

HIAGO LEANDRO RODRIGUES DE SOUZA

**DOIS DIFERENTES PROTOCOLOS DE PRÉ-CONDICIONAMENTO ISQUÊMICO
PARA MEMBROS INFERIORES E SUAS RESPOSTAS NO DESEMPENHO DO
EXERCÍCIO RESISTIDO**

UBERABA

2018

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

HIAGO LEANDRO RODRIGUES DE SOUZA

**DOIS DIFERENTES PROTOCOLOS DE PRÉ-CONDICIONAMENTO ISQUÊMICO
PARA MEMBROS INFERIORES E SUAS RESPOSTAS NO DESEMPENHO DO
EXERCÍCIO RESISTIDO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, área de concentração “Educação Física, Esporte e Saúde” (Linha de pesquisa 4: Desempenho Humano e Esporte), da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Moacir Marocolo Junior

UBERABA

2018

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do
Triângulo Mineiro**

S715d Souza, Hiago Leandro Rodrigues de
Dois diferentes protocolos de pré-condicionamento isquêmico para membros inferiores e suas respostas no desempenho do exercício resistido / Hiago Leandro Rodrigues de Souza. -- 2018. 98 f. : il., fig., graf., tab.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) -- Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2018
Orientador: Prof. Dr. Moacir Marocolo Júnior

1. Isquemia. 2. Reperusão. 3. Treinamento de resistência. 4. Exercício. I. Marocolo Júnior, Moacir. II. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. III. Título.

CDU 616-005.4

HIAGO LEANDRO RODRIGUES DE SOUZA

**DOIS DIFERENTES PROTOCOLOS DE PRÉ-CONDICIONAMENTO ISQUÊMICO
PARA MEMBROS INFERIORES E SUAS RESPOSTAS NO DESEMPENHO DO
EXERCÍCIO RESISTIDO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, área de concentração “Educação Física, Esporte e Saúde” (Linha de pesquisa 4: Desempenho Humano e Esporte), da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Aprovado em 19 de fevereiro de 2018.

Banca Examinadora:

Dr. Moacir Marocolo Junior – Orientador
Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr. Octávio Barbosa Neto
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Dr. Rodrigo Hohl
Universidade Federal de Juiz de Fora

A todos meus familiares, em especial aos meus pais Neide e Clemente pelo imenso suporte, prontidão e zelo nesta caminhada. De todo meu amor, dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por iluminar e guiar meu caminho, por me proteger e permitir que chegasse até aqui.

Agradeço aos meus pais Neide e Clemente, irmãos Renan e Tatiana e todos os familiares pelos incentivos no decorrer desta minha caminhada, por me impulsionar sempre em busca de meus objetivos e por me encorajar a não desistir.

Agradeço ao meu orientador, professor Dr. Moacir Marocolo Junior, pela sua confiança em mim e auxílio em todas as etapas deste trabalho, pela paciência e relevantes orientações.

Agradeço ao amigo e colega de mestrado Rhai Arriel, pela grande ajuda fornecida na coleta dos dados e toda a execução deste trabalho. Também agradeço ao seu irmão Matheus, por abrir as portas da academia Performance em Perdões/MG para que eu pudesse realizar a coleta dos dados.

Agradeço aos amigos e colegas do Mestrado, por partilhar os momentos de conhecimento e descobertas nessa etapa que vivemos juntos, assim como pelos momentos de descontração.

Agradeço aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Educação Física (PPGEF) da UFTM, por todos os esclarecimentos e pelo convívio nestes anos.

Agradeço a Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo fornecimento da bolsa de estudos do Mestrado.

Em suma, gostaria de dizer um muito obrigado a todos aqueles que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente para conclusão deste trabalho.

“Para ser vitorioso é preciso ver o que não está visível e acima de tudo estar disposto a pagar o preço da vitória”

Sun Tzu

RESUMO

O pré-condicionamento isquêmico, do termo em inglês *ischemic preconditioning* (IPC), caracteriza-se pela realização de manobra restritiva do fluxo sanguíneo no membro por curtos períodos de tempo, seguidos de consecutiva reperfusão. De aplicação simples e prática, esta técnica tem despertado interesse no contexto esportivo, cogitado como uma possível estratégia ergogênica moderna aplicável no momento que antecede o início do exercício. Atualmente seus resultados ainda se mostram controversos, com uma não conformidade em diversas questões metodológicas e indícios de indução de efeito placebo aos avaliados. Testado sob condições predominantemente aeróbias e anaeróbias, pouco se tem estudado sobre seus possíveis efeitos no exercício resistido (ER), sendo ciclismo e corrida dominantes neste sentido. Visto isso, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de dois diferentes protocolos de IPC sobre o desempenho de exercícios resistidos em adultos jovens recreacionalmente treinados. A amostra foi composta por 30 homens jovens com experiência mínima de um ano com ER e envolvidos em treinos regulares ao menos três dias por semana. Para este estudo dois diferentes protocolos experimentais foram realizados com intuito de avaliar: 1) o efeito de uma aplicação de 5 dias consecutivos de IPC no ER e 2) o efeito de uma aplicação aguda simultânea de IPC e PLACEBO no ER. Para ambos os protocolos foram realizados teste e reteste de 1RM, teste isométrico e três séries máximas de extensão unilateral de pernas com uma carga predeterminada de 75% do 1RM, após três ciclos de oclusão e reperfusão do fluxo sanguíneo (IPC, PLACEBO ou Controle, quando apropriado). Também foram avaliados índice de fadiga, carga total de trabalho e escalas subjetivas. As sessões de IPC consistiram-se de 3 ciclos de 5 minutos de oclusão sanguínea a uma pressão de 50 mmHg acima da pressão arterial sistólica alternados com 5 minutos de reperfusão a uma pressão de 0 mmHg. As sessões de PLACEBO consistiram-se de 3 ciclos de 5 minutos de administração do manguito a 20 mmHg alternados com 5 minutos de reperfusão a uma pressão de 0 mmHg. Ambos as condições experimentais totalizaram 30 minutos de intervenção. Para a condição Controle, os voluntários permaneceram deitados em posição supina, sem nenhum contato com o manguito, também durante 30 minutos. Os resultados demonstraram que o número de repetições aumentou significativamente para as condições IPC (aproximadamente entre 5 e 8 repetições) e PLACEBO

(aproximadamente entre 7 e 8 repetições), quando comparados a sua condição basal. De maneira semelhante, a carga total de trabalho demonstrou diferenças significativas apenas para o grupo IPC ($p=0,0274$) e PLACEBO ($p=0,0052$) para o delta do primeiro dia de avaliações vs CON. Por fim, ambos força isométrica e índice de fadiga mostraram-se similares para as condições experimentais. Em conclusão, de acordo com os resultados do presente estudo, a aplicação de IPC não promove efeitos ergogênicos superiores a condição PLACEBO no ER em indivíduos recreacionalmente treinados.

Palavras-chave: Isquemia. Reperfusão. Treinamento de resistência. Exercício.

ABSTRACT

The ischemic preconditioning (IPC) is characterized by a restrictive maneuver of blood flow in the limb for short periods of time, followed by consecutive reperfusion. Of simple and practical application, this technique has aroused interest in the sporting context, considered as a possible modern ergogenic strategy applicable at the moment before the beginning of the exercise. Currently, its results are still controversial, with a lack of conformity on several methodological issues and evidence of induction of placebo effect on subjects. Tested under predominantly aerobic and anaerobic conditions, little has been known about its effects on resistance exercise (RE) being dominant cycling and running in this direction. In this sense, the present study had aim to evaluate the effect of two different IPC protocols on performance of resistance exercise in recreationally trained adults. The sample consisted of 30 men with at least one year of experience with RE and involved in regular training at least three days a week. For this study two different experimental protocols were carried out with the purpose of evaluating: 1) the effects of a 5-day IPC application, and 2) the effect of an acute simultaneous application of IPC and SHAM. For both protocols were performed, 1RM test and retest, isometric test and 3 maximal sets of unilateral leg extension after 3 cycles of blood occlusion and reperfusion (IPC, SHAM or Control, when appropriate). Were also evaluated, fatigue index, total load and subjective scales. The IPC session consisted of 3 cycles of 5 minutes of occlusion at 50 mmHg above systolic blood pressure alternated with 5 minutes of reperfusion at 0 mmHg of pressure. The SHAM session consisted of 3 cycles of 5 minutes cuff administration at 20 mmHg of pressure alternated with 5 minutes of reperfusion at 0 mmHg. Both experimental conditions totaled 30 minutes of intervention. For Control, no cuff was used, with the volunteers remaining in the supine position passively for 30 minutes. The results showed that the number of repetitions increased significantly for the IPC (approximately between 5 and 8 repetitions) and SHAM (approximately between 7 and 8 repetitions) conditions, when compared to their baseline condition. Similarly, the total load increased significantly only for the IPC ($p=0.0274$) and SHAM ($p=0.0052$) conditions for the delta of the first day of evaluations. Lastly, both isometric force and fatigue index were similar for the experimental conditions. In conclusion, according to the results of the present study,

the application of IPC does not promote ergogenic effects that surpass the SHAM on RE in moderately trained individuals.

