

**EFEITO AGUDO DA ISQUEMIA PRÉ-CONDICIONANTE
NO DESEMPENHO AERÓBICO EM CORREDORES**

José Francisco da Silva¹, Victor Sabino de Queiros^{1,2}, Paulo Francisco de Almeida Neto^{1,2}
Paulo Moreira Silva Dantas^{1,2}, Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral^{1,2}

RESUMO

O objetivo do estudo foi analisar o efeito agudo do pré-condicionamento isquêmico no desempenho em corredores de longa distância. A amostra foi constituída por 26 corredores amadores do sexo masculino treinados e com experiência de prática na corrida de no mínimo 1 ano, com média de idade de 31,85 anos ($\pm 7,35$), índice de massa corporal medio de 24,96 ($\pm 2,99$), média de estatura de 1,70m ($\pm 0,06$) e média de área de superfície corporal de 2,95m² ($\pm 0,10$). A marca média na distância de 5kms e 10kms dos participantes do estudo era de 21,05min ($\pm 2,59$) e 44,26min ($\pm 5,39$) respectivamente. Os participantes foram submetidos as seguintes intervenções: (i) IPC + teste máximo incremental ou (ii) Controle/Placebo + teste máximo incremental. A média do tempo até a exaustão foi maior na condição IPC em comparação com a condição Placebo (IPC - 1184seg ± 202 ; Placebo - 1150seg ± 189), porém não foi identificado diferença estatisticamente significativa ($p < 0,135$) entre as condições. A média da FC da amostra durante os testes incrementais de corrida máxima da velocidade de 8km/h a 13km/h, quando comparadas as condições IPC x Placebo, não apresentou nenhuma diferença significativa ($p < 0,066$). A média da SO entre as velocidades de 8km/h a 13km/h não apresentaram nenhuma diferença significativa ($p < 0,236$), quando comparadas as condições IPC x Placebo. Conclui-se que o protocolo de pré-condicionamento isquêmico usado no presente estudo, baseado em 2 series de 3 minutos de isquemia separados por 3 minutos de repouso (perfusão), não tem efeito na melhora do tempo até a exaustão em corredores do sexo masculino treinados analisados nesse estudo.

Palavras-chave: Isquemia. Desempenho físico. Desempenho aeróbico.

ABSTRACT

Acute effect of preconditioning ischemia on aerobic performance in runners

The aim of this study was to analyze the acute effect of ischemic preconditioning on the performance of long-distance runners. The sample consisted of 26 trained male amateur runners with at least 1 year of running experience, with a mean age of 31.85 years (± 7.35), mean body mass index of 24.96 (± 2.99), mean height of 1.70 m (± 0.06) and mean body surface area of 2.95 m² (± 0.10). The mean time of the study participants in the 5km and 10km distances was 21.05 min (± 2.59) and 44.26 min (± 5.39), respectively. Participants underwent the following interventions: (i) IPC + incremental maximal test or (ii) Control/Placebo + incremental maximal test. The mean time to exhaustion was greater in the IPC condition compared to the Placebo condition (IPC - 1184sec ± 202 ; Placebo - 1150sec ± 189), but no statistically significant difference ($p < 0.135$) was identified between the conditions. The mean HR of the sample during the incremental maximum running tests at speeds of 8km/h to 13km/h, when comparing the IPC x Placebo conditions, did not show any significant difference ($p < 0.066$). The mean SO between speeds of 8 km/h and 13 km/h did not show any significant difference ($p < 0.236$), when comparing the IPC x Placebo conditions. It is concluded that the ischemic preconditioning protocol used in the present study, based on 2 sets of 3 minutes of ischemia separated by 3 minutes of rest (perfusion), has no effect on improving the time to exhaustion in trained male runners analyzed in this study.

Key words: Ischemia. Physical performance. Aerobic performance.

1 - Departamento de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

2 - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

INTRODUÇÃO

O pré-condicionamento isquêmico é reconhecido a cerca de duas décadas. A partir de estudos percebeu-se que um breve período de isquemia em animais e humanos demonstra-se eficaz na proteção do coração de episódios mais prolongados de isquemia, reduzindo o grau de comprometimento ou dano da função ventricular no futuro (Eisen e colaboradores, 2004).

