho em diferentes modalidades de exercício incluindo ciclismo, esforço em esteira, sprints, natação, preensão manual, corrida, remo, desempenho em subida, mergulho e patinação em velocidade.

Os resultados de Caru et al. (2019) mostraram que cerca de metade dos artigos selecionados apresentaram resultados positivos para o desempenho após o PCI, sendo mais prevalentes na atividade de ciclismo, especialmente em testes incrementais, de contrarrelógio e de tempo até a exaustão. Em contrapartida, 15 artigos que avaliaram os efeitos em corrida, sprints, esforço em altitude e ciclismo anaeróbio não encontraram efeitos e dois encontraram efeitos negativos no desempenho anaeróbio no ciclismo em mulheres. Os autores evidenciaram ainda que as adaptações metabólicas positivas foram relatadas em sete estudos que avaliaram o desempenho em endurance, adaptações que incluem aumento da elasticidade da parede vascular, prevenção do aumento da frequência cardíaca, diminuição na atividade da creatina quinase durante exercício excêntrico e aumento na extração de oxigênio pela musculatura ativada no esforço.

Em que pese a necessidade de esclarecer os mecanismos associados aos efeitos ergogênicos do PCI, estudos de revisão que não consideram como critério de inclusão aspectos metodológicos e uma relativa homogeneidade de participantes de pesquisa, impedem conclusões mais assertivas e ainda a realização de análises estatísticas mais elaboradas. Nesse sentido, Salvador et al. (2016) realizaram um estudo de revisão sistemática com meta-análise

selecionando artigos publicados até o ano de 2015 com participação de 234 indivíduos que utilizaram a intervenção isquêmica. Os resultados indicaram uma probabilidade acima de 99% de chance de efeito benéfico induzido pelo PCI nos exercícios de predominância metabólica aeróbia e de 57,9% para exercícios predominantemente anaeróbios, sendo este mais dependente do tempo de aplicação antes do início do esforço. Os autores pontuam que essas diferenças podem ser explicadas pela diminuição da sensibilidade do organismo aos sinais de fadiga e pelas adaptações hemodinâmicas e metabólicas características do PCI, o que pode favorecer mais acentuadamente o metabolismo aeróbio.

Aprofundado a análise sobre o tema, Salvador et al. (2016) realizou análise de subgrupos considerando algumas variáveis de confusão como a característica dos participantes (atletas x não atletas), características dos exercícios (aeróbios, anaeróbios e potência/*sprint*), local de aplicação da isquemia (membro primariamente engajado x outro membro, membros superiores x membros inferiores), duração do efeito do PCI (precoce x tardia) e ainda pelo número de ciclos de PCI (dois, três ou quatro ciclos). Quanto ao nível de treinamento dos participantes, os autores pontuaram que, ainda que aqueles na condição – não atleta – estejam mais suscetíveis de melhoras de desempenho, estudos que analisaram participantes mais treinados indicaram um tamanho de efeito superior. Já em relação ao tipo de exercício, aqueles que apresentavam características aeróbias apresentaram resultados positivos mais consistentes em relação àqueles de predominância anaeróbia, sendo que os esforços caracterizados como de potência/*sprints* apresentaram resultados pouco claros. A análise considerando o local de aplicação e a quantidade de ciclos de isquemia revelou que pode não haver diferença de resultados em relação ao membro ocluído (superiores x inferiores), mas a aplicação da isquemia no membro diretamente envolvido na atividade testada pode induzir alterações metabólicas de curto prazo e, dependendo do tempo até a realização do esforço, confundir a interpretação dos resultados.

Em outro estudo de revisão com meta-análise, Marocolo et al. (2019), visando melhor clareza dos resultados, selecionou artigos de alta qualidade, categorizando-os quanto ao tipo de atividade e quanto as variáveis de desfecho relacionadas ao desempenho. Os autores concluíram que a aplicação do PCI com no mínimo 45 minutos de antecedência ao esforço apresentaram menores efeitos prejudiciais em relação a tempos mais curtos, indicando que essa poderia ser a janela mínima entre a aplicação do protocolo e o teste. Em relação ao número de ciclos de isquemia foi observado que a quase totalidade dos estudos utilizou três ou quatro ciclos de cinco minutos de oclusão/reperfusão, sendo que os artigos que utilizaram três ciclos apresentaram

melhores efeitos a favor do desempenho. Em relação ao tipo de exercício, os autores observaram que a maior parte dos efeitos benéficos foram observados nas atividades de ciclismo em testes incrementais, de contrarrelógio e de potência anaeróbia. Em conclusão, os autores teorizam que a maior vasodifusão local e a redução da percepção subjetiva de esforço encontrada em alguns estudos podem explicar alguns efeitos favoráveis as atividades de endurance, não descartando a influência de outros fatores que ainda não estão muito bem esclarecidos.

4. MÉTODOS

4.1 Caracterização do estudo e procedimentos éticos

O estudo foi desenvolvido como um ensaio clínico randomizado cruzado (*cross-over*), simples-cego, em que os participantes foram submetidos a duas intervenções. Um protocolo de condicionamento isquêmico (PCI) com uma pressão de oclusão de 220mmHg e um protocolo de condicionamento isquêmico falso (SHAM), com pressão de oclusão de 20mmHg, utilizado como controle nesse estudo.

Os participantes foram inicialmente orientados verbalmente e por escrito sobre os protocolos a que seriam submetidos e sobre possíveis sensações de desconforto decorrente da oclusão, assinando em seguida o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Este projeto de pesquisa foi submetido ao comitê de ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Norte do Paraná e autorizado através do Parecer Consubstanciado de nº 4.170.632.

4.2 População e amostra

Para a realização desse estudo, foram selecionados por conveniência através de convites pessoais, 14 homens saudáveis, sem histórico de doenças cardiovasculares, que não estivessem fazendo uso de nenhuma medicação de forma crônica, sendo todos praticantes de ciclismo há pelo menos um ano e que estivessem realizando sessões de treinamento com frequência de pelo menos três vezes por semana e duração de pelo menos uma hora por dia.

Através do cálculo amostral (Software GPower, versão 3.1), foi estabelecido que a amostra necessária seria de 10 participantes, considerando um tamanho de efeito de 0,77 (MAROCOLO et al., 2019), um nível de significância de 5% ($P < 0,05$) e um poder da amostra de 80%. Consoante o previsto, quatro participantes abandonaram o estudo e não concluíram as intervenções, tendo dois deles alegado desconforto muscular durante a realização de um dos testes e dois alegaram dificuldade de deslocamento e falta de tempo para comparecer ao laboratório da UENP. Ao final, participaram de todas as etapas do estudo um total de 10 participantes do sexo masculino.

4.3 Delineamento experimental

Os participantes da pesquisa compareceram três vezes ao Laboratório Multiusuário de Biodinâmica do Movimento Humano - Centro de Ciência da Saúde da Universidade Estadual do Norte do Paraná, em dias distintos, com um intervalo não inferior a quatro dias a fim de evitar qualquer efeito residual.

Na primeira visita foram coletados os dados antropométricos para o cálculo de percentual de gordura corporal (Gord.), Índice de Massa Corporal (IMC) e feitas as orientações referentes a escala de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) composta de 15 categorias (BORG, 1982). Logo em seguida os participantes realizaram um teste incremental em cicloergômetro utilizando um protocolo adaptado de Cocking et al. (2017). Este teste foi utilizado como familiarização com o cicloergômetro, como ancoragem preliminar para a escala de PSE e ainda para determinação da potência de pico (W_{pico}) e potência de pico relativa.

