

Efeito do pré-condicionamento isquêmico remoto no consumo máximo de oxigênio e potência máxima em corredores e ciclistas: revisão sistemática e metanálise

Effect of remote ischemic pre-conditioning on maximum oxygen consumption and maximum power in runners and cyclists: systematic review and metanalysis

Francisco Tiago Oliveira de Oliveira¹ 

Marcos Eduardo Freitas² 

Celso Nascimento Almeida³ 

Robson Santos Santana⁴ 

Ciro Oliveira Queiroz⁵ 

Cristiane Maria Carvalho Costa Dias⁶ 

¹⁻⁵Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (Salvador). Bahia, Brasil. franciscooliveira@bahiana.edu.br, marcosfreitas.pos@bahiana.edu.br, celsoalmeida15.2@bahiana.edu.br, robsonsantana.pos@bahiana.edu.br, ciroqueiroz@bahiana.edu.br

⁶Autora para correspondência. Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (Salvador). Bahia, Brasil. cmccdias@bahiana.edu.br

RESUMO | INTRODUÇÃO: O pré-condicionamento isquêmico remoto (PCIR) é uma intervenção cardioprotetora não invasiva que atenua a lesão celular sofrida por uma isquemia prolongada. Seus efeitos de proteção sobre o coração, quando aplicado ao esporte, pode melhorar o desempenho do exercício. **OBJETIVO:** Investigar o efeito do pré-condicionamento isquêmico remoto no consumo máximo de oxigênio (VO₂máx) e potência máxima (Wmáx) em corredores e ciclistas. **METODOLOGIA:** Revisão sistemática e metanálise, com ensaios clínicos randomizados. Baseado no PRISMA e avaliado pelo repositório de projetos de revisões sistemática PROSPERO; entretanto, não obteve o registro por se tratar de um desfecho de performance esportiva. As buscas foram realizadas nas bases de dados Medline/PubMed, SciELO, Periódicos CAPES. A seleção dos estudos foi realizada em duas etapas: leitura do título e resumo, e leitura completa dos artigos. A extração dos dados foi realizada pela transcrição das informações. A qualidade metodológica foi avaliada pela escala risco de viés através da ferramenta Cochrane. Excluíram-se estudos que investigaram variáveis diferentes dos desfechos selecionados para esta revisão. **RESULTADOS:** Foram incluídos oito ensaios clínicos. Verificou-se que nos itens geração de sequência aleatória, ocultação de alocação e cegamento de avaliadores de desfecho em quase todos os estudos tiveram alto risco de viés. Os resultados da metanálise revelou VO₂máx ($p < 0,01$), o PCIR mostrou ser eficaz; Wmáx não houve diferença significativa. **CONCLUSÃO:** O pré-condicionamento isquêmico remoto pode ser capaz de aumentar o VO₂máx em corredores e ciclistas. A Wmáx demonstra não ser influenciada pelo PCIR.

PALAVRAS-CHAVE: Aptidão Cardiorrespiratória. Exercício Físico. Pré-condicionamento Isquêmico.

ABSTRACT | INTRODUCTION: Remote ischemic preconditioning (PIRC) is a non-invasive cardioprotective intervention that attenuates cell damage suffered by prolonged ischemia. Its protective effects on the heart, when applied to sport, can improve exercise performance. **OBJECTIVE:** To investigate the effect of remote ischemic preconditioning on maximum oxygen consumption (VO₂max) and maximum power (Wmax) in runners and cyclists. **METHODOLOGY:** Systematic review and meta-analysis, with randomized clinical trials. Based on PRISMA and evaluated by the PROSPERO systematic review project repository; however, it did not obtain registration because it is an outcome of sports performance. The searches were carried out in the Medline / PubMed, SciELO, Capes Periodicals databases. The selection of studies was carried out in two stages: reading the title and summary and reading the articles in full. Data extraction was performed by transcribing the information. Methodological quality was assessed by the risk of bias scale using the Cochrane tool. Studies that investigated variables other than the outcomes selected for this review were excluded. **RESULTS:** Eight clinical trials were included. In the generation of the item of random sequence, concealment of allocation and blinding of outcome evaluators in almost all studies had a high risk of bias. The analysis of the risk of bias was high risk. The meta-analysis results revealed VO₂max ($p < 0.01$), the PCIR proved to be effective; Wmax there was no significant difference. **CONCLUSION:** Remote ischemic preconditioning may be able to increase VO₂max in runners and cyclists. Wmax demonstrates that the PCIR does not influence it.

KEYWORDS: Cardiorespiratory Fitness. Exercise. Ischemic Preconditioning.