Dados de estudos realizados com animais mostraram que a isquemia pré-condicionamento melhora o fluxo sanguíneo muscular por meio de aumentos na adenosina intramuscular, favorecendo os canais de potássio sensíveis ao trifosfato de adenosina (ATP) (Bailey e colaboradores, 2012).

O pré-condicionamento isquêmico vem sendo relatado na literatura como um recurso capaz de melhorar o desempenho físico, não há um consenso sobre os motivos associados a melhora do desempenho, porém acredita-se que esteja ligado a mecanismos fisiológicos que levam a um estresse isquêmico, reduzindo possíveis danos musculares durante os exercícios de alta intensidade através da vasodilatação periférica, gerando também um aumento do fluxo sanguíneo local e da oxigenação tecidual, poupando ATP, melhorando a eficiência mitocondrial e reduzindo os sinais de fadiga (Salvador e colaboradores, 2016; Crisafulli e colaboradores, 2011).

Uma contração muscular mais eficiente aumenta a capacidade mitocondrial, melhorando posteriormente o equilíbrio entre a produção e remoção do lactato, logo a IPC pode alterar o metabolismo do lactato em humanos, contribuindo para a melhora do desempenho no exercício (Jean-ST-Michel e colaboradores, 2011).

Dois estudos mostraram um efeito positivo da IPC no acúmulo de lactato sanguíneo, no primeiro estudo houve uma atenuação no acúmulo de lactato em um teste de corrida progressiva de 5km contra-relógio, já no segundo estudo, focado em corridas de sprints foi encontrado uma redução do acúmulo de lactato apenas entre as mulheres participantes (Bailey e colaboradores, 2012).

Já em outros dois estudos que avaliaram o efeito da IPC no acúmulo de lactato durante a corrida não foi encontrado nenhum efeito positivo em relação a redução do

lactato sanguíneo (Kaur e colaboradores, 2017; Tocco e colaboradores, 2015).

Existe uma influência positiva da IPC no desempenho neuromuscular, o que sugere que este método pode ser utilizado como estratégia para melhorar o desempenho competitivo em modalidades que exigem resistência de força, tanto de membros inferiores quanto superiores (Santana e colaboradores, 2021).

Apesar da falta de consenso na literatura científica, ao longo das duas últimas décadas foram evidenciados efeitos positivos da IPC no desempenho de atletas de diversos esportes de endurance.

Em estudo com ciclistas altamente treinados submetidos a IPC percebeu-se uma melhora na potência de pico e no desempenho do ciclismo de sprint (Patterson e colaboradores, 2015).

Outros estudos confirmaram o potencial da IPC na melhora do desempenho de corrida em homens saudáveis moderadamente treinados, contribuindo para a diminuição do lactato sanguíneo durante exercício de corrida submáximo, além de uma melhora no desempenho máximo em nadadores altamente treinados submetidos a um protocolo de IPC (Bailey e colaboradores, 2012; Jean-ST-Michel e colaboradores, 2011).

A corrida de rua se tornou uma das modalidades esportivas mais praticadas no Brasil na atualidade, chegando a reunir mais de 25 mil pessoas em um único evento ou prova (Evangelista, 2010).

Com esse crescimento substancial do número de praticantes, cresce também a preocupação com o desenvolvimento de métodos de treinamento eficazes para a melhora da performance, que possam contribuir para a ciência do esporte, trazendo novos mecanismos, meios ou métodos de treinamento que tenham a real possibilidade de gerar respostas agudas significativas e positivas para as variáveis fisiológicas e biodinâmicas relacionadas ao desempenho esportivo desses atletas, métodos esses, desenvolvidos por profissionais de educação física que trabalhem com a corrida, sejam eles: treinadores, pessoais trainers, profissionais de assessorias esportivas ou de grupos de corrida.

Este estudo buscar responder a seguinte hipótese: o pré-condicionamento isquêmico gera um efeito agudo positivo no

desempenho de corrida de longa distância em atletas praticantes da modalidade.

Portanto, este estudo tem por objetivo analisar o efeito agudo do pré-condicionamento isquêmico no desempenho em corredores de longa distância.

MATERIAIS E METODOS

Este estudo é um ensaio clínico experimental randomizado, controlado, cruzado e simples-cego do tipo crossover.

O protocolo deste ensaio clínico está indexado na plataforma open source OSF (Open Science Framework) sob o DOI 10.17605/OSF.IO/HJR7D.