Na segunda e terceira visitas os participantes foram submetidos à um dos protocolos experimentais (PCI ou SHAM), seguidos de uma pausa de 30 minutos antes da realização de um teste de tempo até a exaustão no cicloergômetro. A carga utilizada para o teste permaneceu constante e correspondendo a 75% da W_{pico} obtida no teste incremental.

A ordem de aplicação dos dois protocolos foi aleatorizada através de sorteio e todos os participantes foram orientados a se absterem de consumir bebidas alcoólicas, bebidas estimulantes (café, chás, energéticos etc.) e a não realizarem exercícios físicos nas 48 horas antes da realização das intervenções.

4.4 Instrumentos e técnicas de coleta de dados

4.4.1. Antropometria

Para coleta da massa corporal e da estatura foi utilizada uma balança digital (Filizola®) com estadiômetro acoplado, com carga máxima de 150kg e precisão de 0,02kg e 0,5cm. A massa corporal foi obtida com o participante posicionado no centro da balança, descalço e trajando roupas leves. A estatura foi coletada com o avaliado posicionado o mais próximo possível da haste do estadiômetro, tocando levemente os calcanhares, quadril e escápula, mantendo a cabeça em posição neutra.

Para as medidas de espessura das dobras cutâneas foi utilizado um compasso da marca Lange® com abertura entre 2 e 40mm, pressão das molas de 10g/mm², área de contato com a superfície da pele de 30mm² e definição de medida graduada a cada 1mm. A técnica de medida das espessuras, bem como a tabela de referência para estimativa da quantidade de gordura relativa ao peso corporal, foram utilizadas com base no proposto por Guedes e Guedes (2006).

4.4.2. Percepção subjetiva de esforço

Com o propósito de se identificar eventuais diferenças psicofisiológicas no esforço

percebido, foi utilizada a classificação de 15 categorias proposta por Borg (1982), coletada a cada três minutos nos testes de tempo até a exaustão. Para inferir maior consistência nos resultados, foi realizada uma ancoragem de memória antes da execução de cada teste, referenciado no proposto por Robertson et al. (2000), ou seja, o participante recebia exemplos práticos de situações correspondentes a cada categoria de esforço existente na escala.

A PSE foi relatada pelo participante ao final de cada estágio de três minutos dos testes de tempo até a exaustão (TTE). A pergunta padronizada utilizada foi: “QUAL A SUA SENSACÃO DE ESFORÇO AGORA?”, sendo respondido pelo participante o número correspondente a sensação de esforço daquele instante.

4.4.3. Teste Incremental

O teste incremental teve como objetivo a determinação da W_{pico} , referência essa que foi utilizada para o cálculo da carga nos testes de TTE. Para tanto, foi utilizado um cicloergômetro da marca Cefise®, modelo Biotec 2100, sendo todos os ajustes ergonômicos prévios feitos pelo próprio participante, conforme sua vontade.

O protocolo de teste foi adaptado de Cocking et al. (2017) para ser realizado no cicloergômetro disponível para o estudo. Durante todo o esforço os participantes foram orientados a manter uma cadência de 70rpm, sendo o teste iniciado com um aquecimento de cinco minutos com uma carga de correspondente a 54W e a cada três minutos, um incremento de 36W foi adicionado até a exaustão volitiva do participante ou até que ele não conseguisse sustentar a cadência alvo por mais de 30s. A W_{pico} foi considerada como aquela correspondente ao último estágio completo pelo participante, sendo desconsiderado o estágio incompleto.

4.4.4. Precondicionamento isquêmico

Para a realização do PCI e SHAM foram realizados quatro blocos de cinco minutos de oclusão, seguidos de reperfusão pelo mesmo tempo, aplicados na perna direita na região proximal, com o participante deitado em posição supina e relaxado. Foi utilizado um manguito inflável da marca Cardiomed, modelo Scientific Leg - WCS de dimensões 12,5cm de largura por 84cm de comprimento, acoplados a um manômetro para identificação da pressão de oclusão. No protocolo de PCI a pressão de oclusão foi mantida em 220mmHg e para o SHAM foi adotada uma pressão do manguito de 20mmHg, protocolo já adotado em estudos anteriores (CRISAFULLI et al., 2011; MAROCOLO, 2016).

4.4.5. Teste de tempo até a exaustão

Os dois testes de tempo até a exaustão foram realizados no mesmo período do dia para evitar interferências do ciclo circadiano e com a adoção de uma carga constante e submáxima até o encerramento voluntário do teste pelo participante ou até que a cadência alvo não fosse sustentada por mais de 30s. O participante só deu início ao teste após transcorridos 45min do fim do último bloco de oclusão (30min repouso + 15min aquecimento). Para o teste, o participante realizou um aquecimento de 15min com uma carga correspondente a 40% da W_{pico} , sendo em seguida complementada a carga até o correspondente a 75% da W_{pico} . Durante todo o teste o participante permaneceu cego para o tempo, recebendo feedback somente da cadência e da frequência cardíaca instantânea. Durante toda realização do teste os participantes receberam incentivos verbais para continuar o esforço.

4.4.6. Variabilidade da frequência cardíaca e frequência cardíaca

Durante a realização do teste incremental e dos testes de tempo até a exaustão, o participante utilizou um cardiofrequencímetro da marca Garmin®, modelo Fenix 5x em conjunto com uma cinta cardíaca HRM-DUAL, sendo realizados os registros de frequência cardíaca (FC) e de variabilidade da frequência cardíaca (VFC) de forma ininterrupta.

Para efeito de análise, somente os últimos seis minutos de teste TTE foram considerados. Para a variável FC foi extraída a média dos batimentos por minuto (FC6min). Para a VFC foram considerados os índices no domínio do tempo: média dos intervalos R-R (MédiaRR6min) e a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos R-R normais adjacentes (RMSSD6min). No domínio da frequência foi considerado a relação dos componentes de baixa frequência e alta frequência da análise espectral (LF/HF6min). (VANDERLEI et al., 2009).

Para a extração dos dados foi utilizado o software Kubios HRV Standard, versão 3.4.0 (MIKA P. TARVAINEN et al., 2021), sendo aplicada uma filtragem digital pelo próprio software para eliminar eventuais batimentos ectópicos prematuros ou artefatos que poderiam comprometer a integridade dos dados. Todos os dados foram expressos em média e desvio padrão.

4.5 Análise dos dados

A análise estatística dos dados foi realizada através do Software IBM SPSS *Statistics*, versão 25.0. A normalidade dos dados foi verificada e confirmada através do teste de

Kolmogorov-Smirnov e a comparação das variáveis quantitativas dos protocolos testados foi realizada através do teste “t” de *Student*. Para a análise dos índices de PSE foi utilizado o teste de *Wilcoxon*. Para quantificação do tamanho do efeito foi utilizado “g” de Hedges, que aplica uma correção no “d” de COHEN para amostras pequenas. (COHEN, 1992; ESPIRITO SANTO; DANIEL, 2015; LAKENS, 2013; SAWIŁOWSKY, 2009). Os dados descritivos são apresentados como média e desvio padrão. Para todos os testes, o nível de significância adotado foi de 95% ($P < 0,05$).