Como citar este artigo: Oliveira FTO, Freitas ME, Almeida CN, Santana RS, Queiroz CO, Dias CMCC. Efeito do pré-condicionamento isquêmico remoto no consumo máximo de oxigênio e potência máxima em corredores e ciclistas: revisão sistemática e metanálise. Rev Pesqui Fisioter. 2021;11(2):435-444. <http://dx.doi.org/10.17267/2238-2704rpf.v11i2.3778>

Introdução

O pré-condicionamento isquêmico remoto (PCIR) é uma intervenção cardioprotetora não invasiva que envolve breves ciclos de isquemia, intercalados por reperfusão, que atenuam a lesão celular sofrida por uma isquemia prolongada do mesmo órgão.¹ Foi descrito pela primeira vez em um estudo de Murry et al.³, em 1986, em que corações de cães foram pré-condicionados com quatro ciclos de oclusão e reperfusão. Verificou-se que a área de infarto do miocárdio nos corações pré-condicionados reduziu em 75% em comparação aos que não receberam o pré-condicionamento isquêmico.^{2,3}

O estímulo isquêmico proporcionado pelo PCIR leva à produção de substâncias que, entrando em circulação, atingem o miocárdio e outros tecidos, e consequentemente poderá exercer o efeito protetor. Essa proteção parece envolver a ativação da proteína quinase C (PKC), através da cascata de sinalização de agonistas da proteína G, com abertura subsequente de canais de potássio dependentes de ATP (KATP).⁴ Os efeitos de proteção do PCIR sobre o coração, além de ser benéfico no cenário clínico, pode também ser aplicado no esporte para melhorar o desempenho do exercício⁵⁻⁸; esses efeitos foram analisados em atletas de endurance. Em teste de corrida de 5 km, os indivíduos conseguiram completar a prova 34 segundos mais rápido e o aumento do lactato foi atenuado em $1,07 \pm 0,11$ mmol durante um teste de corrida incremental, após o PCIR.⁹ Em nadadores treinados, o PCIR foi associado ao ganho do desempenho máximo, com uma redução no tempo de natação de 100 m e um melhor tempo de natação em relação ao tempo pessoal.¹⁰

O desempenho esportivo é objeto de estudo das mais diversas áreas do conhecimento e almejado por atletas, treinadores, fisiologistas, entre outros. Nos últimos anos, muitas técnicas têm sido estudadas para otimizar a performance e resultados de atletas de todas as modalidades. Dentre essas técnicas, destaca-se o PCIR, que favorece o processo de angiogênese e maior resistência a isquemia tissular.¹¹ Modalidades esportivas como a corrida e o ciclismo que têm predominância aeróbica promovem adaptações capazes de gerar aumentos do VO₂máx, e os ajustes fisiológicos que promovem modificações funcionais em resposta ao treinamento de endurance só são possíveis através da manipulação das variáveis da capacidade aeróbica, independente da modalidade praticada.¹²

O PCIR é uma estratégia não invasiva e de fácil aplicação que pode promover a melhora do desempenho do exercício.^{13,14} Dessa forma, o objetivo deste estudo é investigar o efeito do pré-condicionamento isquêmico remoto no consumo máximo de oxigênio (VO₂máx) e potência máxima (Wmáx) em corredores e ciclistas.

Metodologia

Trata-se de uma revisão sistemática e metanálise. Foi baseada pelo "The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews"¹⁵, e avaliada pelo repositório de projetos de revisões sistemática PROSPERO, entretanto, não obteve o registro por se tratar de um desfecho de performance esportiva. Incluíram-se ensaios clínicos randomizados que investigaram o efeito do pré-condicionamento isquêmico remoto no VO₂máx e Wmáx de corredores e ciclistas. Foram excluídos os estudos que não avaliaram desfechos de interesse desta revisão.

A seleção dos estudos foi realizada por dois pesquisadores independentes com a mesma estratégia de busca, em caso de discordância, um terceiro pesquisador foi acionado. Não foi utilizado software para auxiliar no processo de seleção. Posteriormente, os artigos selecionados foram avaliados o risco de viés através da ferramenta Cochrane.¹⁶ A busca foi realizada através da estratégia PICOS nas bases de dados Medline/PubMed, SciELO, Periódicos Capes e busca manual, sem restrição do ano de publicação, disponíveis em português, inglês e espanhol. Não foram utilizados filtros nas bases de dados. A última busca foi realizada em uma única data 18 de novembro de 2020, em todas as bases de dados. Utilizou-se MeSH e o DeCS para encontrar os descritores e seus sinônimos. Os descritores incluídos na estratégia de busca para base de dados Medline/PubMed foram: ((((((Ischemic Preconditioning) OR (remote ischemic preconditioning)) AND (exercise)) OR (Cardiorespiratory Fitness)) OR (exercise training)) AND (Clinical Trial). Para as bases de dados SciELO e Periódicos Capes foi utilizado: Ischemic preconditioning and exercise. Essa estratégia foi usada com o objetivo de realizar uma busca mais sensível do que específica, considerando que essas bases de dados ainda têm uma produção científica relativamente baixa sobre a temática estudada.