Este estudo foi aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Norte sob o parecer nº 5.453.526.

Caracterização amostral

A amostra foi constituída por 26 corredores amadores do sexo masculino treinados e com experiência de prática na corrida de no mínimo 1 ano, com média de idade de 31,85 anos ($\pm 7,35$), índice de massa corporal medio de 24,96 ($\pm 2,99$), média de estatura de 1,70m ($\pm 0,06$) e média de área de superfície corporal de 2,95m² ($\pm 0,10$). A marca média na distância de 5kms e 10kms dos participantes do estudo era de 21,05min ($\pm 2,59$) e 44,26min ($\pm 5,39$) respectivamente. No total, participaram do estudo 30 corredores amadores do sexo masculino, destes 04 foram excluídos por não atenderem os critérios de elegibilidade.

Critérios de elegibilidade

Foram considerados critérios de inclusão: (i) 1 ano de treino regular de corrida; (ii) não praticar de forma regular outra modalidade ou atividade desportiva; (iii) ausência de restrição médica para a prática da corrida; (iv) não utilizar medicação associada a problemas cardiovasculares, pulmonares ou metabólicos e não apresentar doença associada (hipertensão, asma, diabetes, doença arterial periférica ou insuficiência cardíaca congestiva).

Os indivíduos que não completaram todos os protocolos dos testes estabelecidos no estudo ou que abandonassem/desistissem de

participar do estudo durante seu andamento foram excluídos da pesquisa.

Delineamento

A duração total da intervenção foi de duas semanas, dividido em 2 momentos ou encontros. Após a assinatura do TCLE, no primeiro encontro, foram coletados alguns dados de caracterização amostral, sendo eles: idade, massa corporal, estatura, marca atual nas distâncias de 5km e 10km.

Além destes dados no primeiro momento fora realizada avaliação e determinação de forma individualizada da pressão de oclusão da artéria tibial posterior por meio de um Doppler vascular portátil e um manguito de pressão arterial, para relativizar a pressão (pressão de oclusão arterial) aplicada no protocolo de IPC.

Ainda no primeiro encontro (semana 1) e no segundo encontro (semana 2), de forma randomizada, os participantes foram submetidos as seguintes intervenções: (i) IPC + teste máximo incremental ou (ii) Controle/Placebo + teste máximo incremental. As intervenções foram realizadas no mesmo horário, com um período de wash-out de 7 dias. Todos os procedimentos do estudo estão descritos nos itens a seguir.

Isquemia pré condicionante (IPC)

O protocolo de IPC foi realizado em decúbito dorsal, sobe uma maca, com oclusão arterial unilateral (Beaven e colaboradores, 2012; Bailey e colaboradores, 2012), conforme mostra a figura 1.

O manguito foi colocado ao redor na região proximal da coxa e inflado até o bloqueio total do fluxo arterial, para determinação da pressão correta para bloqueio completo do fluxo arterial fora utilizado um Doppler vascular portátil (Wilson e colaboradores, 2013; Lowery e colaboradores, 2014).

Nos encontros 1 e 2 realizou-se o mesmo procedimento isquêmico, sendo o mesmo repetido 2 vezes unilateralmente, tendo cada episódio de isquemia uma duração de 3 minutos separados por 3 minutos de repouso (perfusão).

Nos dois momentos fora utilizado o mesmo protocolo, porém em um dos momentos se aplicou a isquemia completa utilizando-se a pressão determinada a partir do Doppler vascular portátil e em outro momento os

manguitos foram inflados a 20mm Hg, pressão que não altera o fluxo arterial (Bailey e colaboradores, 2012).

A pressão aplicada em cada momento/encontro (1 e 2) foi randomizada

através de sorteio. Os participantes não foram avisados da pressão de insuflação utilizada nos manguitos em nenhum dos momentos.



Figura 1 - Ilustração do protocolo de IPC. Fonte: o autor.

Teste incremental de corrida máxima

Após a conclusão do protocolo de pré-condicionamento isquêmico, o participante do estudo foi conduzido a uma esteira ergométrica para a realização de um teste incremental de corrida máxima para determinação do tempo até a exaustão (TE), não foi permitido ao participante aquecer antes do início do teste.