5. RESULTADOS

O estudo foi desenvolvido com a participação de 10 voluntários, praticantes de ciclismo há pelo menos um ano e com uma frequência de treinamento regular de pelo menos três vezes por semana. As características gerais dos participantes estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Características dos participantes da pesquisa.

Idade (anos)	Peso (Kg)	Altura (cm)	IMC (Kg/m ²)	Gord. (%)	Pot. Pico Absoluta (W)	Pot. Pico Relativa (W/kg)
36,9 ±8,1	84,2 ±14,8	173 ±0,05	28,1 ±4,4	23,6 ±4,7	262,7 ±28,4	3,2 ±0,4

Dados expressos em média ±DP. IMC: índice de massa corporal, Gord(%): percentual de gordura corporal, Pot. Pico Absoluta: potência absoluta (W) alcançada no último estágio completo do teste incremental, Pot. Pico Relativa: razão entre potência de pico (W) e massa corporal (kg).

Em que pese o tempo para conclusão do teste (TTE) ter sido cerca de 8% superior, após a aplicação do PCI, tal diferença não se mostrou significativa. Quanto aos indicadores hemodinâmicos nos últimos seis minutos do teste, foi observado que a FC e o índice RMSSD da VFC não se alteraram na comparação dos dois protocolos. Já para os indicadores de VFC “MédiaRR6min” e “LF/HF6min” apresentaram diferenças significativas (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores das variáveis hemodinâmicas e de tempo até a exaustão.

Variável	SHAM ±DP	PCI ±DP	p	Tamanho Efeito (g)	IC 95%
TTE (s)	984,50 ±334,8	1066,9 ±319,7	0,124	0,23	-0,34 a 0,81
FC6min (bpm)	178,49 ±7,2	179,40 ±7,5	0,089	0,11	-0,45 a 0,71
MédiaRR6min (ms)	333,89 ±14,1	337,13 ±13,3*	0,037	0,21	-0,44 a 0,78
RMSSD6min (ms)	1,18 ±0,2	1,27 ±0,3	0,230	0,34	-0,24 a 0,91
LF/HF6min	3,99 ±2,1	2,10 ±0,5*	0,021	-1,33	-2,13 a -0,24

* Diferença significativa (P<0,05) do PCI comparado com SHAM; TTE - tempo até a exaustão; FC6min - média dos batimentos cardíacos nos últimos 6 min. do teste; MédiaRR6min - média dos intervalos R-R nos últimos 6min, do teste; RMSSD6min - raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos R-R normais adjacentes nos últimos 6min. do teste; LF/HF6min – razão dos componentes de baixa frequência e alta frequência da análise espectral nos últimos 6min. de teste; g - corresponde ao tamanho de efeito utilizado “g” de Hedges, que aplica uma correção no “d” de COHEN para amostras pequenas.

Os dados de PSE foram analisados a cada três minutos do teste, sendo ainda estratificados em três grupos para uma melhor compreensão: “Grupo SHAM>PCI”, para os participantes que atribuíram um valor de PSE menor para o PCI em cada estágio; “Grupo SHAM<PCI”, para os participantes que atribuíram uma PSE mais alta para o PCI e “Grupo SHAM=PCI” para aqueles que atribuíram a mesma intensidade para as duas intervenções.

Agrupando os participantes que atribuíram uma nota de PSE maior (SHAM>PCI) com aqueles que atribuíram uma nota igual (SHAM=PCI), é possível observar que a pontuação de PSE atribuída após a intervenção permaneceu menor em praticamente todos os estágios, exceto para o estágio “3min”, conforme demonstrado na Figura 6.

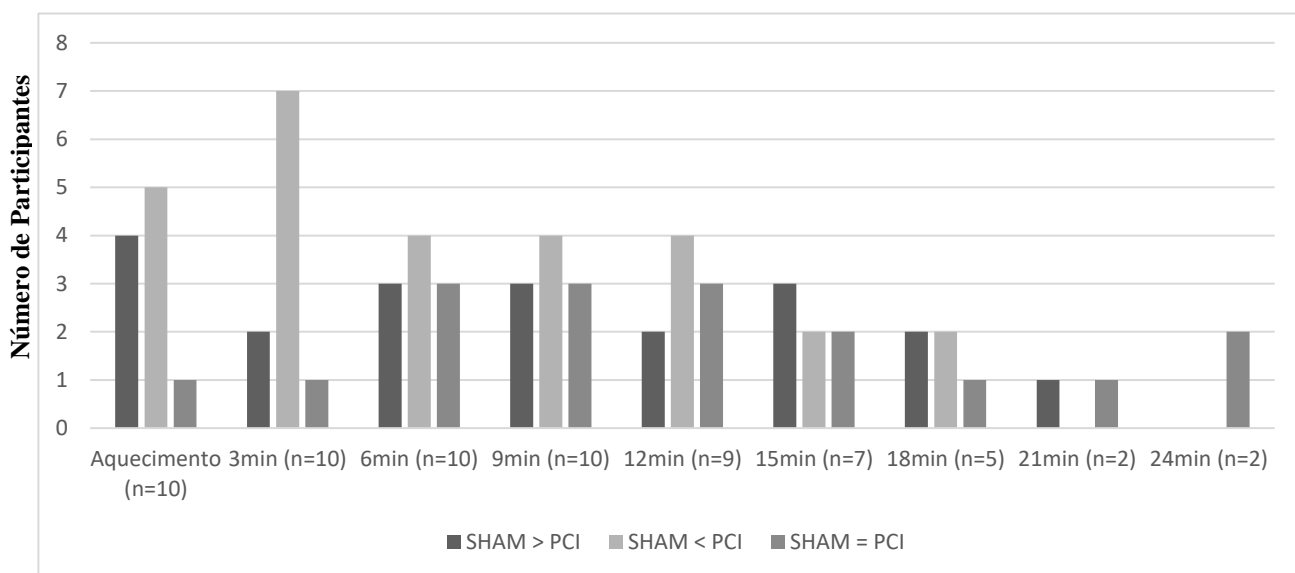


Figura 6. Número de participantes agrupados de acordo com a nota atribuída à PSE. SHAM>PCI participantes que atribuíram PSE maior para o protocolo SHAM; SHAM<PCI participantes que atribuíram PSE maior para o PCI; SHAM=PCI participantes que atribuíram a mesma PSE para os dois protocolos.

Para a análise do comportamento da VFC nos 6 minutos finais do teste foram observadas a média dos intervalos R-R (Média RR 6min) e a raiz quadrada da média das diferenças sucessivas ao quadrado entre R-R adjacentes (RMSSD 6min), índices relativos ao domínio do tempo. No domínio da frequência foi analisada a relação das variáveis LF (componente espectral de baixa frequência) e HF (componente espectral de alta frequência), representados pela variável “LF/HF 6min”.

Na Figura 7 está representada uma linha de tendência comparativa entre os dois protocolos para os indicadores de VFC analisados. É possível observar que para na média dos intervalos RR (a) houve um aumento significativo de cerca de 7,6% após o PCI. Apresentando diferença igualmente significativa, o índice LF/HF (b) apresentou uma redução de cerca de 47%. O indicador RMSSD (c) não apresentou diferença entre os protocolos.