A seleção dos estudos foi realizada em duas etapas. A primeira etapa foi baseada em títulos e resumos; segunda etapa foi a análise do texto completo. Realizou-se a extração dos dados através da transcrição das informações e construiu-se um fichamento, contendo: autores e ano de publicação, participantes, intervenção, desfechos e desenho do estudo. Para apresentação do fluxograma foi seguido as orientações atualizadas do PRISMA.¹⁵ A qualidade dos estudos foi avaliada através da escala de risco de viés pela ferramenta da colaboração Cochrane.¹⁶

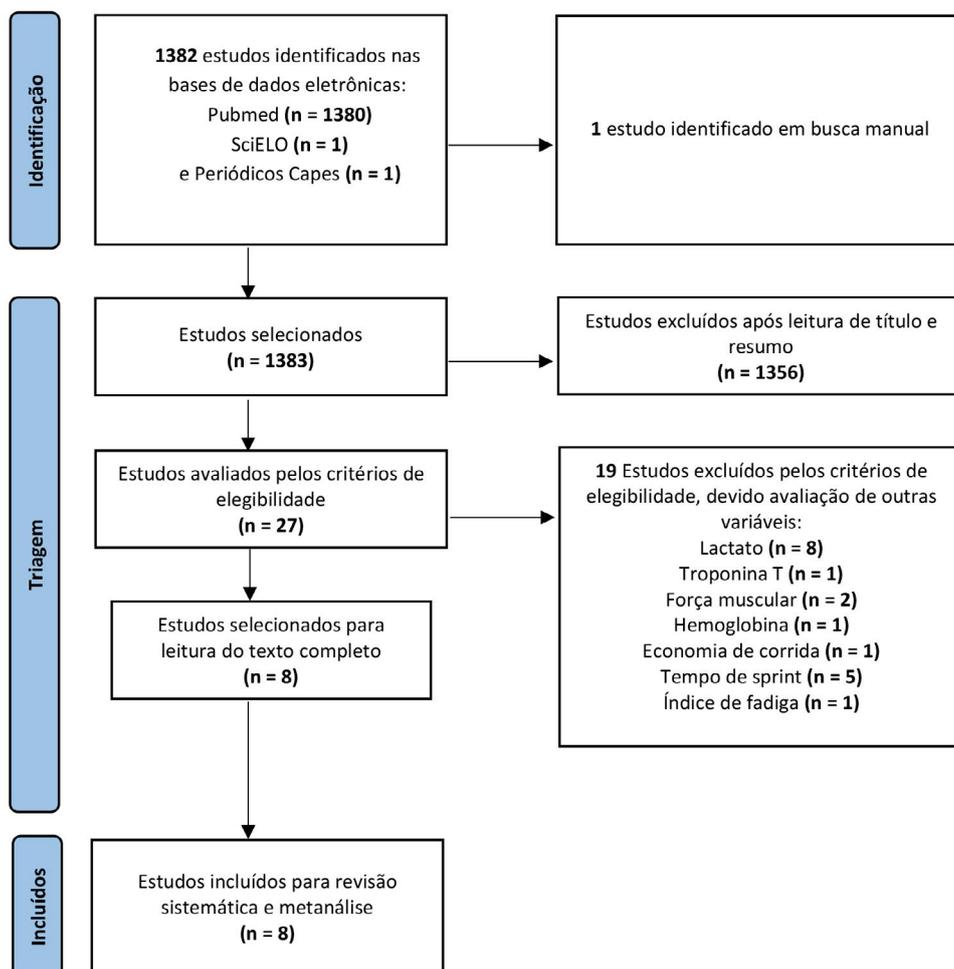
O software Revman 5.3 foi utilizado para elaboração, análise de dados e construção do gráfico Forest Plot. Avaliou-se a heterogeneidade estatística pela inspeção visual do intervalo de confiança, pelo teste Q-Cochran e teste qui-quadrado (X²). Após esta avaliação, os dados foram analisados através do modelo de efeito randômico, na expectativa de heterogeneidade clínica e metodológica entre os estudos. Todos os dados foram analisados com a mesma medida, mililitros por minutos, os estudos que apresentaram o VO₂máx em litros por minutos; foi realizada a transformação para mililitros por minutos.

Resultados

Seleção dos estudos

O processo de busca e identificação dos estudos inseridos na revisão estão resumidos na Figura 1. Foi identificado um total de 1383 estudos. Após leitura de título e resumo, 1356 foram excluídos e outros 27 foram selecionados para leitura de texto completo. Após análise, 8 estudos preencheram os critérios de elegibilidade, permanecendo na revisão sistemática para análise.

Figura 1. Fluxograma do processo de busca e identificação dos estudos



Características dos estudos

A Tabela 1 resume as características descritivas dos ensaios clínicos incluídos na revisão sistemática, compreendendo um total de 109 indivíduos do sexo masculino e feminino, com idade média variando entre 18 e 35 anos. As datas de publicação variaram de 2010 a 2019. Seis estudos envolveram ciclistas,^{1,5,6,17-19} e dois corredores^{7,8}. Cada estudo utilizou diferentes tipos de protocolos na avaliação do VO₂máx e da Wmáx. O protocolo do PCIR foi semelhante entre os estudos, entretanto houve variação do número de ciclos de isquemia-reperusão.