Os participantes foram colocados na esteira, ela foi ajustada a uma velocidade inicial de 8km/h, antes do início do teste a inclinação da esteira foi ajustada em 1% (3,1º graus) para melhor simular a realidade da corrida na rua (Léger e colaboradores, 1980; Souza e colaboradores, 2014).

Em seguida o teste foi iniciado na velocidade de 8km/h, com incrementos de 1km/h a cada 2 minutos até a velocidade de 18km/h, permanecendo, caso chegue-se nesta velocidade até a exaustão voluntária. Durante todo o teste foi dado feedback ao participante para que pudesse permanecer o maior tempo possível na esteira.

A frequência cardíaca foi monitorada continuamente durante todo o teste com cinta torácica e monitor cardíaco da marca Polar, sendo considerado para posterior análise, o pico da FC a cada intervalo de 1 minuto ao longo do teste. O tempo total até a exaustão (TE) foi medido em segundos. A saturação de oxigênio (SO₂) foi medida ao final de cada minuto do teste até a velocidade de 13km/h, usando um oxímetro de dedo da G-TECH.

Estatística

As análises estatísticas foram realizadas usando o jamovi 2.3.21. Todos os dados foram relatados usando média e desvio padrão, o nível de significância estatística assumido foi de 0,05. O intervalo de confiança adotado foi de 95% para avaliar todos os parâmetros (tempo até a exaustão, frequência cardíaca e saturação de oxigênio). A normalidade dos dados foi verificada utilizando o teste de Shapiro-wilk.

Considerando a distribuição normal dos dados, o teste t de Student para amostras emparelhadas foi usado para verificar possíveis diferenças estatísticas na variável dependente (tempo até exaustão) e nas variáveis Saturação de oxigênio e frequência cardíaca, nas condições IPC vs Placebo.

Cálculo amostral

Realizou-se um estudo piloto com oito sujeitos (ensaio Cross-over) do sexo masculino analisando o efeito da condição (IPC vs Placebo) sobre o tempo total até a exaustão em segundos (Variável dependente).

Deste modo, identificamos pelo software G*Power configurado para estatísticas da família T (amostras pareadas) uma medida de efeito de diferença entre as condições de 0.581 (d-Cohen), posteriormente consideramos um alpha padrão de 0.05 e um beta padrão de 0.80 e foi indicado um tamanho amostral mínimo de 26 sujeitos (T crítico: 1.72; Poder: 0.80).

RESULTADOS

Tabela 1 - Caracterização amostral (n=26).

	Média	Desvio-padrão	Shapiro-Wilk	
			W	P-valor
Marca atual 5km(min)	21,05	±2,59	0,960	0,388
Marca atual 10km(min)	44,26	±5,39	0,962	0,423
Pressão de isquemia MD (mmHg)	151,73	±8,59	0,824	<0,001
Pressão de isquemia ME (mmHg)	151,15	±8,97	0,856	0,002
Tempo até exaustão (IPC)	1184	±202	0,975	0,761
Tempo até exaustão (Placebo)	1150	±189		

A média do tempo até a exaustão foi maior na condição IPC em comparação com a condição Placebo (IPC - 1184seg ±202; Placebo - 1150seg ±189), conforme mostra a

tabela 1, porém não foi identificado diferença estatisticamente significativa ($p < 0,135$) entre as condições (figura 2).