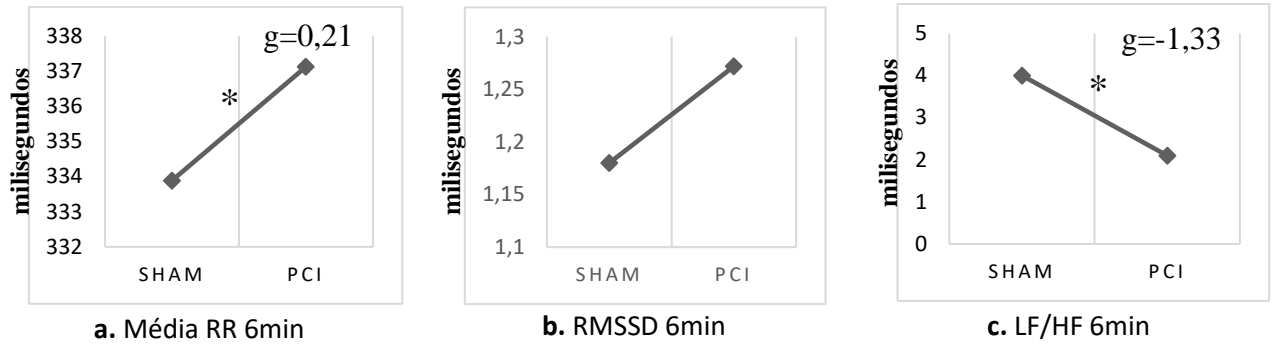


Figura 7. Linha de tendência comparativa entre SHAM x PCI, referente aos índices de VFC: Média RR 6min, RMSSD 6min e LF/HF 6min. “g” corresponde ao tamanho de efeito utilizado “g” de Hedges, que aplica uma correção no “d” de COHEN para amostras pequenas. * representa diferença significativa ($p<0,05$).

6. DISCUSSÃO

O principal achado desse estudo foi que o PCI não melhorou de forma significativa o tempo até a exaustão com carga submáxima, entretanto, é possível observar que, em que pese a falta de significância estatística, mudanças dessa magnitude podem representar uma relevância prática. De fato, a diferença média de 84 segundos a favor do protocolo PCI ($p=0,124$, $g=0,23$, IC 95%, -0,34 a 0,80) em um teste submáximo que durou cerca de 15 minutos, pode inferir ganhos maiores a depender do tipo de prova realizada, podendo as variações altimétricas e de intensidade influenciar tais parâmetros.

Estes achados corroboram outros estudos que identificaram melhoras em testes de tempo até a exaustão em torno de 5,8% e tamanhos de efeito variando de 0,28 a 0,51 (SALVADOR et al., 2016). Tais resultados reforçam a hipótese de que o condicionamento isquêmico pode induzir adaptações metabólicas e neuromusculares que beneficiam atividades com demanda metabólica predominantemente aeróbia, uma vez que as principais efeitos relatados estão associados a um aumento da perfusão muscular, permitindo um fluxo sanguíneo otimizado e conseqüentemente uma maior extração periférica de oxigênio (KIDO et al., 2015).

O protocolo utilizado nesse estudo com quatro ciclos de isquemia com pressão de oclusão de 220mmHg, durante cinco minutos, seguidos de reperfusão pelo mesmo período, parece não ter influenciado os resultados, uma vez que a maior parte das pesquisas seguem esse mesmo protocolo (MAROCOLO et al., 2017b). Da mesma forma, o intervalo entre a intervenção isquêmica e o início do esforço de 45 minutos seguiram os achados de (MAROCOLO et al., 2019) que sugeriu que esse intervalo parece ser a janela mínima para a obtenção de resultados significativos. No entanto, não descartamos a possibilidade da aplicação da oclusão no membro diretamente envolvido na atividade ter sofrido algum grau de influência nos achados, conforme relatados em experimentos anteriores (LOUKOGEORGAKIS et al., 2005).

A população recrutada para o presente foi classificada como de indivíduos moderadamente treinados, com alguma experiência em sustentar esforços intensos, a exemplo de teste de tempo até a exaustão aplicado. Essa característica de participantes é predominante nos estudos sobre PCI, o que permitiu comparar os resultados com uma literatura mais ampla, ao contrário de atletas altamente treinados que representam um pequeno percentual de evidências (CARU et al., 2019). Outro ponto de destaque nesse estudo foi a aplicação de um

protocolo falso (SHAM) que teve por objetivo “cegar” os participantes sobre o tipo de intervenção realizada. Esse procedimento é considerado mais adequado do que a simples utilização de um grupo controle (sem nenhuma intervenção), uma vez que estudos com esse delineamento parecem inferir resultados enviesados pelo “efeito placebo” (MAROCOLO et al., 2023).

Um fator que pode ter mascarado os resultados desse estudo pode estar vinculado ao poder estatístico da amostra, prejudicada pelo número reduzido de participantes (n=10) e a existência de participantes respondedores e não respondedores, ocorrência que pode prejudicar a interpretação das médias de resultados (INCOGNITO; BURR; MILLAR, 2016). Contudo, a fim de minimizar esse efeito, realizamos uma análise individual, sendo possível constatar que oito dos dez participantes conseguiram permanecer mais tempo no teste de tempo até a exaustão, com melhoras percentuais variando de 3,2% até 35,9%, sendo que somente dois participantes pioraram o desempenho em cerca de 2%.

A existência de indivíduos respondedores e não respondedores já foi relatada em estudos anteriores como o de Incognito, Burr e Millar (2016), ocasião em que identificou através de um estudo de Revisão Sistemática que, em testes de predominância metabólica aeróbia, a taxa de resposta dos participantes foi de cerca de 70% de respondedores, abrindo a hipótese da existência de indivíduos não respondedores, fato que poderia explicar a grande variabilidade observada nas respostas dos estudos sobre o PCI. Assim, recomendamos em estudos posteriores amostras que representem um poder estatístico maior a fim de detectar pequenas mudanças no desempenho e amenizar os erros decorrentes da responsividade.

A existência de indivíduos não respondedores pode estar associada, em parte, a magnitude dos estímulos metabólicos e/ou hipóxicos induzidos, sendo necessário, para alguns participantes, um estímulo amplificado para a observância do efeito ergogênico. Essa hipótese foi reforçada pelos achados de Slysz e Burr (2018) que induziu efeitos ergogênico em indivíduos não respondedores após aplicar uma “amplificação” dos estímulos através da adição de contrações musculares concomitantes com o PCI.

Referente as variáveis hemodinâmicas foi observado que a frequência cardíaca relativa aos últimos seis minutos do TTE não apresentou diferenças significativas entre os protocolos, no entanto, esse resultado já era esperado, uma vez que a fase final do teste apresenta uma intensidade mais elevada e conseqüentemente FC próximas do máximo, tornando a variação muito pequena e de difícil detecção. Soma-se a isso outros fatores externos como hidratação,

alimentação, qualidade do sono, nível de fadiga e estressores do cotidiano que potencialmente poderiam causar flutuações na frequência cardíaca (MITCHELL, 2012).