Tabela 1. Características dos ensaios clínicos incluídos na revisão sistemática. Efeito do pré-condicionamento isquêmico remoto no VO₂máx e Wmáx de corredores e ciclistas, 2019/2020. N=8 (continua)

Estudo	Participantes	Intervenção	Comparação	Desfechos	Desenho de Estudo
Autores e ano de publicação	Número no Grupo Controle (nGC); Número no Grupo Pré-condicionamento isquêmico (nPCI)	Modalidade esportiva (Esporte); Tipo exercício (Exercício)	Protocolo grupo Controle (CT); Protocolo grupo Pré-condicionamento isquêmico (PCI)	Consumo máximo de oxigênio (VO₂máx) e Potência máxima em watts (Wmáx)	Tipo ECR
Patterson et al., 2015⁶	nGC: 14; nPCI: 14; I: 22,9 ± 3,7; H: 14	Esporte: Ciclismo Exercício: 12 sprints de 6" com descanso de 30" entre cada sprint.	PCI: 4 x 5' oclusão / 5' reperusão - 220 mmHg. CT: 4 x 5' oclusão / 5' reperusão - 20mmHg.	VO₂máx PCI: 2,7 ± 0,4 L.min VO₂máx CT: 2,6 ± 0,3 L.min	Randomizado, duplo-cego, cruzado
Crisafulli et al., 2011¹	nGC: 17; nPCI: 17; I: 35,2 ± 9,1 H: 17	Esporte: Ciclismo Exercício: Teste incremental em ciclo ergômetro com aumento linear de carga de trabalho de 25 W / min.	CT: Sem intervenção PCI: 3 x 5' oclusão / 5' reperusão - 220 mmHg.	VO₂máx CT: 2963,8 ± 256,6 (ml/min) VO₂máx PCI: 3068,3 ± 396,1 (ml/min) Wmáx CT: 277,9 ± 44 W Wmáx PCI: 288,2 ± 47,6 W	Randomizado, cruzado

Tabela 1. Características dos ensaios clínicos incluídos na revisão sistemática. Efeito do pré-condicionamento isquêmico remoto no VO₂máx e Wmáx de corredores e ciclistas, 2019/2020. N=8 (continuação)

Estudo	Participantes	Intervenção	Comparação	Desfechos	Desenho de Estudo
Autores e ano de publicação	Número no Grupo Controle (nGC); Número no Grupo Pré-condicionamento isquêmico (nPCI)	Modalidade esportiva (Esporte); Tipo exercício (Exercício)	Protocolo grupo Controle (CT); Protocolo grupo Pré-condicionamento isquêmico (PCI)	Consumo máximo de oxigênio (VO₂máx) e Potência máxima em watts (Wmáx)	Tipo ECR
de Groot et al., 2010¹⁷	nGC: 15 nPCI: 15 I: 27,2 ± 5,6 H: 12 M: 3	Esporte: Ciclismo Exercício: Teste incremental máximo em ciclo ergômetro com aumento da carga até exaustão.	CT: Sem intervenção PCI: 3 x 5' oclusão / 5' reperfusão - 220 mmHg.	VO₂máx CT: 56,8 ± 6,8 (ml/min / kg) VO₂máx PCI: 58,4 ± 6,2 (ml/min / kg) Wmáx CT: 366 ± 62 W Wmáx PCI: 372 ± 59 W	Randomizado, cruzado
Paradis-Deschênes et al., 2017¹⁸	nGC: 13 nPCI: 13 I: 27,5 ± 1,6 H: 13	Esporte: Ciclismo Exercício: Testes de tempo de ciclismo de 5 km com simulação de altitude moderada.	CT: Manguito inflado a 20 mmHg. PCI: 3 x 5' oclusão / 5' reperfusão - 220 mmHg.	Wmáx CT: 284,6 ± 12,7 W Wmáx PCI: 291,3 ± 9,8 W	Randomizado, cruzado
Slysz et al., 2019⁸	nGC: 7; nPCI: 7 I GC: 19 ± 2; I PCI: 18 ± 1 H: 11; M: 3	Esporte: Corrida Exercício: Teste incremental contínuo e teste de tempo de 1 km	CT: Sem PCIR; PCI: 3 x 5' oclusão / 5' reperfusão - acima da pressão arterial sistólica até completa oclusão arterial.	VO₂máx CT: 54,2 ± 4 (ml/min /kg) VO₂máx PCI: 55,5 ± 2 (ml/min /kg)	Randomizado
Kilding et al., 2018¹⁹	nGC: 8 nPCI: 8 I: 27,0 ± 7,0 H: 8	Esporte: Ciclismo Exercício: Teste de tempo individual de 4 km e teste de esforço em rampa.	CT: 4 x 5' oclusão / 5' reperfusão - 50 mmHg. PCI: 4 x 5' oclusão / 5' reperfusão - 200 mmHg.	VO₂máx CT: 4,4 ± 0,6 (L. min) VO₂máx PCI: 4,4 ± 0,5 (L. min) Wmáx CT: 383 ± 46 W Wmáx PCI: 385 ± 42 W	Randomizado, cruzado
Sabino-Carvalho et al., 2017⁷	nGC: 18; nPCI: 18 I: 22,3 ± 0,9; H: 14; M: 4	Esporte: Corrida Exercício: Teste incremental em esteira com aumento da carga a cada estágio de 3' até exaustão.	CT: Sem intervenção PCI: 4 x 5' oclusão / 5' reperfusão - 220 mmHg.	VO₂máx CT: 63,4 ± 1,3 (ml/min /kg) VO₂máx PCI: 64,8 ± 1,6 (ml/min /kg)	Randomizado, cruzado
Jeffries et al., 2019⁵	nGC: 10; nPCI: 10 I GC: 21 ± 2; I PCI: 22 ± 3 H: 20	Esporte: Ciclismo Exercício: Teste incremental com incremento de 30 W min até exaustão.	CT: 4 x 5' oclusão / 5' reperfusão - 20 mmHg. PCI: 4 x 5' oclusão / 5' reperfusão - 220 mmHg.	VO₂máx CT: 40,6 ± 8,1 (ml/min /kg) VO₂máx PCI: 45 ± 5,6 (ml/min /kg) Wmáx CT: 292 ± 35 W Wmáx PCI: 323 ± 51 W	Randomizado, simples cego