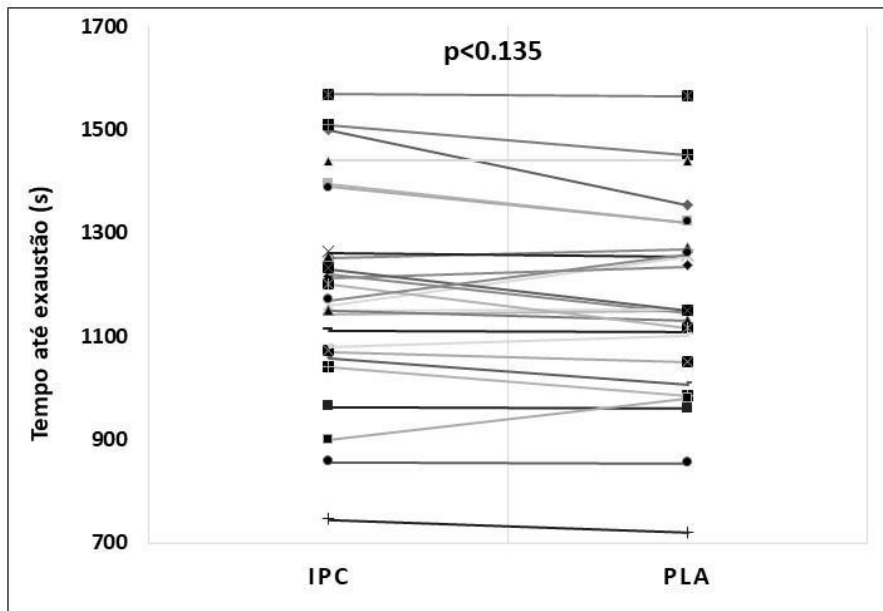


Figura 2 - Dados individuais do tempo até a exaustão (s) nos testes incrementais de corrida máxima nas condições IPC e Placebo em atletas amadores de corrida (n=26).

Adotou-se um ponto de corte na velocidade de 13km/h durante o teste incremental de corrida máxima para análise do comportamento da FC e da SO, considerando para isto o último estágio de velocidade completo alcançado por todos os indivíduos antes da exaustão. A média da FC da amostra durante os testes incrementais de corrida

máxima da velocidade de 8km/h a 13km/h, quando comparadas as condições IPC x Placebo, não apresentou nenhuma diferença significativa ($p < 0,066$). A média da SO entre as velocidades de 8km/h a 13km/h não apresentaram nenhuma diferença significativa ($p < 0,236$), quando comparadas as condições IPC x Placebo.

Tabela 2 - Características do exercício durante os testes incrementais de corrida máxima nas condições IPC e Placebo em atletas amadores de corrida (n=26).

	8km/h		9km/h		10km/h		11km/h		12km/h		13km/h		p-valor
	1min	2min	3min	4min	5min	6min	7min	8min	9min	10min	11min	12min	
FC (bpm) IPC	120 ±8	123 ±11	128 ±11	131 ±10	136 ±10	139 ±11	145 ±9	147 ±10	152 ±9	154 ±9	158 ±10	160 ±9	IPC x Placebo p<0.066
FC (bpm) Placebo	120 ±9	123 ±10	128 ±10	132 ±10	136 ±10	139 ±10	144 ±11	146 ±10	151 ±10	153 ±10	157 ±10	160 ±9	
SO (%) IPC	92 ±6,7	92 ±6	94 ±6,7	94 ±5,7	94 ±5,9	93 ±6,4	94 ±4,4	95 ±4,7	94 ±4,4	94 ±5,2	95 ±7,9	95 ±7,6	IPC x Placebo p<0.236
SO (%) Placebo	95 ±3,1	94 ±3,1	94 ±4,8	94 ±5,5	93 ±8,1	95 ±5,1	93 ±7	93 ±7,6	93 ±8,5	94 ±10	97 ±10	97 ±9,8	

FC= Frequência cardíaca em batimentos por minuto; SO= Saturação de oxigênio em percentual. Valores expostos em média e desvio padrão.

DISCUSSÃO

Alguns dados recentes sugerem que entre os possíveis efeitos agudos do IPC está o aumento do fluxo sanguíneo e da oxigenação tecidual do membro submetido ao protocolo de isquemia (insuflação-desinsuflação do manguito) acima dos níveis normais por um período mais prolongado, facilitando a chegada de oxigênio em maior quantidade ao tecido muscular.

Esse aumento temporário do fluxo sanguíneo após a liberação da oclusão do manguito, leva a uma “hiperemia reativa”, a mesma ocorre devido a hipóxia tecidual e o acúmulo de metabólitos vasodilatadores diminuírem a resistência vascular durante o período de oclusão (Cunniffe e colaboradores, 2017).

No nosso estudo ficou claro que a saturação de oxigênio não apresenta mudanças durante teste incremental de corrida máxima na condição IPC em comparação a condição Placebo em atletas amadores de corrida do sexo masculino.

Quando se fala em melhoras dos níveis de força e resistência de força o pré-condicionamento isquêmico, independente dos membros ao qual seja aplicado, colabora para o retardo no desenvolvimento de fadiga, inclusive nos membros superiores prolongando o tempo até a falha muscular, além de aumentos na força muscular durante movimentos lentos, isocinéticos e de contrações máximas. Porém, esse retardo na fadiga ou aumento na força não é

necessariamente acompanhado por um aumento do fluxo sanguíneo nem por uma melhora no equilíbrio entre a entrega e utilização de oxigênio na microcirculação durante o exercício.