Key-words: Ischemia. Reperfusion. Resistance training. Exercise.

LISTA DE FIGURAS

Figura

1. Diagrama esquemático envolvendo os efeitos do IPC.	26
2. Desenho experimental do protocolo 1.....	40
3. Desenho experimental do protocolo 2.	46
4. A) Número total de repetições para as condições IPC, PLACEBO e CON nos diferentes momentos avaliados pelo estudo. B) Mudança no número de repetições após cinco dias consecutivos de intervenção de IPC, PLACEBO ou CON.	49
5. Mudança na carga total de trabalho (número de repetições x carga) entre os momentos do estudo.	51
6. Número total de repetições após as condições Basal, IPC e PLACEBO.	52
7. Valores da contração voluntária isométrica máxima após as condições Basal, IPC e PLACEBO	53

LISTA DE TABELAS

Tabela

1. Caracterização da amostra do protocolo 1.....	39
2. Caracterização da amostra do protocolo 2.....	45
3. Percepção subjetiva de esforço após os testes de desempenho do protocolo 1. .	48
4. Percepção de dor após aplicações das manobras de IPC e PLACEBO, ao longo da semana.....	50
5. Expectativa de desempenho antes dos testes experimentais.....	50
6. Percepção de dor após aplicação simultânea das manobras IPC e PLACEBO....	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1RM	1 repetição máxima
ANOVA	análise de variância
ATP	trifosfato de adenosina
CCI	coeficiente de correlação intraclassse
CK	creatina quinase
cm	centímetro
CON	grupo controle
CVIM	contração voluntária isométrica máxima
EMG	eletromiografia de superfície
ER	exercício resistido
EVA	escala visual analógica
h	hora
IC	intervalo de confiança
IF	índice de fadiga
IPC	pré-condicionamento isquêmico
kgf	quilograma-força
km	quilômetro
m	metro
min	minuto
mmHg	milímetro de mercúrio
NSCA	associação nacional de força e condicionamento
PAS	pressão arterial sistólica
PKC	proteína quinase C
PRS	nível de recuperação percebido
PSE	percepção subjetiva de esforço
RIPC	pré-condicionamento isquêmico remoto
rpm	rotação por minuto
TCLE	termo de consentimento livre e esclarecido
VO _{2max}	consumo máximo de oxigênio
W	watts

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	17
1.1.	OBJETIVOS	21
1.1.1.	Objetivo Geral	21
1.1.2.	Objetivos Específicos	21
2.	REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1.	DEFINIÇÃO, ASPECTOS GERAIS E IPC NO CENÁRIO CLÍNICO	22
2.2.	POSSÍVEIS EVIDÊNCIAS E AGENTES DE UM MECANISMO DO IPC	25
2.3.	EXERCÍCIO FÍSICO, IPC E DESEMPENHO	29
2.4.	EXERCÍCIO FÍSICO, IPC E EFEITO PLACEBO	33
2.5.	EXERCÍCIO RESISTIDO E IPC	36
3.	MÉTODOS	38
3.1.	CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	38
3.2.	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	38
3.3.	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	38
3.4.	PROCEDIMENTOS	38
3.5.	PROTOCOLO 1 – EFEITO DE UMA APLICAÇÃO DE 5 DIAS CONSECUTIVOS DE IPC NO ER	39
3.5.1.	Amostra	39
3.5.2.	Desenho experimental	40
3.5.3.	Medidas antropométricas	41
3.5.4.	Teste e reteste de 1 repetição máxima unilateral	41
3.5.5.	Intervenção de pré-condicionamento isquêmico	42
3.5.6.	Contração voluntária isométrica máxima e séries até a falha	42
3.5.7.	Expectativa de desempenho	43
3.5.8.	Estado percebido de recuperação, escala de dor e percepção subjetiva de esforço	43
3.5.9.	Índice de fadiga	44
3.6.	PROTOCOLO 2 – EFEITO AGUDO DA APLICAÇÃO SIMULTÂNEA DE IPC E PLACEBO NO ER	44
3.6.1.	Amostra	44
3.6.2.	Desenho experimental	45

3.6.3. Intervenção de pré-condicionamento isquêmico	46
3.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA	46
4. RESULTADOS	48
4.1. PROTOCOLO 1	48
4.2. PROTOCOLO 2	52
5. DISCUSSÃO	54
6. CONCLUSÃO	59
REFERÊNCIAS	60
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO	67
APÊNDICE B – ARTIGO	72
ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA	96
ANEXO B – PERCEIVED RECOVERY SCALE	97
ANEXO C – PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO	98
ANEXO D – ESCALA DE DOR	99

1. INTRODUÇÃO

No ambiente esportivo maneiras inovadoras podem melhorar o desempenho do exercício e algumas estratégias focadas no momento que antecede o início do exercício tem recebido atenção (KILDUFF et al., 2013). Neste sentido, a realização de manobra restritiva do fluxo sanguíneo por curtos períodos de tempo seguidos de consecutiva reperfusão é comumente chamada de *ischemic preconditioning* (IPC), termo que pode ser traduzido como pré-condicionamento isquêmico (PATTERSON et al., 2015).

Concebido a princípio com intuito de proteger células cardíacas contra lesões provenientes de isquemia prolongada, o IPC no miocárdio demonstrou ser efetivo em sua primeira aplicação num modelo animal ao preservar cerca de 75% do tecido após o infarto (MURRY; JENNINGS; REIMER, 1986). Desde então, sua aplicação rompeu fronteiras, com resultados favoráveis de suas aplicações também no músculo esquelético (ADDISON et al., 2003), no endotélio (KHARBANDA et al., 2001) e diversos outros órgãos (STOKFISZ et al., 2017).

Classicamente o IPC foi realizado de maneira invasiva, através de curtos insultos isquêmicos direto ao órgão alvo, seguidos imediatamente por reperfusão, assistindo o tecido contra episódios longos de isquemia (TAPURIA et al., 2008). Também efetivo e de aplicação mais simplificada, o *remote ischemic preconditioning* (RIPC), em tradução pré-condicionamento isquêmico remoto, resultou em proteção do endotélio e conferiu um cenário metodológico mais prático de utilização desta estratégia (KHARBANDA et al., 2002). Pode-se dizer que, a possibilidade de se utilizar um manguito de pressão arterial convencional no membro superior ou inferior para limitar o fluxo sanguíneo (i. e. RIPC) ampliou os horizontes para que novas pesquisas fossem realizadas.

Postula-se uma inter-relação de três principais eventos para o fenômeno do IPC: o primeiro, representa os eventos iniciais no tecido remoto em resposta ao estímulo aplicado; o segundo, faz relação com o sinal do IPC transmitido do local remoto para o local de interesse (e. g. através do sangue ou mecanismos neurais); e por fim, os eventos que ocorrem no tecido alvo para efetivamente ocorrer o fenômeno (LIM; HAUSENLOY, 2012). Assim, considera-se uma provável ação humoral e neural atuando em conjunto no processo do IPC (SHARMA et al., 2015).

É necessário destacar ainda que o fenômeno do IPC viabilizou melhoria da eficiência metabólica através de uma menor degradação do trifosfato de adenosina (ATP) (ADDISON et al., 2003; PANG et al., 1995) e menor acumulação de lactato (ADDISON et al., 2003; MURRY et al., 1990; PANG et al., 1995) durante o período de isquemia. Frente a tais evidências, é natural que pesquisadores fossem atraídos sob ótica de que a aplicação do IPC poderia ser uma possível nova estratégia para potencializar o desempenho do exercício (MAROCOLO et al., 2016a).

Neste sentido, diversos trabalhos foram produzidos recentemente com objetivo de verificar os potenciais efeitos ergogênicos do IPC no exercício. Embora maior visibilidade e amplamente testado nos últimos anos, o IPC como uma possível ferramenta para melhorar o desempenho foi anteriormente pressuposto por Libonati et al. (2001). Esses autores objetivaram avaliar os efeitos do IPC no pico da contração voluntária isométrica máxima (CVIM). Após um período de familiarização com o protocolo experimental, os voluntários foram avaliados sob as condições controle e IPC. O fluxo sanguíneo foi ocluído com auxílio de um manguito de pressão a 200 mmHg por dois minutos e o teste de CVIM foi realizado 10 segundos após o término da oclusão. Os autores analisaram também o fluxo sanguíneo arterial após a restrição sanguínea. Os resultados demonstraram um aumento de aproximadamente 20% para o IPC no teste de CVIM. Em adição, o fluxo sanguíneo avaliado se mostrou aumentado em cerca de 5 a 6 vezes posteriormente a oclusão, para o grupo pré-condicionado. Em conclusão, os autores sugeriram que o IPC poderia ser uma estratégia ergogênica a ser utilizada em atividades que dependem de força e potência.