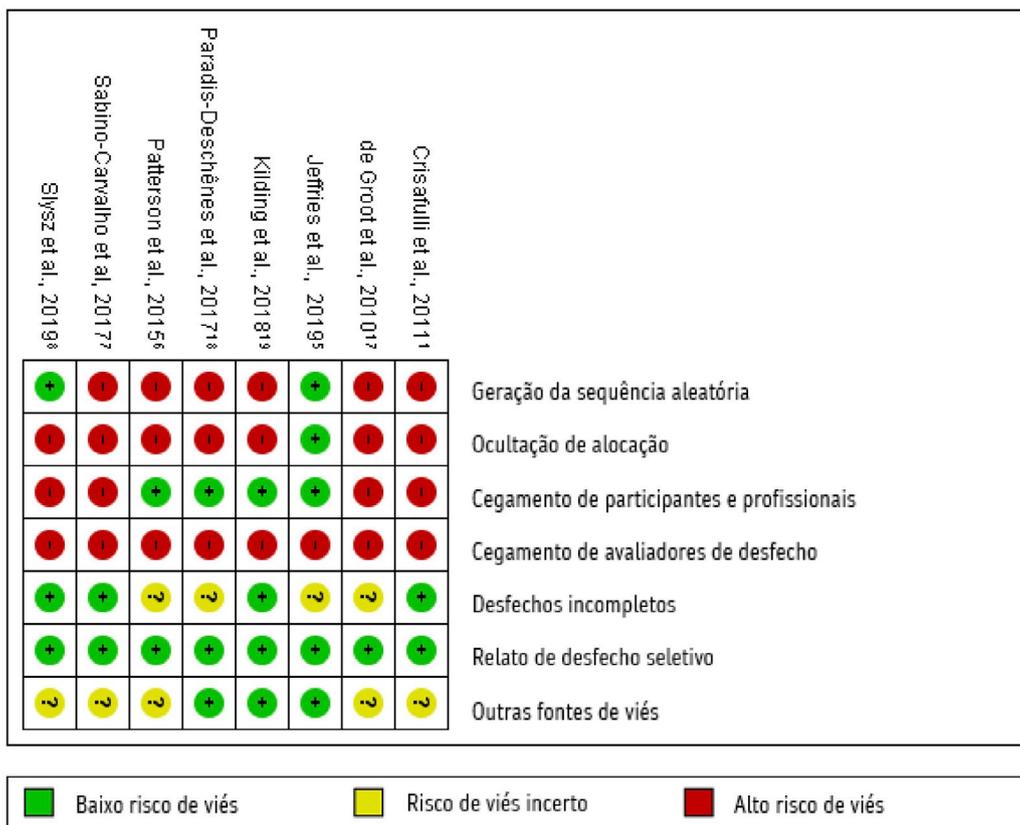
I: Idade média e desvio padrão; **I GC:** idade média grupo controle e desvio padrão; **I PCI:** idade média grupo pré-condicionamento isquêmico e desvio padrão; **H:** participantes sexo masculino; **M:** participantes sexo feminino

Km: quilômetros; **W:** watts; **W.min:** watts por minuto; **mmHg:** milímetros de mercúrio; **CT:** grupo controle; **PCI:** grupo pré-condicionamento isquêmico; **ml/min /kg:** mililitros por minuto por quilo; **L.min:** litros por minuto; **ml.min:** mililitros por minuto; **W:** watts; **ECR:** Ensaio clínico randomizado.

Análise do Risco de viés

Verificou-se que nos itens geração de sequência aleatória, ocultação de alocação e cegamento de avaliadores de desfecho em quase todos os estudos tiveram alto risco de viés, isso aconteceu pois os autores não apresentaram ou realizaram essas etapas nos estudos. Para os itens cegamento de participantes e profissionais, desfechos incompletos e outras fontes de viés cerca de metade dos estudos tiveram alto risco ou risco incerto. Somente o item relato de desfecho seletivo foi o que teve baixo risco de viés, pois, os protocolos dos estudos e seus desfechos primários foram reportados em detalhes, Figura 2.