Portanto ainda permanece obscuro os reais efeitos e fatores associados a melhora do desempenho físico em força com o uso do IPC (Barbosa e colaboradores, 2015; Paradis-Deschênes e colaboradores, 2016).

O pré-condicionamento isquêmico de membros inferiores realizado previamente a uma corrida extenuante tem potencial na prevenção da diminuição da função endotélio-dependente da artéria braquial, também chamada de dilatação mediada por fluxo (DMF), que reflete no relaxamento do conduto arterial como resultado da tensão de cisalhamento aplicada na parede vascular causada pelo aumento do fluxo sanguíneo (Bailey e colaboradores, 2012).

Quando associamos o IPC aos esportes de Endurance, percebe-se com base em alguns estudos recentes que o IPC tem grande potencial para a melhora do desempenho no ciclismo (Crisafulli e colaboradores, 2011; Groot e colaboradores, 2010) na natação (Jean-ST-Michel e colaboradores, 2011) e no remo (Kjeld e colaboradores, 2014), seja em atletas moderadamente ou altamente treinados.

Porém ainda existem controvérsias na literatura, outros achados sugerem que 4 semanas de aplicação do IPC após treinamento intervalado de sprint não tem efeito no

desempenho da corrida de 15 km ou na potência crítica do ciclismo (Taylor e colaboradores, 2016; Mitchell e colaboradores, 2018).

Não se sabe os possíveis mecanismos potenciais envolvidos em tais mudanças. Fatores como a variação de protocolos de IPC (tempo de duração da isquemia, aplicação unilateral e bilateral e número de séries) podem contribuir ou não para gerar diferentes estímulos.

Estudos sugerem que o uso do IPC aumentaria o fluxo sanguíneo no músculo esquelético no fígado e no coração durante a perfusão e após uma sessão prolongada de isquemia.

Com o aumento do aporte sanguíneo nestas regiões espera-se que haja uma melhora no fornecimento de oxigênio para o músculo em atividade, porém sabe-se que existem outros fatores envolvidos para que esse oxigênio extra seja utilizado e convertido em energia a nível celular, como quantidade e tamanho mitocondrial, quantidade de eritrócitos e hemácias, remoção de lactato e íons hidrogênio a nível celular (McCardle e colaboradores, 2011).

Neste estudo a média do tempo até a exaustão foi maior na condição IPC em comparação com a condição Placebo, porém não foi identificado diferenças significativas entre essas condições, portanto o protocolo de IPC utilizado não gerou mudanças positivas e significantes em uma variável importante para performance de atletas de corrida de longa duração que é o tempo até a exaustão.

Estes achados diferem de outro estudo que verificou o efeito da aplicação de um protocolo de pré-condicionamento isquêmico em jovens atletas de corrida do sexo masculino no desempenho em teste de contrarrelógio de 5km (Bailey e colaboradores, 2012), porém alguns fatores podem ter contribuído para gerar resultados diferentes do nosso estudo, entre eles o tamanho da amostra foi relativamente pequeno (13 sujeitos), o protocolo de IPC que foi bilateral, com duração mais prolongada (5min) e com aplicação de pressão única (220mmHg) para todos os sujeitos, é importante também salientar que neste estudo em questão o protocolo de IPC foi aplicado 90 min antes do início do teste de contrarrelógio de 5km, enquanto em nosso estudo o teste foi realizado imediatamente após a aplicação do IPC. Outro fator interessante foi não ter sido identificado diferenças significativas entre as

condições (IPC x Placebo) na resposta da frequência cardíaca durante o teste progressivo no estudo acima citado, como se percebeu também em nosso estudo.

Já em outro estudo que verificou o impacto a longo prazo (8 semanas) do pré-condicionamento isquêmico no desempenho da corrida, estudo esse envolvendo corredores altamente treinados de ambos os sexos aos quais foram divididos em 2 grupos (IPC e grupo controle) e submetidos ao mesmo modelo de treinamento, não encontrou nenhuma alteração significativa em comparação com a linha de base no tempo de contra-relógio de 1 km, bem como não houve diferença na melhora do contra-relógio entre IPC e controle (Slysz e colaboradores, 2019).