Após estes resultados preliminares (LIBONATI et al., 2001), no início desta década outra evidência permitiu uma maior visibilidade para o IPC. De Groot et al. (2010) exploraram o IPC como ferramenta para melhorar o desempenho físico. Os pesquisadores observaram um aumento significativo no consumo máximo de oxigênio de ciclistas treinados quando houve aplicação de IPC antes de um teste máximo incremental em ciclo ergômetro. Desde então, resultados semelhantes de melhora no desempenho foram observados por outros estudos (BAILEY et al., 2012; CRISAFULLI et al., 2011; JEAN-ST-MICHEL et al., 2011), mas não por todos (GIBSON et al., 2013; PAIXAO; DA MOTA; MAROCOLO, 2014; TOCCO et al., 2015).

No exercício, o efeito ergogênico do IPC ainda se apresenta controverso, revelando uma não conformidade de diversas questões acerca da aplicação do IPC (MAROCOLO et al., 2016a). Não há um consenso sobre o número de ciclos de isquemia e reperfusão ideais para sua aplicação, sobre o tempo necessário para se manter a oclusão, ou ainda um panorama sobre sua dose-resposta de aplicação, como também a possibilidade de uma utilização crônica desta técnica (INCOGNITO; BURR; MILLAR, 2016; MAROCOLO et al., 2016a). Motivados pelos resultados positivos da aplicação aguda do IPC, as evidências de sua utilização crônica (BANKS et al., 2016; LINDSAY et al., 2017) ainda se apresentam incipientes na literatura.

Em adição, há necessidade de maior controle metodológico nos desenhos experimentais, o que carece não só de uma condição controle, mas também de condição placebo para que se fortaleça os resultados dos estudos (DA MOTA; MAROCOLO, 2016). Deve-se destacar também que no contexto esportivo algumas estratégias e/ou procedimentos podem fornecer apenas um efeito motivacional no indivíduo, sendo este o real responsável pelo aumento no desempenho (BEEDIE; FOAD, 2009). De fato, o poder de uma estratégia e/ou procedimento placebo foi reconhecido por atletas amadores como também por profissionais (BEEDIE, 2007).

Testado sob condições predominantemente aeróbias e também anaeróbias (INCOGNITO; BURR; MILLAR, 2016), especula-se que o IPC possa influenciar de maneira mais perceptível exercícios aeróbios (SALVADOR et al., 2016). Em contraste, o IPC mostrou-se capaz de atenuar o dano muscular induzido por exercício excêntrico, com produção de creatina quinase (CK) significativamente inferior durante 24, 48 e 72 h quando comparado a condição não pré-condicionada (FRANZ et al., 2017). Corroborando estes resultados, outros estudos também apresentaram dados de aumento na produção de força em teste de extensão de pernas com adição do IPC (PARADIS-DESCHENES; JOANISSE; BILLAUT, 2016a; b). Todavia, pouco se tem estudado sobre os possíveis efeitos do IPC no exercício resistido (ER), sendo ciclismo, corrida e natação dominantes neste sentido.

O ER destaca-se como uma importante ferramenta para otimizar a capacidade atlética do praticante em qualquer programa de treinamento (KRAEMER; DUNCAN; VOLEK, 1998). Além disso, o ER pode promover aumento de massa muscular, melhorar a geração de força e reduzir o risco de lesões

(YOUNG, 2006). Assim, verificar os resultados do ER através da aplicação de uma estratégia simples e prática, com o IPC, seria conveniente.

Atento a esta e outras questões, nosso grupo de pesquisa intitulado “Grupo de Pesquisa em Fisiologia e Desempenho Humano” tem se dedicado a estudar o IPC no exercício e suas questões ainda heterogêneas na literatura. Intrigantemente, os resultados de nosso grupo adicionam novas perspectivas ao corpo de estudos sobre o IPC e o exercício, caminhando em sentido oposto aos dos resultados positivos encontrados (BAILEY et al., 2012; BARBOSA et al., 2015; CRISAFULLI et al., 2011; CRUZ et al., 2016; DE GROOT et al., 2010; JEAN-ST-MICHEL et al., 2011). Por exemplo, foi demonstrado no estudo de Paixão, Da Mota e Marocolo (2014) que o IPC não proporcionou efeitos positivos no desempenho anaeróbio avaliados através de testes de *Wingate*. Em outro cenário, nosso grupo avaliou a adição de IPC previamente ao teste de desempenho máximo de 100-m na natação, concluindo que o IPC não foi superior a condição placebo (MAROCOLO et al., 2015). Não o bastante, outro estudo de nosso grupo chamou a atenção para um possível efeito motivacional para os resultados agudos do IPC (MAROCOLO et al., 2016c).

Assim, o que emerge é um cenário ainda obscuro para o IPC e que merece ser melhor esclarecido no contexto esportivo. Portanto, este estudo é idealizado, contemplando preencher lacunas ainda existentes na literatura no que diz respeito ao IPC no exercício, que ainda se mostra inconsistente de resultados e conclusões.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Avaliar o efeito de dois diferentes protocolos de IPC sobre o desempenho de exercícios resistidos em adultos jovens recreacionalmente treinados.

1.1.2. Objetivos Específicos

- a) Verificar o efeito da aplicação simultânea ou de cinco dias consecutivos de IPC, PLACEBO ou Controle no desempenho de membros inferiores no exercício resistido;
- b) Analisar o efeito do IPC sobre o número de repetições;
- c) Analisar o efeito do IPC sobre a força isométrica;
- d) Analisar o efeito do IPC sobre a carga total de trabalho;
- e) Analisar o efeito do IPC sobre o índice de fadiga;
- f) Analisar o efeito do IPC sobre a percepção subjetiva de esforço;
- g) Analisar o efeito do IPC sobre a percepção de dor.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Pode-se dizer que nos últimos dez anos uma grande atenção foi conferida para o IPC no exercício. Embora não concebido inicialmente para ser aplicado no universo esportivo, qualquer abordagem que possa ser considerada para melhorar o desempenho não passa despercebida por pesquisadores e treinadores. Sua transcrição do cenário clínico para o exercício ainda é controversa, o que denota o crescente acervo na literatura. Neste contexto, para uma melhor compreensão do IPC, esta revisão também apresenta aspectos gerais de sua aplicação clínica.

2.1. DEFINIÇÃO, ASPECTOS GERAIS E IPC NO CENÁRIO CLÍNICO

A intervenção denominada de pré-condicionamento isquêmico (do termo em inglês *ischemic preconditioning; IPC*), atribuída ao cenário esportivo pode ser definida por fases de restrição e liberação do fluxo sanguíneo (PATTERSON et al., 2015) no membro superior e/ou inferior antes da realização do exercício. No IPC, são realizadas curtas isquemias com subsequente reperfusão da área em questão (MURRY; JENNINGS; REIMER, 1986). Frequentemente o ciclo de restrição e liberação do fluxo sanguíneo no IPC é repetido de 3-4 vezes (INCOGNITO; BURR; MILLAR, 2016; MAROCOLO et al., 2016a), contudo apenas dois ciclos (BEAVEN et al., 2012) ou um (LIBONATI et al., 2001) também demonstraram ser efetivos no exercício.

Brevemente, a intervenção do IPC no momento pré-exercício pode ser descrita da seguinte maneira:

- a. Definição do membro a se realizar a manobra de IPC, podendo ser realizado tanto no membro inferior quanto superior, bem como em ambos;
- b. Posicionamento do voluntário de uma maneira que garanta a efetividade da manobra por todo o período de restrição e reperfusão do fluxo sanguíneo;
- c. Instalação do dispositivo de restrição (i. e. manguito) no membro do sujeito;
- d. Inflação do manguito até a pressão pré-determinada (e.g. 200 ou 220 mmHg, 50 mmHg acima da pressão arterial sistólica [PAS], etc.);
- e. Manutenção da restrição do fluxo sanguíneo durante o período de tempo estabelecido;

- f. Desinflação do manguito por completo (i. e. 0 mmHg)
- g. Repetição do ciclo restrição/reperfusão até atingir o número de ciclos de acordo com protocolo escolhido;
- h. Intervalo de tempo entre o término do procedimento de IPC e início do exercício.

O IPC foi demonstrado na literatura no ano de 1986, administrado clinicamente sob a hipótese de ser estratégia alternativa capaz de mitigar os efeitos deletérios teciduais causados por evento isquêmico cardíaco prolongado (MURRY; JENNINGS; REIMER, 1986). Este referido evento isquêmico também pode ser designado como lesão de isquemia/reperfusão (e.g. infarto do miocárdio, acidente vascular cerebral e doença vascular periférica), responsável por entregar danos irreversíveis ao tecido deficiente de fluxo sanguíneo por longos períodos (KALOGERIS et al., 2012). A aplicação do IPC foi idealizada então como alternativa preventiva a esta condição. Em sua gênese, os pesquisadores realizaram 4 breves ciclos de 5 minutos de isquemia da artéria circunflexa acompanhados de imediata reperfusão de também 5 minutos em modelo animal. Esta intervenção reduziu para apenas um quarto a área lesionada do miocárdio após um período de restrição total do aporte sanguíneo por 40 minutos (i. e. infarto), comparado a animais não pré-condicionados (MURRY; JENNINGS; REIMER, 1986). Prosseguindo com as investigações, após estes resultados preliminares de proteção do miocárdio, este mesmo grupo de pesquisadores ainda demonstrou que o IPC foi responsável por promover ao miocárdio uma demanda energética reduzida durante a isquemia, o que se especulou ser o responsável pelo seu efeito protetor (MURRY et al., 1990).