Figura 2. Avaliação do risco de viés dos 8 estudos incluídos na revisão, através da escala risco de viés pela ferramenta da colaboração Cochrane. N=8

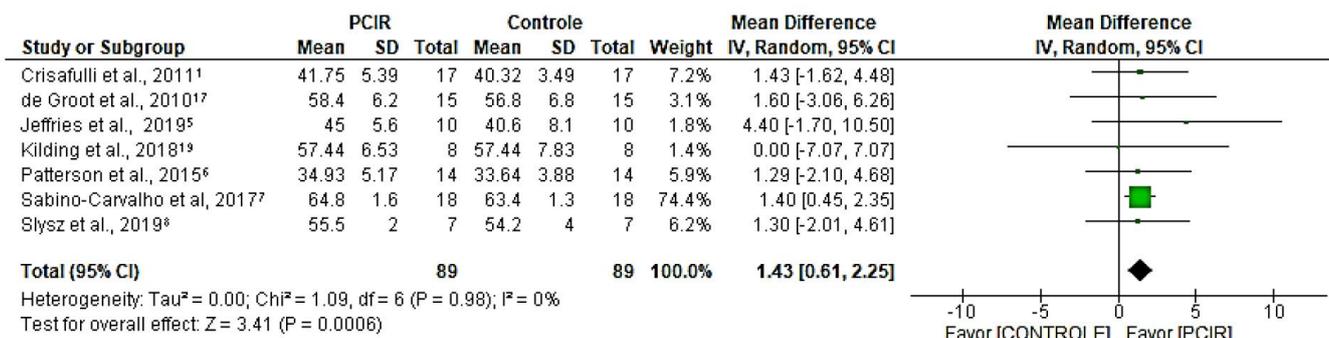


Resultados dos desfechos

Consumo máximo de oxigênio (VO2máx)

Os estudos que avaliaram o efeito do pré-condicionamento isquêmico remoto no VO2máx,^{1,5-8,17,19} continham um total de 89 participantes. Observou-se um incremento significativo no VO2máx de 1.43 ml/kg.min (IC95%: 0,61-2,25) para os grupos que utilizaram protocolo de PCIR, em comparação com os grupos controle, indicado na Figura 3.

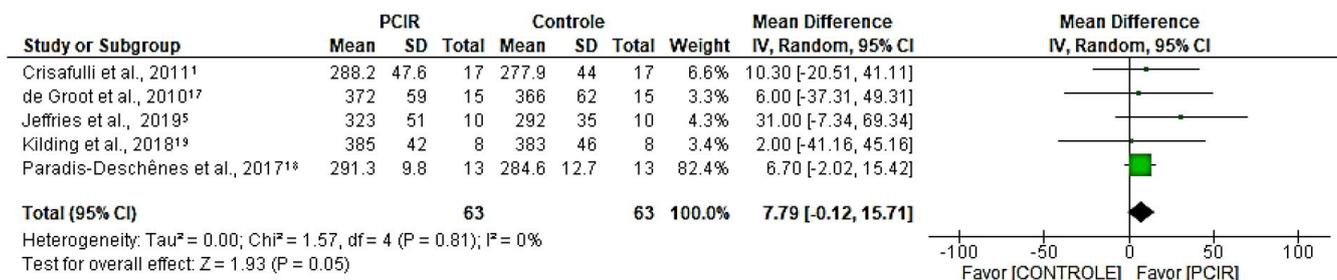
Figura 3. Forest Plot da comparação do VO2máx entre grupo controle e PCIR



Potência máxima (Wmáx)

Cinco estudos^{1,5,17-19}, com um total de 63 participantes, avaliaram o efeito do pré-condicionamento isquêmico remoto na Wmáx. Não foi observado uma diferença significativa quando comparado o grupo controle com o PCIR: 7.79 (IC95% -0.12; 15.71), indicado na Figura 4.

Figura 4. Forest Plot da comparação da Wmáx entre grupo controle e PCIR



Discussão

Essa metanálise é original em testar os efeitos do pré-condicionamento isquêmico remoto nos indicadores de desempenho em corredores e ciclistas. Os resultados indicam que uma sessão de PCIR foi eficiente em induzir incremento agudo do VO2máx. Entretanto, não foi observado incremento da Wmáx.

O aumento do VO2máx é almejado por atletas, um preditor de performance em provas de contra relógio, além de ser o melhor índice para avaliação da aptidão cardiorrespiratória.^{20,21} Os achados desta metanálise corroboram com os resultados relatados por outros pesquisadores que observaram incremento do VO2máx quando utilizaram o PCIR antes do teste de desempenho máximo em ciclistas e corredores.^{17,22} Desta forma, o uso do PCIR pode ser uma estratégia utilizada por atletas e treinadores minutos antes de uma competição.

Vale ressaltar que o protocolo do PCIR utilizado por todos os pesquisadores foram semelhantes, variando pouco o número de ciclos de isquemia-reperusão.^{1,5-8,17-19} A manobra consistia em períodos de isquemia de um membro, através da insuflação de um manguito até 220 mmHg por 5 minutos, seguidos por 5 minutos de reperusão com a deflação do manguito. Entretanto, os métodos de intervenção foram heterogêneos quanto as variáveis de treinamento, essas diferenças nos protocolos são essenciais na aplicabilidade prática, já que a manipulação de variáveis pode resultar na melhora do desempenho em atletas de endurance.