Esses achados foram parecidos com os encontrados em nosso estudo, entre os possíveis motivos estão as características do protocolo de IPC aplicado ao qual teve bastante semelhança com o protocolo utilizado em nosso estudo, isquemia unilateral e individualização da pressão de isquemia aplicada usando Doppler vascular.

Embora o protocolo tenha sido mais longo (3 séries de 5min de isquemia por 5 min de perfusão) e o estudo tenha observado o efeito a longo prazo e não de forma aguda. Esses achados sugerem que a aplicação do IPC como uma estratégia para melhorar o desempenho da corrida pode não ser útil.

Ainda há controvérsias em relação ao efeito do IPC de membros no desempenho esportivo pois esta é uma área de estudo ainda pouco explorada, apesar de já existirem algumas evidências na literatura científica sugerindo alguns benefícios do IPC no desempenho esportivo, porém não se tem um número suficiente de experimentos confiáveis para se estabelecer conclusões positivas sobre seus efeitos de forma aguda no desempenho de atletas amadores ou de elite (Sharma e colaboradores, 2015).

CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo nos permitem concluir que o protocolo de pré-condicionamento isquêmico usado no presente estudo, baseado em 2 séries de 3 minutos de isquemia separados por 3 minutos de repouso (perfusão), não tem efeito na melhora do tempo até a exaustão em corredores do sexo masculino treinados analisados nesse estudo.

A aplicação de protocolos de pré-condicionamento isquêmico diferentes do utilizado neste estudo podem representar um meio alternativo para gerar possíveis diferenças no desempenho da corrida, todavia estudos aprofundados nesse método se fazem necessários para que se possa confirmar tal hipótese.

REFERÊNCIAS

- 1-Bailey, T. G.; e colaboradores. Effect of Ischemic Preconditioning on Lactate Accumulation and Running Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2012. p. 2084-2089.
- 2-Bailey, T. G.; Birk, G. K.; Cable, N. T.; Atkinson, G.; Green, D. J.; Jones, H.; Thijssen, D. H. J. Remote ischemic preconditioning prevents reduction in brachial artery flow-mediated dilation after strenuous exercise. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. Vol. 303. 2012. p. 533-538.
- 3-Barbosa, T. C.; Machado, A. C.; Braz, I. D.; Fernandes, I. A.; Vianna, L. C.; Nobrega, A. C. L.; Silva, B. M. Remote ischemic preconditioning delays fatigue development during handgrip exercise. *Scand J Med Sci Sports*. Vol. 2. 2015. p. 356-364.
- 4-Beaven, C. M.; Cook, C. J.; Kilduff, L.; Drawer, S.; Gill, N. Intermittent lower-limb occlusion enhances recovery after strenuous exercise. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. Vol. 37. Num. 6. 2012. p. 1132-1139.
- 5-Crisafulli, A.; Tangianu, F.; Tocco, F.; Concu, A.; Mameli, O.; Mulliri, G. Ischemic preconditioning of the muscle improves maximal exercise performance but not maximal oxygen uptake in humans. *J Appl Physiol*. Vol. 111. Num. 2. 2011. p. 530-536.
- 6-Cunniffe, B.; Sharma, V.; Cardinale, M.; Yellon, D. Characterization of muscle oxygenation response to vascular occlusion: implications for remote ischaemic preconditioning and physical Performance. *Clin Physiol Funct Imaging*. Vol. 37. 2017. p. 785-793.
- 7-Eisen, A.; Fisman, E. Z.; Rubenfire, M. Ischemic preconditioning: nearly two decades of research. A comprehensive review. *Atherosclerosis*. Vol. 172. Num. 2. 2004. p. 201-210.
- 8-Evangelista, A. L. Treinamento de corrida de rua: uma abordagem física e metodológica. São Paulo. Phorte, 2010. p.136.
- 9-Groot, P. C.; Thijssen, D. H.; Sanchez, M.; Ellenkamp, R.; Hopman, M. T. Ischemic preconditioning improves maximal performance in humans. *Eur J Appl Physiol*. Vol. 108. Num. 1. 2010. p. 141-146.
- 10-Jean-St-Michel, E.; Manhiot, C.; Li, J.; Tropak, M.; Michelsen, M. M.; Schmidt, M. R. Remote preconditioning improves maximal performance in highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc*. Vol. 43. Num. 7. 2011. p. 1280-6.
- 11-Kaur, G.; Binger, M.; Evans, C.; Trachte, T.; Van Guilder, G. P. No influence of ischemic preconditioning on running economy. *Eur J Appl Physiol*. Vol. 117. 2017. p. 225-35.
- 12-Kjeld, T, Rasmussen, M. R.; Jattu, T. Ischemic preconditioning of one forearm enhances static and dynamic apnea. *Med Sci Sport Exerc*. Vol. 46. 2014. p. 151-155.
- 13-Mcardle, W. D.; Katch, F. I.; Katch, V. L. Fisiologia do exercício - nutrição, energia e desempenho humano. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 2011. p. 1300.
- 14-Léger, L.; Boucher, R. An indirect continuous running multistage field test: the Université de Montréal track test. *Can J Appl Sport Sci*. Vol. 5. Num. 2. 1980. p. 77-84.
- 15-Lowery, R. P. ; e colaboradores. Practical blood flow restriction training increases muscle hypertrophy during a periodized resistance training programme. *Clinical physiology and functional imaging*. Vol. 34. Num. 4. 2014. p. 317-321.
- 16-Patterson, S.; Bezodis, N.; Glaister, M.; Pattison, J. The Effect of Ischemic Preconditioning on Repeated Sprint Cycling Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 47. Num. 8. 2015. p. 1652-1658.
- 17-Paradis-Deschênes, P. ; e colaboradores Ischemic preconditioning increases muscle perfusion, oxygen uptake, and force in strength-