As evidências de proteção com a utilização do IPC não se limitam a área do miocárdio. Um importante estudo verificou os efeitos do IPC também no músculo esquelético em modelo animal. Pang et al. (1995), verificaram que 3 ciclos de 10 minutos de isquemia e 10 de reperfusão aumentaram a tolerância do tecido muscular esquelético durante isquemia prolongada. Neste estudo, destacou-se a extensão de prevenção tecidual (~50%) bem como a manutenção dos estoques energéticos e uma menor acumulação de lactato durante a isquemia. Atualmente o IPC já foi aplicado em diversos órgãos e tecidos (SHARMA et al., 2015; STOKFISZ et al., 2017).

A apresentação de uma metodologia mais prática para aplicação do IPC foi um fator chave para que novos estudos fossem realizados. Nos estudos pioneiros do

IPC as fases de isquemia foram realizadas de forma invasiva, com acesso direto ao tecido a ser pré-condicionado (MURRY; JENNINGS; REIMER, 1986; MURRY et al., 1990; PANG et al., 1995; PRZYKLENK et al., 1993). Esta abordagem com estresse direto ao órgão e as principais estruturas vasculares restringia sua aplicação (TAPURIA et al., 2008). Outra perspectiva foi introduzida, demonstrando a possibilidade de se observar efeitos protetores também de maneira não invasiva, com manobras restritivas do fluxo sanguíneo aplicadas no próprio membro do sujeito a ser testado (KHARBANDA et al., 2001). Em duas situações experimentais, testou-se a hipótese de que a aplicação remota de IPC (i. e. RIPC) seria também capaz de proporcionar efeitos semelhantes ao já apresentados anteriormente de forma invasiva (KHARBANDA et al., 2002). As manobras de isquemia foram realizadas com 3 ciclos de 5 minutos, alternados por ciclos de reperfusão de também 5 minutos. Em modelo animal foi observado que a extensão da lesão após o infarto do miocárdio foi significativamente menor para o grupo RIPC. No mesmo estudo, verificou-se que o RIPC preveniu a disfunção endotelial do antebraço em humanos, ao contrário do grupo controle (KHARBANDA et al., 2002). Mais adiante, esta abordagem mais robusta foi também testada em condições de isquemia prolongada do músculo esquelético e configurou proteção do tecido com redução da área lesionada (ADDISON et al., 2003).

Recentemente, abordagens mais abrangentes sobre a aplicação do RIPC também foram apresentadas na literatura. Estudos experimentais com intervenção em um número considerável de indivíduos ampliam as perspectivas sobre esta técnica. A aplicação de RIPC previamente aos procedimentos cirúrgicos cardíacos conferiram proteção do miocárdio em análises de centenas de indivíduos (BOTKER et al., 2010; THIELMANN et al., 2013). Botker et al. (2010), complementaram ainda que esta técnica intermitente de restrição não letal do fluxo sanguíneo é capaz de conferir benefícios adicionais aos procedimentos atuais já utilizados. Além disso, o RIPC é de aplicação simples e representa uma estratégia promissora de proteção ao miocárdio (THIELMANN et al., 2013), com aplicação segura e não invasiva (BOTKER et al., 2010), melhorando assim o prognóstico do indivíduo (SEEGER et al., 2016).

2.2. POSSÍVEIS EVIDÊNCIAS E AGENTES DE UM MECANISMO DO IPC

Embora diversos resultados a favor do IPC, seus mecanismos subjacentes ainda não são elucidados por completo. Contudo, muito já se sabe sobre este fenômeno desde que Murry, Jennings e Reimer (1986) apresentaram seu trabalho pioneiro a 30 anos atrás. Os possíveis agentes responsáveis pelo efeito do IPC estão atualmente sob acentuada investigação, e até o momento, considerações a respeito de uma possível atuação concomitante entre vias de sinalização humoral e neural são demonstradas (SHARMA et al., 2015) (figura 1). Com seu desenho experimental, Lim, Yellon e Hausenloy (2010) apresentaram que o efeito do IPC foi parcialmente abolido pela oclusão da veia femoral ou ressecção do nervo ciático, ambos individualmente, mas que o efeito do IPC foi abolido por completo quando estas duas abordagens foram realizadas simultaneamente. No que diz respeito a hipótese neural, pressupõe-se que durante a isquemia intermitente, substâncias como adenosina e bradicinina liberadas a partir desta fase isquêmica atuem localmente ativando caminhos neurais aferentes (SHARMA et al., 2015; STOKFISZ et al., 2017). Para a hipótese humoral, embora controverso, estas mesmas substâncias (i. e. adenosina, bradicinina e outros) produzidas a partir do estímulo do IPC se lançam na corrente sanguínea durante o período de reperfusão (SHARMA et al., 2015; STOKFISZ et al., 2017). Neste sentido, acredita-se que o fenômeno do IPC atue ambos localmente e sistemicamente no organismo (KHARBANDA et al., 2002; SHARMA et al., 2015).

O IPC se mostra de maneira complexa, com um somatório de processos celulares que desempenham sinergicamente inúmeras funções para se chegar ao seu efeito. Evidencia-se a presença de três níveis principais de sinalização com a intervenção do IPC: agentes primários que iniciam os acontecimentos celulares (i. e. gatilhos), agentes com função intermediária (i. e. mediadores intracelulares) e os efetores finais (EISEN et al., 2004). Em uma cascata de eventos, agentes como adenosina, bradicinina, proteína quinase C (PKC), óxido nítrico e canais de potássio ATP-dependentes são alguns dos responsáveis já observados (DOWNEY; DAVIS; COHEN, 2007; TAPURIA et al., 2008), e que compõem pelo menos um dos três níveis de sinalização citados anteriormente (STOKFISZ et al., 2017).

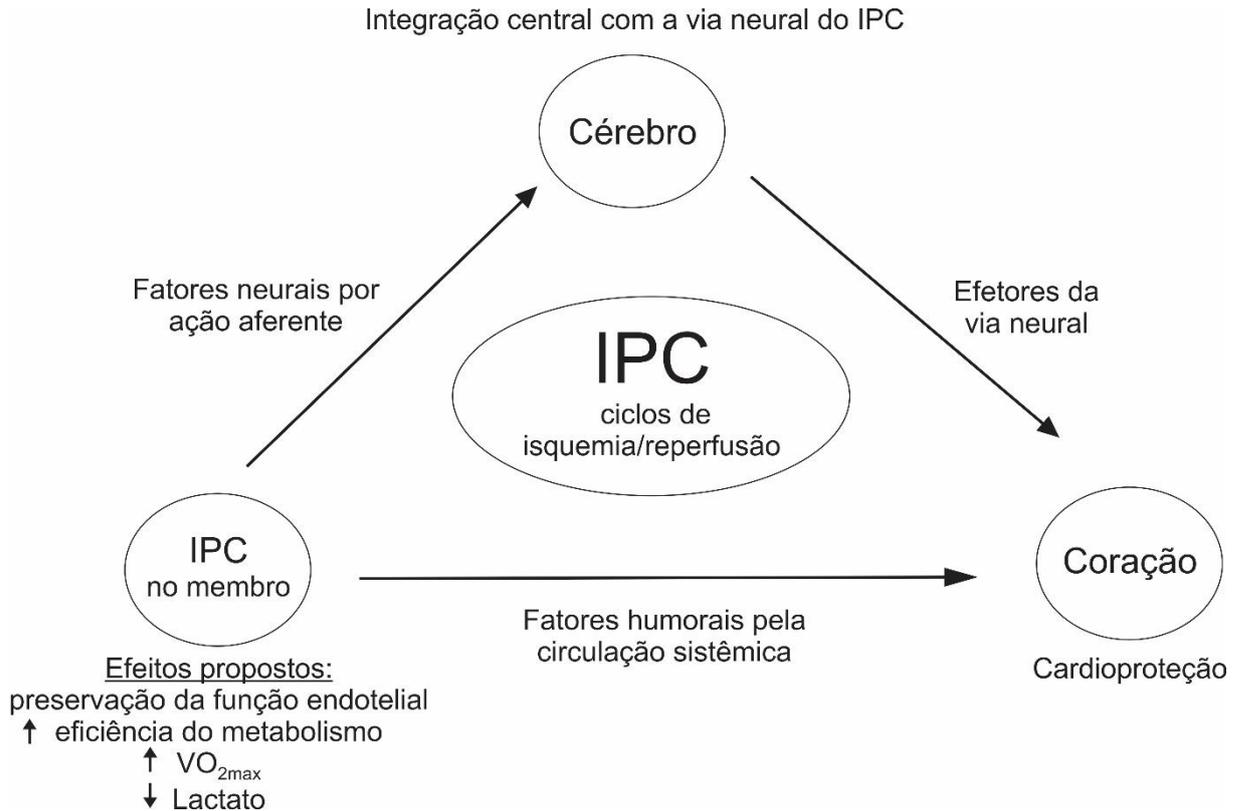


Figura 1. Diagrama esquemático envolvendo os efeitos do IPC. [Fonte: Adaptado de SHARMA et al. (2015)]