O monitoramento dos índices de VFC permitiu observar o comportamento do sistema nervoso autônomo frente aos dois protocolos aplicados, nos últimos seis minutos dos testes, situação que, em tese, dispenderia maior esforço do participante da pesquisa. No domínio do tempo foram analisadas as médias dos intervalos R-R (MédiaRR6min) e o índice RMSSD, que reflete o comportamento do nervo vago, portanto, a atividade parassimpática. Já no domínio da frequência, foi observada a relação da densidade espectral dos componentes de baixa frequência (LF), indicador da ação conjunta dos componentes vagal e simpático sobre o coração e de alta frequência (HF), responsável pela modulação respiratória e pela atuação parassimpática no músculo cardíaco, relação representada pela variável “LF/HF 6min” (VANDERLEI et al., 2009).

Todos os índices de VFC foram registrados para avaliar o mesmo fenômeno, o equilíbrio da atividade vagal e simpática, sendo assim, foi observado nesse estudo que dois índices apresentaram diferenças significativas, a “MédiaRR6min” ($p=0,037$, $g=0,21$, IC95%, -0,44 a 0,78) e “LF/HF6min” ($p=0,021$, $g=-1,33$, IC95%, -2,13 a -0,24). O aumento de “MédiaRR6min” e a redução de “LF/HF6min”, após a aplicação do protocolo PCI, pode ter ocorrido em decorrência de uma maior atividade parassimpática nos momentos finais do teste, uma vez que a intensidade do esforço progressivamente aumenta a atividade simpática e reduz a atividade parassimpática (FRONCHETTI et al., 2006), sendo possível inferir que o PCI pode ter diminuído a atividade simpática durante o período analisado. Em contrapartida, o índice “RMSSD6min” não apresentou diferença, provavelmente por apresentar valores muito reduzidos em altos esforços, o que facilmente pode ser mascarado pelo desvio padrão.

Vale ressaltar que os estudos envolvendo análise de VFC durante exercícios possuem algumas limitações, sendo a principal delas a hiperventilação que pode modular o ritmo cardíaco e influenciar a interpretação dos dados, bem como o estado pré esforço (VANDERLEI et al., 2009). Dessa forma, os dados desse estudo não devem ser considerados de forma absoluta.

Como variável perceptual foi analisada a PSE, num primeiro momento, através do teste estatístico de *Wilcoxon*, no entanto, como já era esperado, nenhuma diferença foi identificada, pois como se trata de uma escala ordinal, pontuada de 6 a 20, pequenas diferenças são difíceis de serem detectadas nesse tipo de análise. Entretanto, para aprofundar o entendimento dessa variável, foram constituídos subgrupos agrupados de acordo com a nota de

esforço percebido. Esses subgrupos foram arranjados em “SHAM>PCI”, grupo composto pelos participantes que indicaram uma percepção de esforço mais alta após o protocolo falso; grupo “SHAM<PCI”, para aqueles que indicaram valores maiores para o protocolo PCI e SHAM=PCI, para os que indicaram valores iguais para os dois protocolos.

Numa comparação entre os três grupos categorizados, é possível observar na Figura 6 que, numericamente, o número de participantes que atribuíram valores de PSE maiores para o teste após o PCI foi superior na maioria dos estágios, mas ao agrupar SHAM>PCI e SHAM=PCI, é possível observar que, com exceção do estágio “3min”, a maior parte dos participantes atribuiu valores iguais ou maiores de PSE para o protocolo falso, o que pode indicar que as adaptações decorrentes do condicionamento isquêmico tenham influenciado em alguma medida os estímulos aferentes, levando a uma menor percepção de esforço após a intervenção, achados que estão em concordância com estudos anteriores (MAROCOLO et al., 2023).

Ainda que o desenho do estudo cruzado tenha diminuído a influência de fatores de confusão fisiológicos como a frequência respiratória, acidose muscular e o consumo de oxigênio, outras variáveis transitórias podem ter influenciado na PSE dos participantes. Fatores psicológicos como fadiga mental, medo, ansiedade e estado de humor têm potencial para enviesar a interpretação dessa variável, no entanto, o processo de ancoragem de memória feito antes de cada testes pode ter minimizado essas interações (LOPES; PEREIRA; SILVA, 2022; ROBERTSON et al., 2000).

7. CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que a aplicação de um protocolo de Precondicionamento Isquêmico pode alterar o equilíbrio simpátovagal em esforços contínuos submáximos, reduzindo a ativação simpática e a percepção subjetiva de esforço. No entanto, não levou a um aumento significativo do tempo até a exaustão, provavelmente devido a existência de participantes não-respondedores ao protocolo. Esses achados reforçam evidências anteriores de que o PCI pode melhorar o desempenho em atividades predominantemente aeróbias, mas novos estudos devem ser realizados com estímulos amplificados para os indivíduos não-respondedores, a fim de esclarecer o verdadeiro potencial ergogênico do PCI.

REFERÊNCIAS

- AMANN, M. et al. On the contribution of group III and IV muscle afferents to the circulatory response to rhythmic exercise in humans. **Journal of Physiology**, v. 589, n. 15, p. 3855–3866, 2011.
- ANDREAS, M. et al. Effect of ischemic preconditioning in skeletal muscle measured by functional magnetic resonance imaging and spectroscopy: A randomized crossover trial. **Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance**, v. 13, n. 1, p. 1–10, 2011.
- BEAVEN, C. M. et al. Intermittent lower-limb occlusion enhances recovery after strenuous exercise. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 37, n. 6, p. 1132–1139, 2012.
- BORG, G. A. V. **Psychophysical bases of perceived exertion. Med Sci Sports Exerc. 1982;14(5):377-81. Medicine and Science in Sports and Exercise**, 1982.
- CABRERA, J. A. et al. Altered expression of mitochondrial electron transport chain proteins and improved myocardial energetic state during late ischemic preconditioning. **American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology**, v. 302, n. 10, 2012.
- CARU, M. et al. **An overview of ischemic preconditioning in exercise performance: A systematic review** **Journal of Sport and Health Science**, 2019.
- CARVALHO, L.; BARROSO, R. Ischemic Preconditioning Improves Strength Endurance Performance. **Journal of strength and conditioning research**, v. 33, n. 12, p. 3332–3337, 1 dez. 2019.
- CLEVIDENCE, M. W.; MOWERY, R. E.; KUSHNICK, M. R. The effects of ischemic preconditioning on aerobic and anaerobic variables associated with submaximal cycling performance. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 10, p. 3649–3654, 2012.
- COCHRANE, D. J. et al. Does Intermittent Pneumatic Leg Compression Enhance Muscle Recovery after Strenuous Eccentric Exercise ? **International Journal of Sports Medicine**, n. 34, p. 969–974, 2013.
- COCKING, S. et al. Is There an Optimal Ischaemic Preconditioning Dose to Improve Cycling Performance? **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 13, n. 3, p. 274–282, 2017.
- COHEN, J. A Power Primer. **Psychological Bulletin**, v. 112, n. 1, p. 155–159, 1992.
- CRISAFULLI, A. et al. Ischemic preconditioning of the muscle improves maximal exercise performance but not maximal oxygen uptake in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 2, p. 530–536, 2011.
- CRUZ, R. S. DE O. et al. Effects of ischemic preconditioning on maximal constant-load cycling performance. **Journal of Applied Physiology**, v. 119, n. 9, p. 961–967, 2015.
- CRUZ, R. S. DE O. et al. Effects of ischemic preconditioning on short-duration cycling performance. **Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme**, v. 41, n. 8, p. 825–831, 8 abr. 2016.
- DA SILVA, L. P. O.; DE OLIVEIRA, M. F. M.; CAPUTO, F. Métodos de recuperação pós-exercício. **Revista da Educacao Fisica**, v. 24, n. 3, p. 489–508, 2013.
- DE GROOT, P. C. E. et al. Ischemic preconditioning improves maximal performance in humans. **European Journal of Applied Physiology**, v. 108, n. 1, p. 141–146, 2010.