Nesta revisão, foram incluídas duas modalidades esportivas, corredores e ciclistas, baseadas na comprovação que atletas de endurance, em particular, apresentam VO₂máx similares. É geralmente descrito que o exercício aeróbico com a mesma intensidade induz uma maior absorção de oxigênio e, provavelmente, um gasto de energia semelhantes entre essas duas modalidades; outra justificativa é o padrão do recrutamento de unidades motoras relacionadas às tarefas executadas, com impacto no VO₂máx.²³

É essencial apontar que os estudos^{1,5-8,17,19} que avaliaram o VO₂máx foram compostos por pequenas amostras de atletas com alta capacidade funcional, podendo enviesar, desta forma, os resultados encontrados. Com isso, as análises dos resultados podem apresentar uma baixa confiança, sendo suscetíveis a uma baixa validade externa. Entretanto, quando os estudos são analisados conjuntamente, foi observado que o PCIR pode aumentar o VO₂máx em até 3,41ml/kg.min. Os autores fazem considerações ao estudo de Sabino-Carvalho et al.⁷, no qual os dados não mostraram favorecimento à utilização do VO₂máx. No entanto, quando os dados foram incluídos na metanálise e analisado em conjunto, ele tornou-se favorável e com um grande peso (74,4%) na análise. Verificou-se na escala da avaliação metodológica que os itens negativos a esse estudo foram referentes tanto a alocação dos participantes nos grupos investigados, quanto ao cegamento da intervenção, caracterizando, assim, em erros sistemáticos.

O pré-condicionamento isquêmico remoto provoca a liberação de várias substâncias pelo tecido isquêmico, embora não esteja bem definido quais as substâncias.⁴ Estas podem influenciar na abertura de canais de potássio (K⁺) dependentes de ATP e liberação local de adenosina, além da regulação da via do óxido nítrico, sendo estes potentes vasodilatadores.^{24,25} Especula-se que a ação vasodilatadora desses mecanismos, participem nos efeitos do PCIR, e conseqüentemente no aumento do desempenho físico de atletas.^{17,25}

Os estudos que avaliaram a Wmáx fizeram num teste incremental máximo em cicloergômetro. Nos resultados da metanálise, o PCIR não exerceu um efeito significativo no incremento da Wmáx. Os achados desta pesquisa coadunam com outros autores que avaliaram os efeitos do PCIR sobre a Wmáx em atletas.^{18,19} Estes resultados podem ser explicados pela baixa variabilidade da Wmáx em atletas de alto rendimento,

sendo esta, uma variável mecânica com baixa sensibilidade para detectar alterações fisiológicas agudas, potencializado pelo intervalo de confiança amplo em todas as análises.

Uma das perspectivas dos resultados dessa metanálise é a aplicabilidade do pré-condicionamento isquêmico remoto como estratégia para otimização dos resultados em esportes de endurance. As limitações dessa revisão sistemática se referem à diversidade dos protocolos de intervenção aplicada nos estudos, o que provavelmente pode ter influenciado nos achados.

Conclusão

Sugere-se que o pré-condicionamento isquêmico remoto pode ser capaz de aumentar o VO₂máx em praticantes de ciclismo e corrida. A Wmáx demonstra não ser influenciada pelo pré-condicionamento isquêmico remoto.

Agradecimentos

Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Programa de Pós-Graduação de Tecnologias em Saúde e Grupo de Pesquisa de Fisioterapia Cardiovascular e Respiratória (GEPFIR).

Iza Cristina Salles de Castro (ORCID: 0000-0001-8514-7631) e Centro Internacional de Pesquisa e Medicina Clínica do Sono da BAHIANA - Escola de Medicina e Saúde Pública.

Contribuições dos autores

Oliveira FTO participou da concepção, desenho da obra e aquisição, análise ou interpretação dos dados da obra, e revisão crítica. Dias CMCC contribuiu no desenho da obra e aquisição, e revisão crítica. Queiroz C participou da revisão da análise/ interpretação dos dados da obra, revisão crítica. Freitas ME participou da busca dos dados e redação do manuscrito. Santana RS e Nascimento C participaram da coleta dos dados. Salles C participou da análise crítica do artigo.

Conflitos de interesses

Nenhum conflito financeiro, legal ou político envolvendo terceiros (governo, empresas e fundações privadas, etc.) foi declarado para nenhum aspecto do trabalho submetido (incluindo, mas não se limitando a subvenções e financiamentos, participação em conselho consultivo, desenho de estudo, preparação de manuscrito, análise estatística, etc.).