O papel da adenosina foi um dos primeiros a ser identificado como elemento do IPC (EISEN et al., 2004). Estudos como o de Pang et al. (1997) ampliaram o conhecimento sobre sua atuação. Estes pesquisadores objetivaram investigar o papel da adenosina no pré-condicionamento isquêmico no músculo esquelético. Foi observado que a infusão de adenosina antes de um evento isquêmico prolongado promoveu um efeito protetor no músculo esquelético em modelo animal. Contudo, a administração desta mesma dose no início da reperfusão não teve o mesmo efeito protetor. Em adição, os efeitos de atenuação do tamanho da área lesionada após o infarto foram completamente suprimidos com um pré tratamento de um antagonista dos receptores A_1 de adenosina.

A bradicinina também demonstra sua atuação nos efeitos do IPC. Schoemaker e Van Heijningen (2000) conduziram um estudo semelhante ao realizado por Pang et al. (1997). Os pesquisadores verificaram a atuação da bradicinina e se a inibição de seus receptores poderia anular a proteção tecidual do miocárdio. Os resultados apontaram para um aumento dos níveis endógenos de bradicinina, direcionando um efeito protetor com redução do tamanho do infarto.

Além disso, o bloqueio de seus receptores foi associado com aumento da área lesionada no infarto induzido, tanto para a intervenção remota como para a intervenção clássica de IPC (SCHOEMAKER; VAN HEIJNINGEN, 2000).

Como demonstrado, o fenômeno do IPC pode afetar agentes fisiológicos diversos, assim, não seria incoerente de se crer que seus efeitos pudessem ultrapassar o ambiente do coração (SHARMA et al., 2015). Neste sentido, pesquisadores de outras áreas foram seduzidos a estudar esta intervenção sob outras perspectivas, uma vez que a premissa de que esta intervenção intermitente poderia proporcionar uma resistência aos efeitos da isquemia (MAROCOLO et al., 2016a), conduzindo a estudos também no ambiente esportivo. De fato, alguns trabalhos apresentam que o IPC foi capaz de aumentar o consumo máximo de oxigênio durante exercício progressivo (CRUZ et al., 2015; DE GROOT et al., 2010). De Groot et al. (2010) realizaram um protocolo progressivo com ciclistas treinados e uma intervenção de IPC previamente aos testes experimentais. O teste incremental iniciou-se com uma potência de 50 watts (W) por 4 minutos, seguidos por 4 minutos a 100 W e a 150 W. Após isso, a potência foi aumentada em 20 W a cada minuto até a exaustão voluntária, mantendo uma cadência de 60-80 rpm. Como resultado da aplicação do IPC, os pesquisadores reportaram que a intervenção permitiu um aumento de 3% no consumo máximo de oxigênio e de 1,6% na potência para o grupo IPC no teste máximo em ciclo ergômetro.

Em adição aos resultados de aumento do VO_{2max} com IPC (CRUZ et al., 2015; DE GROOT et al., 2010), outras evidências também apontaram indícios de uma possível estimulação da atividade mioelétrica mediada pelo IPC (CRUZ et al., 2015; PHILLIPS et al., 1997). Em seu estudo exploratório, Phillips et al. (1997) observaram através de modelo animal que os músculos pré-condicionados sofreram uma menor redução de sua atividade elétrica e se recuperaram para um maior grau que os músculos do grupo controle após a isquemia prolongada de 60 minutos. Além disso, o IPC também proporcionou uma manutenção da geração de força.

Rompendo o cenário clínico, para verificar a influência do IPC na eletromiografia de superfície (EMG) em humanos, um teste incremental foi realizado com ciclistas recreacionais recentemente (CRUZ et al., 2015). Semelhantes aos resultados em modelo animal (PHILLIPS et al., 1997), os dados demonstraram uma superior EMG durante o teste experimental para os indivíduos que receberam a intervenção do IPC (CRUZ et al., 2015). Ainda neste estudo, foram reportados um

tempo até exaustão superior e aumento do VO_{2max} para o grupo que realizou as manobras restritivas.

Em contrapartida, essas especulações sobre a EMG no IPC são prematuras e devem ser interpretadas com cautela. Por exemplo, os resultados de Tanaka et al. (2016) demonstraram que um protocolo submáximo isométrico em dinamômetro não demonstrou diferenças significativas para a EMG dos músculos do quadríceps (i. e. vasto lateral, vasto medial e reto femoral), em ambas as condições IPC e controle no decorrer do teste experimental e também ao final do teste.

De fato, deve-se deixar claro que, embora haja uma crescente produção de acervo para o IPC no exercício, o conhecimento sobre seu mecanismo é reduzido neste cenário de aplicação, sendo amplamente especulativo para o exercício (HORIUCHI, 2017; MULLIRI et al., 2016). Somados a isso, não há ainda uma unanimidade com relação aos efeitos ergogênicos do IPC no exercício (INCOGNITO; BURR; MILLAR, 2016; MAROCOLO et al., 2016a), sendo que alguns estudos não foram capazes de demonstrar melhora do desempenho em seus testes experimentais após o membro ser pré-condicionado (CLEVIDENCE; MOWERY; KUSHNICK, 2012; GIBSON et al., 2013; PAIXAO; DA MOTA; MAROCOLO, 2014).

Neste sentido, esta heterogeneidade dos resultados com a aplicação do IPC no exercício também será discutida em uma sessão específica.

2.3. EXERCÍCIO FÍSICO, IPC E DESEMPENHO

As evidências favoráveis ao IPC e sua ação no contexto clínico permitiram sua transposição para o exercício. Nos últimos anos a publicação de diversos trabalhos científicos analisando o IPC no exercício destacam os potenciais de aplicação dessa intervenção no desempenho. Neste sentido, recentemente pesquisadores consideraram inclusive sua utilização como uma estratégia a ser realizada nos momentos que antecedem uma competição esportiva (KILDUFF et al., 2013).

Considerando a aplicação do IPC e seus efeitos no desempenho físico humano, Incognito, Burr e Millar (2016) realizaram uma notável revisão em que analisaram as evidências da utilização desta estratégia no exercício. Os pesquisadores optaram por realizar uma abordagem de pesquisa onde estratificaram os trabalhos analisados de acordo com o sistema de predominância energética a qual o exercício do teste experimental do estudo se enquadrava. Os resultados revelaram que o IPC mediou alterações positivas no desempenho de exercícios elencados nas principais predominâncias energéticas (e.g. anaeróbia alática, anaeróbia láctica e aeróbia). Por fim, concluíram que o IPC poderia conferir efeitos ergogênicos e vantagens competitivas, permitindo um melhor desempenho. Em outro estudo, Crisafulli et al. (2011) foram mais ousados e descreveram que o IPC poderia ser um tipo de “*doping* natural”, baseando-se em seus achados, que destacaram uma melhora de ~4% na potência máxima (W), no tempo até exaustão e no trabalho total num teste progressivo máximo em ciclo ergômetro.

Os trabalhos que investigaram o IPC no desempenho do exercício são abrangentes com relação aos exercícios testados. Diversos estudos demonstraram aperfeiçoamento do desempenho dos testes avaliados após a inclusão do IPC (BAILEY et al., 2012; JEAN-ST-MICHEL et al., 2011; PATTERSON et al., 2015), englobando natação, corrida, ciclismo e outros.

Os pesquisadores Jean-St-Michel et al. (2011) foram os primeiros a verificar a influência do IPC no meio aquático, estudando nadadores. Seu relevante trabalho constitui um dos poucos estudos que analisaram uma amostra de atletas competitivos. Em um desenho experimental cruzado, os voluntários realizaram teste máximo de 100-m de natação em uma piscina longa (i. e. 50-m de comprimento). O protocolo de IPC foi caracterizado por 4 ciclos de 5 minutos de oclusão intercalados

com 5 minutos de reperusão, com manguito posicionado nos membros superiores e inflado a 15 mmHg acima da PAS. Os principais resultados observados foram uma redução de 0,70 segundos no tempo dos 100-m, que representou um aperfeiçoamento de 1,11% no tempo de natação. Os pesquisadores evidenciaram ainda que estes resultados são “competitivamente significantes”, uma vez que em média, esta proporção de melhora no desempenho representa para os atletas 2 anos de treinamento.