DE LUCAS, R. D. et al. Aspectos fisiológicos do mountain biking competitivo. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 16, n. 6, p. 459–464, 2010.

EISEN, A. et al. Ischemic preconditioning: Nearly two decades of research. A comprehensive review. **Atherosclerosis**, v. 172, n. 2, p. 201–210, 2004.

ESPIRITO SANTO, H.; DANIEL, F. Calcular e apresentar tamanhos do efeito em trabalhos científicos (1): As limitações do $p < 0,05$ na análise de diferenças de médias de dois grupos. **Revista Portuguesa de Investigação Comportamental e Social**, v. 1, n. 1, p. 3–16, 2015.

FISHER, J. P.; STEELE, J. Heavier and lighter load resistance training to momentary failure produce similar increases in strength with differing degrees of discomfort. **Muscle and Nerve**, v. 56, n. 4, p. 797–803, 2017.

FOSTER, G. P. et al. Ischemic preconditioning of the lower extremity attenuates the normal hypoxic increase in pulmonary artery systolic pressure. **Respiratory Physiology and Neurobiology**, v. 179, n. 2–3, p. 248–253, 2011.

FRANZ, A. et al. Ischemic Preconditioning Blunts Muscle Damage Responses Induced by Eccentric Exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, n. 1, p. 109–115, 2017.

FRONCHETTI, L. et al. Indicadores de regulação autonômica cardíaca em repouso e durante exercício progressivo. Aplicação do limiar de variabilidade da frequência cardíaca. **Revista Portuguesa de Ciência do Desporto**, v. 6, n. 1, p. 21–28, 2006.

GIBSON, N. et al. Effect of ischemic preconditioning on land-based sprinting in team-sport athletes. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 8, n. 6, p. 671–676, 2013.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Manual prático para avaliação em educação física**. [s.l.] Manole, 2006.

HAUSENLOY, D. J.; YELLON, D. M. Remote ischaemic preconditioning: Underlying mechanisms and clinical application. **Cardiovascular Research**, v. 79, n. 3, p. 377–386, 2008.

HUGHES, L.; GRANT, I.; PATTERSON, S. D. Aerobic exercise with blood flow restriction causes local and systemic hypoalgesia and increases circulating opioid and endocannabinoid levels. **Journal of Applied Physiology**, v. 131, n. 5, p. 1460–1468, 1 nov. 2021.

INCOGNITO, A. V.; BURR, J. F.; MILLAR, P. J. The Effects of Ischemic Preconditioning on Human Exercise Performance. **Sports Medicine**, v. 46, n. 4, p. 531–544, 2016.

IWAMOTO, T. et al. Myocardial infarct size-limiting effect of ischemic preconditioning was not attenuated by oxygen free-radical scavengers in the rabbit. **Circulation**, v. 83, n. 3, p. 1015–1022, 1991.

JEAN-ST-MICHEL, E. et al. Remote preconditioning improves maximal performance in highly trained athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1280–1286, 2011.

JOYNER, M. J.; COYLE, E. F. Endurance exercise performance: The physiology of champions. **Journal of Physiology**, v. 586, n. 1, p. 35–44, 2008.

KERENDI, F. et al. Remote postconditioning: Brief renal ischemia and reperfusion applied before coronary artery reperfusion reduces myocardial infarct size via endogenous activation of adenosine receptors. **Basic Research in Cardiology**, v. 100, n. 5, p. 404–412, 17 set. 2005.

KIDO, K. et al. Ischemic preconditioning accelerates muscle deoxygenation dynamics and enhances exercise endurance during the work-to-work test. **Physiological Reports**, v. 3, n. 5, p. 1–10, 2015.

KIMURA, Y. et al. Preconditioning of the heart by repeated stunning: attenuation of post-ischemic dysfunction. **Basic Research in Cardiology**, v. 87, n. 2, p. 128–138, mar. 1992.

KIRSCH, G. E. et al. Coupling of ATP-sensitive K⁺ channels to A1 receptors by G proteins in rat ventricular myocytes. **The American journal of physiology**, v. 259, n. 3 Pt 2, 1990.

KRAUS, A. S. et al. Bilateral Upper Limb Remote Ischemic Preconditioning Improves Anaerobic Power. **The Open Sports Medicine Journal**, v. 9, n. 1, p. 1–6, 2015.

KUNTZ, M. G. M. B. et al. Potencialização pós-ativação: uma revisão integrativa. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v. 16, n. 5, p. 293–303, 2017.

LAKENS, D. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: A practical primer for t-tests and ANOVAs. **Frontiers in Psychology**, v. 4, n. NOV, p. 1–12, 2013.

LALONDE, F.; CURNIER, D. Y. Can Anaerobic Performance Be Improved By Remote Ischemic Preconditioning? **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 1, p. 80–85, 2015.

LAWSON, C. S.; DOWNEY, J. M. Preconditioning: state of the art myocardial protection. **Cardiovascular Research**, v. 27, p. 542–550, 1993.

LIU, G. S.; STANLEY, A. W. H.; DOWNEY, J. M. Ischaemic preconditioning is not dependent on neutrophils or glycolytic substrate at reperfusion in rabbit heart. **Cardiovascular Research**, v. 26, p. 1195–1198, 1992.

LOPES, T. R.; PEREIRA, H. M.; SILVA, B. M. Perceived Exertion: Revisiting the History and Updating the Neurophysiology and the Practical Applications. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 21, 2022.

LOUKOGEORGAKIS, S. P. et al. Remote ischemic preconditioning provides early and late protection against endothelial ischemia-reperfusion injury in humans: Role of the autonomic nervous system. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 46, n. 3, p. 450–456, 2005.

MAROCOLO, I. C. Efeito do pré-condicionamento isquêmico sobre o desempenho físico. **Universidade Federal Do Triângulo Mineiro**, p. 86, 2016.

MAROCOLO, I. C. et al. Acute ischemic preconditioning does not influence high-intensity intermittent exercise performance. **PeerJ**, v. 2017, n. 11, p. 1–13, 2017a.

MAROCOLO, M. et al. Beneficial Effects of Ischemic Preconditioning in Resistance Exercise Fade over Time. **International Journal of Sports Medicine**, v. 37, n. 10, p. 819–824, 2016.

MAROCOLO, M. et al. Crucial Points for Analysis of Ischemic Preconditioning in Sports and Exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 49, n. 7, p. 1495–1496, 2017b.

MAROCOLO, M. et al. Ischemic preconditioning and exercise performance: shedding light through smallest worthwhile change. **European Journal of Applied Physiology**, v. 119, n. 10, p. 2123–2149, 2019.

MAROCOLO, M. et al. Ischemic preconditioning and exercise performance: are the psychophysiological responses underestimated? **European journal of applied physiology**, v. 123, n. 4, 1 abr. 2023.