trained athletes. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* Vol. 41. 2016. p. 938-944.

18-Salvador, A. F.; De Aguiar, R. A.; Lisboa, F. D.; Pereira, K. L.; Cruz, R. S.; Caputo, F. Ischemic Preconditioning and Exercise Performance: A Systematic Review and Meta Analysis. *Int J Sports Physiol Perform.* Vol. 11. Num. 1. 201. p. 4-14.

19-Santana, V. J.; Deângelo, C. E. O.; Salemi, V. M. C.; Miranda, D. P. Influência do pré-condicionamento isquêmico no desempenho neuromuscular. *Rev Bras Med Esporte.* Vol. 27. Num. 2. 2021. p. 207-211.

20-Sharma, V.; Marsh, R.; Cunniffe, B.; Cardinale, M.; Yellon, D. M.; Davidson, S. M. From Protecting the Heart to Improving Athletic Performance - the Benefits of Local and Remote Ischaemic Preconditioning. *Cardiovasc Drugs Ther.* Vol. 29. 2015. p. 573-588.

21-Souza, K. M.; Lucas, R. D.; Grossl, T.; Costa, V. T.; Guglielmo, L. G. A.; Denadai, B. S. Predição da performance de corredores de endurance por meio de teste de laboratório e pista. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* Vol. 16. Num. 4. 2014. p. 466-474.

22-Slysz, T. J.; Burr, J. F. Impact of 8 weeks of repeated ischemic preconditioning on running performance. *European Journal of Applied Physiology.* Vol. 119. 2019. p. 1431-1437.

23-Taylor, C. W.; Ingham, S. A.; Ferguson, R. A. Acute and chronic effect of sprint interval training combined with postexercise blood-flow restriction in trained individuals. *Exp Physiol.* Vol. 101. 2016. p. 143-154.

24-Tocco, F.; Marongiu, E.; Ghiani, G.; Sanna, I.; Palazzolo, G.; Olla, S. Muscle ischemic preconditioning does not improve performance during self-paced exercise. *Int J Sports Med.* Vol. 36. 2015. p. 9-15.

25-Wilson, J. M.; e colaboradores. Practical blood flow restriction training increases acute determinants of hypertrophy without increasing indices of muscle damage. *The Journal of Strength and Conditioning Research.* Vol. 27. Num. 11. 2013. p. 3068-3075.

E-mail do autor:

jo5fdasilva@hotmail.com

jo5fdasilva@hotmail.com

jo5fdasilva@hotmail.com

paulo.dantas.1@ufrn.br

breno.cabral@ufrn.br

Autor correspondente

José Francisco da Silva

Departamento de Educação Física da UFRN.
Rua General Gustavo Cordeiro de Faria, 601.
Ribeira, Natal-RN, Brasil.
CEP: 59012-570.

Recebido para publicação em 09/07/2025

Aceito em 26/08/2025