Com o objetivo de examinar as respostas do IPC no desempenho da corrida e também a cinética do lactato durante exercício incremental, Bailey et al. (2012) avaliaram treze homens moderadamente treinados. O protocolo de isquemia foi caracterizado por 4 ciclos de 5 minutos de oclusão intercalados com 5 minutos de reperusão, com manguito posicionado nos membros inferiores e inflado a 220 mmHg. Os autores realizaram um teste incremental descontínuo para verificar a cinética do lactato, estabeleceram um intervalo de descanso de 45 minutos e por fim realizaram um contrarrelógio de 5 km em esteira. As evidências encontradas para esta abordagem foram que a aplicação do IPC, quando comparadas a condição controle, reduziu significativamente o tempo total do grupo no teste contrarrelógio de 5 km, bem como reduziu as concentrações de lactato em nível submáximo. Os pesquisadores concluíram que seus dados atestavam a aplicação do IPC como uma estratégia fácil, não-invasiva e barata para melhorar o desempenho.

Recentemente, também considerando um possível efeito benéfico do IPC no exercício, Patterson et al. (2015) objetivaram investigar os efeitos desta manobra em *sprints* repetidos no ciclismo. Os ciclos de IPC foram idênticos ao estudo anterior (BAILEY et al., 2012). O protocolo de exercício consistiu de 12 *sprints* máximos de 6s em um ciclo ergômetro. Os autores apresentaram como resultado principal que, comparados ao grupo placebo, os dados do IPC mostraram um aumento de 2-4% para média e pico da potência. Ao fim, concluíram que estas evidências indicavam o IPC como uma estratégia em potencial para melhorar o desempenho em *sprints*.

Outras considerações devem ser feitas, além dos efeitos no desempenho, quando tratamos do IPC. Os trabalhos ainda se mostram heterogêneos quanto a diversas questões relacionadas ao protocolo de restrição e reperusão sanguínea. Por exemplo, podemos citar a não conformidade do número de ciclos de isquemia utilizados, o tempo total destinado a manutenção da isquemia e subsequente reperusão, a pressão utilizada, o local de restrição sanguínea ou ainda o tempo

entre o término de aplicação do IPC e o início do exercício (INCOGNITO; BURR; MILLAR, 2016; MAROCOLO et al., 2016a). Atentos a estas questões, Cocking et al. (2017) recentemente realizaram um trabalho comparando o efeito de protocolos distintos no desempenho do ciclismo. Os autores verificaram no estudo o número de ciclos, a quantidade de massa muscular ocluída (i. e. unilateral ou bilateral) e também os efeitos da aplicação do IPC no membro atuante no exercício ou em um membro não atuante. Os resultados revelaram que o protocolo tradicional de IPC (i. e. 4 ciclos de 5 minutos) permitiu uma melhora no teste contrarrelógio, sendo superior ao placebo e também a uma alta dose de IPC (i. e. 8 ciclos de 5 minutos). O desempenho também foi superior para a aplicação bilateral de IPC. Por fim, demonstraram que não houve diferenças na aplicação do IPC no membro atuante como no membro não atuante no exercício, destacando a possibilidade de aplicar o IPC localmente ou remotamente.

Neste mesmo caminho, Salvador et al. (2016) incluem outros apontamentos, ampliando as perspectivas sobre a intervenção do IPC. Em seu trabalho, os autores apresentaram dentre alguns tópicos, considerações para o intervalo de tempo entre o IPC e o exercício, bem como para o nível de treinamento do indivíduo que irá receber a manobra. No que se refere ao intervalo de tempo, o estudo demonstrou uma tendência linear para o IPC e o início do esforço nos exercícios com características anaeróbias e de potência. Isso se traduz na possibilidade de que um período de tempo mais extenso (e. g. 40-50 min) seja necessário para um efeito mais pronunciado no desempenho. Em se tratando do nível de condicionamento dos sujeitos, os autores relembram que indivíduos altamente treinados respondem de maneira diferente de indivíduos menos treinados para uma mesma intervenção. Isto denota um limiar diferente para se alcançar efeitos no desempenho nestas diferentes populações, entretanto esta questão ainda carece de ser investigada diretamente no IPC.

Não o bastante, também carente de investigações é a possibilidade de uma aplicação crônica do IPC no exercício. Praticamente unânime, observa-se na literatura que os diversos resultados advindos da intervenção do IPC neste cenário são produtos de estudos agudos. Não seria incoerente de se presumir que, baseados nas evidências positivas no desempenho demonstrado por tais trabalhos, uma aplicação crônica poderia representar efeitos semelhantes.

Até a presente data, apenas dois trabalhos se propuseram a investigar a aplicação do IPC no exercício de maneira crônica (BANKS et al., 2016; LINDSAY et al., 2017). Com objetivo de verificar o efeito de 7 dias consecutivos de aplicação de IPC, Lindsay et al. (2017) recrutaram dezoito voluntários. Participaram do estudo 13 homens e 5 mulheres ativos. Após uma semana de aplicação diária de IPC ou placebo, os pesquisadores analisaram o desempenho em ciclismo, simulando um evento de *Keirin* (i. e. 4 testes de *Wingate*). As análises dos dados demonstraram que o grupo IPC aumentou o consumo máximo de oxigênio (12,8%) e a potência anaeróbia (11% pico e 4,3% potência média), o que não ocorreu para o grupo placebo.

Em contrapartida, Banks et al. (2016) não foram capazes de demonstrar efeitos positivos no desempenho após 9 dias de aplicação consecutiva de IPC. Ao final dos 9 dias de intervenção, um teste progressivo em ciclo ergômetro foi realizado. Participaram do estudo dez voluntários, sendo quatro homens e seis mulheres. Ambos os dados de pressão arterial, limiar anaeróbio e pico de VO_{2max} se mostraram inalterados após a aplicação crônica do IPC. Em conclusão, nenhum efeito ergogênico foi observado.

Como observado, ainda é prematuro afirmar que uma aplicação crônica de IPC promove melhorias no desempenho, dado os poucos trabalhos existentes e a natureza divergente de seus resultados. Para tal, mais estudos são necessários.

2.4. EXERCÍCIO FÍSICO, IPC E EFEITO PLACEBO

A melhora do desempenho, conseqüente da expectativa de um procedimento ou substância administrada, pode ser atribuída a fatores psicológicos, legitimamente descrito como efeito placebo (TROJIAN; BEEDIE, 2008). De fato, a mente possui habilidade de influenciar o corpo em diversas circunstâncias, especialmente no esporte (MCCLUNG; COLLINS, 2007). Neste sentido, em uma pesquisa qualitativa, Beedie (2007) destacou a crença de atletas competitivos no efeito placebo. Através de um questionário eletrônico, o autor analisou as respostas de 30 atletas, sendo 17 homens e 13 mulheres. A amostra foi composta desde atletas amadores, recordistas nacionais a campeões mundiais. Os dados revelaram a prevalência de um perfil que acreditava que o efeito placebo poderia exercer uma influência no desempenho. Em destaque, 73% dos que responderam, relataram ter experimentado efeitos no desempenho frutos de algum tipo de crença falsa. Por fim, o autor argumentou que atletas experimentam efeito placebo em situações competitivas.

Estas evidências corroboram com dados anteriores que destacaram o efeito placebo em levantadores de peso (MAGANARIS; COLLINS; SHARP, 2000). Investigando 11 atletas competitivos de nível nacional, os autores verificaram a hipótese de que ao acreditar que estariam ingerindo comprimidos contendo esteroides anabólicos, os voluntários demonstrariam um aumento substancial no seu desempenho. Em adição, uma segunda hipótese foi que ao se revelar a real composição do comprimido (i. e. placebo), o desempenho dos atletas retornaria ao nível basal. Dois grupos experimentais foram avaliados, sendo o primeiro Esteróide/Esteróide na qual os voluntários acreditavam estar ingerindo a droga em duas situações experimentais, embora fosse placebo. Por fim, o último grupo caracterizou-se como Esteróide/Placebo em que no segundo teste experimental, os participantes foram informados que os comprimidos ingeridos eram placebo. Os resultados demonstraram um aumento substancial no desempenho dos avaliados, que conferiu para quase todos os atletas alcançar níveis internacionais. Por outro lado, estes resultados desapareceram ao momento em que a natureza do placebo foi revelada. Em resumo, estes dados demonstram os possíveis impactos que uma expectativa/crença pode representar no desempenho.