MAROCOLO, M.; BILLAUT, F.; DA MOTA, G. R. Ischemic Preconditioning and Exercise Performance: An Ergogenic Aid for Whom? **Frontiers in Physiology**, v. 9, n. December, p. 9–12, 2018.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. Sistema Cardiovascular. In: **Fisiologia do Exercício: Nutrição, Energia e Desempenho Humano**. 7^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício: nutrição, energia e desempenho humano**. 8^a ed. Rio de Janeiro: [s.n.].

MIKA P. TARVAINEN et al. Kubios HRV Software USER'S GUIDE. **November 3, 2021**, p. 4–39, 2021.

MITCHELL, J. H. **Neural control of the circulation during exercise: Insights from the 1970-1971 Oxford studies**. Experimental Physiology. **Anais...**jan. 2012Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1113/expphysiol.2011.058156>>. Acesso em: 18 ago. 2018

MOSES, M. A. et al. Mitochondrial KATP channels in hindlimb remote ischemic preconditioning of skeletal muscle against infarction. **American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology**, v. 288, n. 2 57-2, fev. 2005.

MURRY, C. E.; JENNINGS, R. B.; REIMER, K. A. Preconditioning with ischemia: A delay of lethal cell injury in ischemic myocardium. **Circulation**, v. 74, n. 5, p. 1124–1136, 1986.

O'BRIEN, L.; JACOBS, I. Potential physiological responses contributing to the ergogenic effects of acute ischemic preconditioning during exercise : A narrative review. **Frontiers in Physiology**, n. November, p. 1–12, 2022.

PAIXÃO, R. C.; DA MOTA, G. R.; MAROCOLO, M. Acute Effect of Ischemic Preconditioning is Detrimental to Anaerobic Performance in Cyclists. **International Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 11, p. 912–915, 2014.

PARADIS-DESCHÊNES, P.; JOANISSE, D. R.; BILLAU, F. Ischemic preconditioning increases muscle perfusion, oxygen uptake, and force in strength-trained athletes. **appl physiol Nutr Metab.**, v. 20, p. 1–31, 2016.

PATTERSON, S. D. et al. The effect of ischemic preconditioning on repeated sprint cycling performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 47, n. 8, p. 1652–1658, 2015.

REIMER, K. A. et al. Four brief periods of myocardial ischemia cause no cumulative ATP loss or necrosis. **American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology**, v. 251, n. 6 (20/6), p. 1306–1315, 1986.

ROBERTSON, R. J. et al. Relative Physiological Criteria. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 32, n. 12, p. 2120–2129, 2000.

SABINO-CARVALHO, J. L. et al. Effect of Ischemic Preconditioning on Endurance Performance Does Not Surpass Placebo. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 49, n. 1, p. 124–132, 1 jan. 2017.

SALVADOR, A. F. et al. Ischemic Preconditioning and Exercise Performance: A Systematic

Review and Meta-Analysis Data Extraction and Quality Assessment. **BRIEF REVIEW International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 11, p. 4–14, 2016.

SANTANA, V. J. DE et al. Influência do Pré-Condicionamento Isquêmico no Desempenho Neuromuscular. **Sociedade Brasileira de Medicina do Exercício e do Esporte**, v. 27, n. 2, p. 207–211, 2021.

SAWILOWSKY, S. S. Very large and huge effect sizes. **Journal of Modern Applied Statistical Methods**, v. 8, n. 2, p. 597–599, 2009.

SLYSZ, J. T.; BURR, J. F. Enhanced metabolic stress augments ischemic preconditioning for exercise performance. **Frontiers in Physiology**, v. 9, n. NOV, p. 1–8, 2018.

STAPELFELDT, B. et al. Workload demands in mountain bike racing. **International Journal of Sports Medicine**, v. 25, n. 4, p. 294–300, 2004.

TUCKER, R. The anticipatory regulation of performance: The physiological basis for pacing strategies and the development of a perception-based model for exercise performance. **British Journal of Sports Medicine**, v. 43, n. 6, p. 392–400, 2009.

VANDER HEIDE, R. S. et al. Effect of reversible ischemia on the activity of the mitochondrial ATPase: Relationship to ischemic preconditioning. **Journal of Molecular and Cellular Cardiology**, v. 28, n. 1, p. 103–112, 1996.

VANDERLEI, L. C. M. et al. Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular : órgão oficial da Sociedade Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v. 24, n. 2, p. 205–217, jun. 2009.

ANEXO I

ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO

6	Nenhum Esforço
7	
8	Extremamente Leve
9	Muito Leve
10	
11	Leve
12	
13	Um pouco difícil
14	
15	Difícil
16	
17	Muito Difícil
18	
19	Extremamente difícil
20	Esforço máximo

ANEXO III

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO
NORTE DO PARANÁ - UENP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITOS DO TREINAMENTO AERÓBIO COM OCLUSÃO DE FLUXO SANGUÍNEO SOBRE OS INDICADORES PSICOFISIOLÓGICOS E DE APTIDÃO FÍSICA EM CICLISTAS

Pesquisador: ANIBAL PIRES DO AMARAL NETO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 32782020.3.0000.8123

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.170.632

Apresentação do Projeto:

Este projeto pretende analisar os efeitos de 6 semanas de treinamento de baixa intensidade em cicloergômetro, com oclusão de fluxo sanguíneo intermitente, sobre os índices de aptidão cardiorrespiratória, composição corporal, força e potência muscular, limiares ventilatórios, economia de movimento e percepção subjetiva de esforço de ciclistas competitivos. Para a realização desse estudo serão recrutados indivíduos de ambos os sexos, praticantes de ciclismo com experiência em treinamento, saudáveis, não fumantes e que não utilizem qualquer tipo de medicamento. O estudo se desenvolverá como um ensaio clínico randomizado cruzado (cross-over), com período de "destreinamento" (washout), treinamento baixa intensidade sem e treinamento intervalado de alta intensidade.

Objetivo da Pesquisa:

Analisar os efeitos de 6 semanas de treinamento de baixa intensidade em cicloergômetro, com oclusão de fluxo sanguíneo intermitente, sobre os índices de aptidão cardiorrespiratória, composição corporal, força e potência muscular, limiares ventilatórios, economia de movimento e percepção subjetiva de esforço de ciclistas competitivos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

A participação no estudo envolve alguns riscos e poderão causar algum desconforto relativo ao

Endereço: Rodovia BR 369, km 54

Bairro: Vila Maria

CEP: 86.380-000

UF: PR

Município: BANDEIRANTES

Telefone: (43)3542-8056

E-mail: cep@uenp.edu.br

Continuação do Parecer: 4.170.632

cansaço e também dor muscular após as atividades. Outros riscos envolvem lesões musculares e osteoarticulares, mas iremos tomar todos os cuidados para minimizar esses efeitos disponibilizando profissionais capacitados que irão orientar o (a) senhor (a) a fazer uma preparação adequada antes e após as sessões de exercícios. Caso ocorra alguma lesão iremos prestar todo atendimento emergencial através do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU), bem como o encaminhamento ao hospital Santa Casa de Misericórdia de Jacarezinho, caso necessário. No caso de lesão crônica, o pesquisador encaminhará e acompanhará o devido tratamento até o final do mesmo. Em caso de necessidade de fisioterapia, este atendimento será prestado pela Clínica de Fisioterapia da Universidade Estadual do Norte do Paraná de forma gratuita. Quando aplicável, nos comprometemos a indenizar possíveis perdas causadas por lesão aguda ou crônica. Todos estes procedimentos serão comunicados aos familiares pelo coordenador da pesquisa. E mais uma vez reiteramos nosso compromisso de termos profissionais capacitados para realizar estas atividades, sempre monitorados pelo coordenador da pesquisa.