Referências

1. Crisafulli A, Tangianu F, Tocco F, Concu A, Mameli O, Mulliri G, et al. Ischemic preconditioning of the muscle improves maximal exercise performance but not maximal oxygen uptake in humans. *J Appl Physiol*. 2011;111(2):530-6. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00266.2011>
2. Sharma V, Marsh R, Cunniffe B, Cardinale M, Yellon DM, Davidson SM. From Protecting the Heart to Improving Athletic Performance – the Benefits of Local and Remote Ischaemic Preconditioning. *Cardiovasc Drugs Ther*. 2015;29(6):573-88. <https://dx.doi.org/10.1007%2Fs10557-015-6621-6>
3. Murry CE, Jennings RB, Reimer KA. Preconditioning with ischemia: A delay of lethal cell injury in ischemic myocardium. *Circulation*. 1986;74(5):1124-36. <https://doi.org/10.1161/01.cir.74.5.1124>
4. Costa JF, Fontes-carvalho R, Leite-moreira AF. Pré-condicionamento isquêmico remoto do miocárdio: dos mecanismos fisiopatológicos à aplicação na prática clínica. *Rev Port Cardiol*. 2013;32(11):893-904. <https://doi.org/10.1016/j.repc.2013.02.012>
5. Jeffries O, Evans DT, Waldron M, Coussens A, Patterson SD. Seven-day ischaemic preconditioning improves muscle efficiency during cycling. *J Sports Sci*. 2019;37(24):2798-805. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1664537>
6. Patterson SD, Bezodis NE, Glaister M, Pattison JR. The effect of ischemic preconditioning on repeated sprint cycling performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2015;47(8):1652-8. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000576>
7. Sabino-Carvalho JL, Lopes TR, Obeid-Freitas T, Ferreira TN, Succi JE, Silva AC, et al. Effect of Ischemic Preconditioning on Endurance Performance Does Not Surpass Placebo. *Med Sci Sports Exerc*. 2017;49(1):124-32. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001088>
8. Slyszt JT, Burr JF. Impact of 8 weeks of repeated ischemic preconditioning on running performance. *Eur J Appl Physiol*. 2019;119(6):1431-7. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04133-6>
9. Bailey TG, Jones H, Gregson W, Atkinson G, Cable NT, Thijssen DHJ. Effect of ischemic preconditioning on lactate accumulation and running performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44(11):2084-9. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318262cb17>
10. Jean-St-Michel E, Manhiot C, Li J, Tropak M, Michelsen MM, Schmidt MR, et al. Remote preconditioning improves maximal performance in highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1280-6. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318206845d>
11. Maulik N. Ischemic Preconditioning Mediated Angiogenic Response in the Heart. *Antioxidants Redox Signal*. 2004;6(2):413-21. <https://doi.org/10.1089/152308604322899486>
12. Bentley DJ, Newell J, Bishop D. Incremental exercise test design and analysis: implications for performance diagnostics in endurance athletes. *Sports Med*. 2007;37(7):575-86. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737070-00002>
13. Arriel RA, Souza HLR, Silva BVC, Marocolo M. Ischemic preconditioning delays the time of exhaustion in cycling performance during the early but not in the late phase. *Motriz: rev educ fis*. 2019;25(1):e101821. <https://dx.doi.org/10.1590/s1980-6574201800040050>
14. Ferreira TN, Sabino-Carvalho JLC, Lopes TR, Ribeiro IC, Succi JE, Silva AC, et al. Ischemic Preconditioning and Repeated Sprint Swimming: A Placebo and Nocebo Study. *Med Sci Sports Exerc*. 2016;48(10):1967-75. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000977>
15. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.n71>
16. Carvalho APV, Silva V GA. Avaliação do risco de viés de ensaios clínicos randomizados pela ferramenta da colaboração Cochrane. *Diagn Tratamento [Internet]*. 2013;18(1):38-44. Disponível em: <http://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-670595#>
17. De Groot PCE, Thijssen DHJ, Sanchez M, Ellenkamp R, Hopman MTE. Ischemic preconditioning improves maximal performance in humans. *Eur J Appl Physiol*. 2010;108(1):141-6. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1195-2>
18. Paradis-Deschênes P, Joannis DR, Billaut F. Ischemic Preconditioning Improves Time Trial Performance at Moderate Altitude. *Med Sci Sports Exerc*. 2018;50(3):533-41. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001473>
19. Kilding AE, Sequeira GM, Wood MR. Effects of ischemic preconditioning on economy, VO2 kinetics and cycling performance in endurance athletes. *Eur J Appl Physiol*. 2018;118(12):2541-9. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-018-3979-8>
20. Lehance C, Bury T. Evaluation de la puissance aérobie en laboratoire: Interprétation et implications pratiques pour le médecin du sport. *Rev Med Liege [Internet]*. 2008;63(7-8):500-3. Disponível em: <https://www.rmlg.ulg.ac.be/show.php>
21. Burnley M, Jones AM. Oxygen uptake kinetics as a determinant of sports performance. *Eur J Sport Sci*. 2007;7(2):63-79. <https://doi.org/10.1080/17461390701456148>

22. Cruz RSO, Aguiar RA, Turnes T, Pereira KL, Caputo F. Effects of ischemic preconditioning on maximal constant-load cycling performance. *J Appl Physiol*. 2015;119(9):961–7. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00498.2015>

23. Millet GP, Vleck VE, Bentley DJ. Physiological differences between cycling and running: lessons from triathletes. *Sports Med*. 2009;39(3):179-206. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939030-00002>

24. Bailey TG, Birk GK, Cable NT, Atkinson G, Green DJ, Jones H, et al. Remote ischemic preconditioning prevents reduction in brachial artery flow-mediated dilation after strenuous exercise. *Am J Physiol - Hear Circ Physiol*. 2012;303(5):H533–8. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00272.2012>

25. Joyner MJ, Proctor DN. Muscle blood flow during exercise: The limits of reductionism. *Med Sci Sports Exerc*. 1999;31(7):1036–40. <https://doi.org/10.1097/00005768-199907000-00017>