Mediante estes trabalhos, estabelecer que o efeito placebo não atua em algum momento no contexto esportivo seria um tanto imprudente. Sob tal premissa,

inerente ao estudo de novas estratégias com potencial efeito ergogênico no exercício, o efeito placebo não pode ser ignorado (BEEDIE; FOAD, 2009). Com isso em mente, tal argumentação se encontra presente nos estudos do IPC, onde já foram apresentados termos como respondedores e não-respondedores (INCOGNITO; BURR; MILLAR, 2016) ou ainda crentes e não-crentes (MAROCOLO et al., 2017) em seu efeito, revelando a natureza ainda heterogênea desta estratégia na literatura atual. Há neste sentido, uma necessidade de maior controle metodológico nos trabalhos com IPC no exercício, o que realça a presença de condição placebo (DA MOTA; MAROCOLO, 2016), constituindo maior solidez aos dados encontrados.

Nesta perspectiva, alguns estudos foram incapazes de demonstrar um efeito superior para o grupo IPC quando este foi comparado com uma condição placebo no exercício (MAROCOLO et al., 2015; SABINO-CARVALHO et al., 2016). Por exemplo, verificou-se o desempenho de nadadores amadores em um teste de natação de 100-m contrarrelógio, alocados nos grupos IPC, placebo e controle (MAROCOLO et al., 2015). Para o grupo IPC foram realizados 4 ciclos de 5 minutos de oclusão a 220 mmHg intercalados com 5 minutos de reperusão. Para o grupo placebo, o protocolo foi idêntico ao do grupo IPC, com exceção da pressão, em que apenas 20 mmHg foi utilizada. Para o grupo controle, os voluntários permaneceram em repouso por um período idêntico ao tempo de intervenção dos outros grupos (i. e. 40 minutos). Os resultados destacaram uma melhora no desempenho para ambas as condições IPC e placebo, quando estas foram comparadas com o controle. Contudo, não houve diferenças significativas entre IPC e placebo.

Outras evidências onde o IPC não foi capaz de superar uma condição placebo são apresentadas por Sabino-Carvalho et al. (2016). Desta vez, foram analisados corredores de *endurance* bem treinados. O teste experimental consistiu de aquecimento, um teste descontínuo incremental, intervalo de descanso e um teste supra máximo. Os resultados demonstraram nenhum efeito nas variáveis analisadas (e. g. lactato, VO_{2max}) para os grupos IPC, placebo ou controle. Contudo, o tempo até exaustão foi superior para o IPC e placebo quando comparados a condição controle, mas sem diferenças entre si. Em conclusão, os autores sugeriram que as alterações observadas no desempenho, especificamente no tempo até exaustão, foram provavelmente mediadas por fatores relacionados a uma indução de efeito placebo.

Em suma, o que emerge é um panorama divergente para o IPC no exercício (INCOGNITO; BURR; MILLAR, 2016; MAROCOLO et al., 2016a), em que seus efeitos potenciais no desempenho ainda permanecem distantes de serem entendidos (MAROCOLO et al., 2017), denotando ainda ser uma área relativamente inexplorada (SHARMA et al., 2015). Sobretudo, futuros estudos devem ser conduzidos sob a premissa de que um efeito placebo pode mediar os resultados.

2.5. EXERCÍCIO RESISTIDO E IPC

Como demonstrado, o IPC já foi investigado em diversos tipos de exercícios. Paralelos aos estudos de ciclismo, corrida e natação destaca-se também trabalhos que se propuseram a verificar o IPC no exercício resistido. Embora haja especulações de que um efeito benéfico seja mais provável para exercícios aeróbios (SALVADOR et al., 2016), resultados favoráveis para o ER também são encontrados.

O trabalho mais recente sobre os efeitos do IPC no ER foi apresentado por Franz et al. (2017). O objetivo do estudo foi verificar os efeitos do IPC no exercício excêntrico. Dezenove sujeitos foram recrutados para este estudo. Após uma intervenção de 3 ciclos de 5 minutos de isquemia intercalados com reperfusão os voluntários realizaram um protocolo excêntrico de 3 séries de 10 repetições a 80% do 1RM em um exercício de flexão de cotovelos. Com intuito de se realizar somente a fase excêntrica, a barra foi erguida por dois auxiliares no momento de cada fase concêntrica durante as repetições. Os principais achados foram que o IPC reduziu significativamente a CK e a percepção de dor comparados ao grupo que não recebeu IPC. Especificamente, a CK foi significativamente menor nos momentos 24 (-93%), 48 (-95%) e 72 h (-96%) após o protocolo excêntrico. Em conclusão, o IPC agudo foi capaz de atenuar o dano muscular induzido por exercício excêntrico.

Paradis-Deschenes, Joanisse e Billaut (2016a) também avaliaram os efeitos do IPC em sujeitos treinados em força após um protocolo isocinético de extensão de pernas. A intervenção de IPC consistiu em 3 ciclos de 5 minutos a 200 mmHg intercalados com 5 minutos de reperfusão. Para a condição placebo, a pressão utilizada foi de apenas 20 mmHg. Em seguida, realizou-se o teste experimental caracterizado de 5 séries de 5 repetições máximas de extensão de joelho. Os autores apresentaram dados onde todos os atletas avaliados demonstraram aumento na produção de força durante todas as séries. Foi observado também um efeito positivo do IPC no volume sanguíneo (23%-46% maior volume sanguíneo para IPC comparado com placebo). O aumento de força observado no estudo (~12%) foi atribuído pelos autores, ao menos em parte, pelo acrescido volume sanguíneo local pós manobra de IPC.

Em condições mais praticas do ER, Marocolo et al. (2016c) objetivaram verificar os efeitos do IPC no desempenho de membros inferiores. Três condições

experimentais foram presentes neste estudo, sendo IPC (4 ciclos de 5 minutos a 220 mmHg), placebo (4 ciclos de 5 minutos a 20 mmHg) e controle (descanso passivo por 40 minutos). Após o término do IPC, os voluntários realizaram 3 séries máximas de extensão de pernas em uma máquina de extensão de pernas. A velocidade de movimento em todas as repetições também foi controlada (2 segundos para as fases concêntrica e excêntrica). Um aumento no número de repetições foi observado, contudo diferente dos resultados dos estudos anteriores (FRANZ et al., 2017; PARADIS-DESCHENES; JOANISSE; BILLAUT, 2016a; b), não houve diferença significativa entre as condições IPC e placebo. As concentrações de lactato também foram avaliadas no estudo, porém sem diferenças significativas entre os grupos. Ao final, os autores declararam que, dada a ausência de efeitos fisiológicos e visto a similaridade com o grupo placebo, estes resultados demonstravam um possível efeito motivacional (MAROCOLO et al., 2016c).

Em suma, diante destes trabalhos, parece não estar preciso os reais efeitos do IPC no ER, assim como em outras modalidades. Se de fato, o IPC pode promover efeitos consideráveis no desempenho, ou apenas efeitos motivacionais temporários, novos estudos devem somar-se aos atuais existentes para futuras conclusões.

3. MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo quase experimental, com abordagem quantitativa. O projeto foi previamente aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, número 993.636 (ANEXO A) e todos os procedimentos foram realizados de acordo com a Declaração de Helsinki.

3.2. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

- Ser do sexo masculino;
- Possuir entre 18 e 30 anos;
- Estar praticando e ter experiência mínima de um ano em treinamento com exercícios resistidos.

3.3. CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

- Presença de doença cardiovascular ou metabólica;
- Hipertensão arterial ($\geq 140/90$ mmHg) ou uso de medicamentos anti-hipertensivos;
- Uso de suplementação de creatina;
- Uso de esteroides anabólicos, drogas ou medicamentos com potencial impacto no desempenho físico (auto relatado);
- Presença de lesão musculoesquelética recente;
- Histórico de tabagismo nos últimos 3 meses.

3.4. PROCEDIMENTOS

Para este projeto dois diferentes protocolos experimentais foram realizados com intuito de avaliar (1) o efeito de uma aplicação de 5 dias consecutivos de IPC no ER e (2) o efeito de uma aplicação aguda simultânea de IPC e PLACEBO no ER. Com fins didáticos, a descrição de todos os procedimentos realizados será dividida abaixo em protocolo 1 e protocolo 2, permitindo uma melhor compreensão dos

mesmos. Destaca-se também que os procedimentos descritos nos itens 3.5.3, 3.5.4, 3.5.6 e 3.5.9 foram idênticos para ambos os protocolos e não será repetido na seção que descreve o protocolo 2.

3.5. PROTOCOLO 1 – EFEITO DE UMA APLICAÇÃO DE 5 DIAS CONSECUTIVOS DE IPC NO ER

3.5.1. Amostra

Vinte homens jovens e saudáveis se voluntariaram para o estudo. Todos os participantes deveriam possuir experiência mínima de um ano com ER e estar engajados em treinos regulares com frequência mínima de 3 dias por semana (tabela 1). Os voluntários foram aleatoriamente divididos, de acordo com a carga obtida no teste de 1RM corrigido a partir de sua massa corporal (força relativa), para uma maior homogeneidade dos grupos. Todos os procedimentos do estudo foram previamente informados aos participantes, que em seguida assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) antes da coleta de dados (APÊNDICE A).

Tabela 1. Caracterização da amostra do protocolo 1.