Benefícios:

Espera-se obter melhoras nos índices de aptidão física através do aumento de força e resistência muscular e melhora da aptidão cardiorrespiratória.

Considerando que os participantes já tenham o ciclismo como hábito de vida, os benefícios são maiores que os riscos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Não há.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- 1- Informações básicas do Projeto devidamente preenchida;
- 2- TCLE com todas as informações necessárias ao participante da pesquisa;
- 3- Folha de rosto devidamente preenchida, assinada e carimbada pelo diretor do Centro de trabalho do pesquisador;
- 4- Cronograma adequado quanto ao início do projeto e coleta de dados.
- 5- Anuência da coordenação da Clínica de Fisioterapia para atendimento de reabilitação se necessário.

Recomendações:

Considerando-se a pandemia pelo coronavírus SARS-CoV-2, a CONEP recomenda "a adoção de medidas para a prevenção e gerenciamento de todas as atividades de pesquisa, garantindo-se as

Endereço: Rodovia BR 369, km 54

Bairro: Vila Maria

CEP: 86.360-000

UF: PR

Município: BANDEIRANTES

Telefone: (43)3542-8066

E-mail: oep@uenp.edu.br

Continuação do Parecer: 4.170.632

ações primordiais à saúde, minimizando prejuízos e potenciais riscos, além de prover cuidado e preservar a integridade e assistência dos participantes e da equipe de pesquisa, enquanto perdurar o estado de emergência de saúde pública.”

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O presente projeto encontra-se com todas as exigências básicas propostas pelo CONEP para início após a decisão colegiada do CEP.

Considerações Finais a critério do CEP:

Prezado pesquisador, o projeto está aprovado sem restrições.

Atenciosamente,

CEP/UENP

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1560843.pdf	24/06/2020 09:38:59		Aceito
Outros	Carta_Resposta_Pendencias_CEP_24jun.pdf	24/06/2020 09:38:12	ANIBAL PIRES DO AMARAL NETO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta_anuencia_Clinica_Fisioterapia.pdf	24/06/2020 09:31:33	ANIBAL PIRES DO AMARAL NETO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_Consentimento.pdf	24/06/2020 09:28:54	ANIBAL PIRES DO AMARAL NETO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_Pesquisa_Plat_Brasil_24Jun.pdf	24/06/2020 09:26:18	ANIBAL PIRES DO AMARAL NETO	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_assinada.pdf	21/05/2020 14:55:23	ANIBAL PIRES DO AMARAL NETO	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	20/05/2020 20:59:36	ANIBAL PIRES DO AMARAL NETO	Aceito
Outros	Resumo_Plat_Brasil.pdf	20/05/2020 20:58:13	ANIBAL PIRES DO AMARAL NETO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Endereço: Rodovia BR 369, km 54

Bairro: Vila Maria

CEP: 86.380-000

UF: PR

Município: BANDEIRANTES

Telefone: (43)3542-8056

E-mail: cep@uenp.edu.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO
NORTE DO PARANÁ - UENP



Continuação do Parecer: 4.170.632

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BANDEIRANTES, 23 de Julho de 2020

Assinado por:

EDNA APARECIDA LOPES BEZERRA KATAKURA
(Coordenador(a))

ANEXO IV



Universidade Estadual do Norte do Paraná
Centro de Ciências da Saúde – Campus Jacarezinho
Alameda Padre Magno, 841 – Nova Jacarezinho

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa:

“EFEITOS DO TREINAMENTO AERÓBIO COM OCLUSÃO DE FLUXO SANGUÍNEO SOBRE OS INDICADORES PSICOFISIOLÓGICOS E DE APTIDÃO FÍSICA EM CICLISTAS.”

Objetivos – Analisar os efeitos de seis semanas de treinamento de baixa intensidade em cicloergômetro, com oclusão de fluxo sanguíneo intermitente, sobre os índices de aptidão cardiorrespiratória, composição corporal, força e potência muscular, limiares ventilatórios, economia de movimento e percepção subjetiva de esforço de ciclistas competitivos.

Participação no estudo – A sua participação no estudo é voluntária e se dará através da resposta de questionários, presença nas avaliações agendadas com antecedência e participação na intervenção com treinamentos físicos.

Riscos – A participação no estudo envolve alguns riscos e poderão causar algum desconforto relativo ao cansaço e também dor muscular após as atividades. Outros riscos envolvem lesões musculares e osteoarticulares, mas iremos tomar todos os cuidados para minimizar esses efeitos disponibilizando profissionais capacitados que irão orientar o (a) senhor (a) a fazer uma preparação adequada antes e após as sessões de exercícios. Caso ocorra alguma lesão iremos prestar todo atendimento emergencial através do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU), assim como o encaminhamento ao hospital Santa Casa de Misericórdia de Jacarezinho, caso necessário. No caso de lesão crônica, o pesquisador encaminhará e acompanhará o devido tratamento até o final do mesmo. Em caso de necessidade de fisioterapia, este atendimento será prestado pela Clínica de Fisioterapia da Universidade Estadual do Norte do Paraná de forma gratuita. Quando aplicável, nos comprometemos a indenizar possíveis perdas causadas por lesão aguda ou crônica. Todos estes procedimentos serão comunicados aos familiares pelo coordenador da pesquisa. E mais uma vez reiteramos nosso compromisso de termos profissionais capacitados para realizar estas atividades, sempre monitorados pelo coordenador da pesquisa.

Nome:

Participante

Anibal Pires do Amaral Neto
Pesquisador Responsável



Universidade Estadual do Norte do Paraná
Centro de Ciências da Saúde – Campus Jacarezinho
Alameda Padre Magno, 841 – Nova Jacarezinho

Benefícios – Esperamos trazer alguns benefícios relacionados a sua saúde como melhora na aptidão física através do aumento de força e resistência muscular e melhora da aptidão cardiorrespiratória.

Sigilo e privacidade – Esteja ciente que sua privacidade será respeitada, ou seja, seu nome ou qualquer dado ou elemento que possa, de qualquer forma, te identificar será mantido em sigilo. Os pesquisadores se responsabilizam pela guarda e confidencialidade dos dados.

Autonomia – Você pode se recusar a participar do estudo, ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar e, se desejar, sair da pesquisa, sem sofrer qualquer penalidade.

Remuneração – Não haverá despesas pessoais em qualquer fase da pesquisa, nem compensação financeira relacionada à sua participação.

Em caso de dúvidas ou notificação de acontecimentos não previstos, entre em contato com o pesquisador responsável, Anibal Pires do Amaral Neto, no telefone: (43) 99175-7472 ou e-mail neto_pmpr@yahoo.com.br. Para dúvidas referentes a aspectos éticos do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Norte do Paraná, sito Rodovia BR 369 km 54, bairro Vila Maria, Bandeirantes Pr, CEP 86360-000, fone (43) 3542-8056, e-mail: cep@uenp.edu.br.

Eu, _____ concordo em participar da pesquisa.

Data: _____

Assinatura

Nome:

Participante

Anibal Pires do Amaral Neto
Pesquisador Responsável