Características da amostra*	IPC (n=7)	PLACEBO (n=7)	CON (n=6)
Idade (anos)	23,1 ± 2,9	22,9 ± 4,8	25,2 ± 4,1
Estatura (cm)	175,4 ± 4,4	174,7 ± 6,1	181,2 ± 8,3
Massa corporal (kg)	75,4 ± 12,9	80,2 ± 6,1	85,7 ± 15,8
Gordura corporal (%)	12,4 ± 7,9	12,7 ± 2,7	15,3 ± 5,2
1RM (kg)	86,8 ± 13,7	88,3 ± 12,6	95,5 ± 20,6
75%1RM (kg)	65,1 ± 10,3	66,2 ± 9,5	71,6 ± 15,5
Força relativa	1,2 ± 0,2	1,1 ± 0,1	1,1 ± 0,1
Histórico de treino			
Experiência (anos)	1,7 ± 1,0	3,5 ± 2,2	4,8 ± 2,6
Horas por semana	4,2 ± 1,1	4,5 ± 0,9	3,8 ± 0,8

Os valores são expressos em média ± DP. *Nenhuma diferença foi observada entre os grupos ($p>0,05$) para as características da amostra. Legenda: 1RM, 1 repetição máxima; Força relativa, 1RM/massa corporal; IPC, grupo experimental pré-condicionamento isquêmico; PLACEBO, grupo experimental placebo; CON, grupo experimental controle. [Fonte: Elaborado pelo Autor, 2018].

3.5.2. Desenho experimental

A figura 2 ilustra detalhadamente o desenho experimental do protocolo 1. Este protocolo se caracterizou randomizado, de diferença entre grupos e *single-blind*; composto de 8 momentos distintos, com os voluntários alocados nos grupos IPC, PLACEBO ou CONTROLE (CON). No primeiro momento, avaliação antropométrica, familiarização com os procedimentos e teste de 1 repetição máxima (1RM) de extensão unilateral de pernas foram realizados. No segundo momento foi realizado reteste de 1RM de extensão unilateral de pernas. No terceiro momento foram realizados testes basais, com teste de CVIM e três séries máximas de extensão de pernas unilateral. A partir do quarto momento, efetivamente realizou-se as intervenções do estudo, com aplicação de IPC, PLACEBO ou CON, além de avaliação de desempenho idênticos ao terceiro momento. Do quarto momento em diante estabeleceu-se intervalo entre momentos de 24h. No quinto momento, somente aplicação de IPC, PLACEBO ou CON. O sexto momento caracterizou-se idêntico ao momento 4. O sétimo momento, idêntico ao momento 5. Por fim, o último momento foi também idêntico ao momento 4. As coletas foram individualizadas, com nenhum contato entre os participantes do estudo. Todos os testes foram conduzidos pelo mesmo experiente pesquisador, no mesmo período do dia (± 2 h). Os voluntários foram instruídos a absterem-se do consumo de café e álcool 24 horas e a não praticar exercícios vigorosos 48 horas precedentes aos testes. Escalas subjetivas, carga total de trabalho (i. e. número total de repetições \times carga levantada) e o índice de fadiga também foram avaliados.

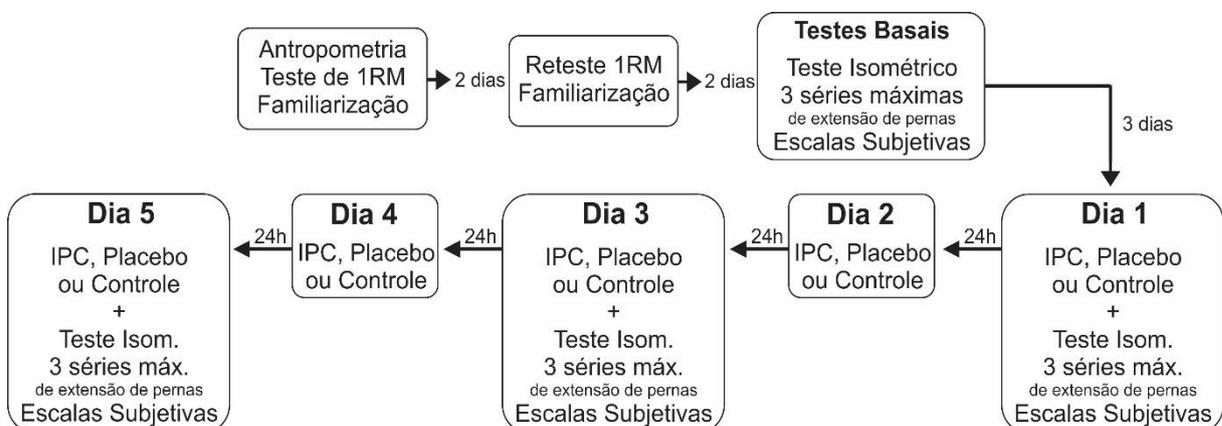


Figura 2. Desenho experimental do protocolo 1. [Fonte: Do autor, 2018]

3.5.3. Medidas antropométricas

Massa corporal e estatura foram aferidas usando uma balança com estadiômetro (modelo 110CH, Welmy®, Santa Barbara d'Oeste, Brasil). A massa corporal foi aferida com os voluntários vestidos apenas de *shorts*. O percentual de gordura (%) foi estimado usando protocolo de 3 dobras cutâneas (JACKSON; POLLOCK, 1978).

3.5.4. Teste e reteste de 1 repetição máxima unilateral

O teste de extensão de pernas foi realizado em uma máquina de extensão de pernas (Physicus®, Aurifloma, Brasil). Primeiro, os voluntários realizavam um aquecimento específico (1 série de 10-12 repetições de extensão de pernas unilateral com uma carga de 30% da massa corporal) obedecendo uma velocidade de movimento de 1:2, sendo 1 segundo para a fase concêntrica e 2 segundos para a fase excêntrica. Intervalo de descanso de 5 minutos foi estabelecido entre cada tentativa para alcançar o 1RM. Não mais que 5 tentativas foram necessárias para encontrar o 1RM. O 1RM foi estabelecido quando o voluntário foi capaz de realizar uma repetição completa do movimento (fase concêntrica e excêntrica na cadência predeterminada), mas não realizar uma segunda repetição sem assistência. Os procedimentos de 1RM estão de acordo com as recomendações propostas pelo *National Strength and Conditioning Association* (NSCA; em tradução, Associação Nacional de Força e Condicionamento) (HARMAN; GARHAMMER, 2008) e as seguintes estratégias foram adotadas: a) instruções padronizadas sobre os procedimentos do teste foram dadas aos sujeitos antes do teste; b) os sujeitos receberam instruções padronizadas a respeito das técnicas de execução do exercício; c) similar encorajamento verbal foram fornecidos durante todo o teste; d) feedback sobre a concordância com a cadência do movimento. Um metrônomo (DM50, Seiko®, Tóquio, Japão) foi usado para garantir a correta cadência do movimento.

3.5.5. Intervenção de pré-condicionamento isquêmico

As sessões de IPC consistiram-se de 3 ciclos de 5 minutos de oclusão a 50 mmHg acima da PAS de cada participante (previamente aferida) (SHARMA et al., 2014), usando um manguito de 77 x 21,5 cm aplicado ao redor da região subinguinal na parte superior da coxa. Cada ciclo de IPC foi alternado com 5 minutos de reperfusão a 0 mmHg, resultando em um total de intervenção de 30 minutos. A pressão aplicada está de acordo com recomendações anteriores (LOENNEKE et al., 2012; SHARMA et al., 2014), considerando a circunferência do membro e o tamanho do manguito, certificando que todos os sujeitos teriam o fluxo sanguíneo completamente obstruído durante a isquemia. A intervenção PLACEBO, similarmente ao IPC, consistiu em 3 ciclos de 5 minutos a 20 mmHg alternados por ciclos de simulada reperfusão a 0 mmHg, resultando em um total de 30 minutos de intervenção. As fases de oclusão e reperfusão foram conduzidas alternadamente entre as coxas, com o voluntário em posição supina. A efetividade da oclusão na intervenção de IPC foi constantemente checada por auscultação da artéria tibial anterior (LOENNEKE et al., 2012; MAROCOLO et al., 2016c) durante as fases quando o manguito foi inflado e desinflado. O procedimento anterior também foi conduzido na sessão PLACEBO para assegurar que o fluxo sanguíneo não estava prejudicado. Os voluntários foram informados de que ambas as condições (IPC e PLACEBO) poderiam influenciar o desempenho. Além disso, para evitar um efeito nocebo (negativo) os voluntários foram informados de que as condições IPC e PLACEBO não causariam nenhum prejuízo ao desempenho, apesar do desconforto relacionado as manobras (FERREIRA et al., 2016). Para o grupo CON nenhum manguito foi utilizado, onde os voluntários permaneceram em posição supina passivamente por 30 minutos.

3.5.6. Contração voluntária isométrica máxima e séries até a falha

Cinco minutos de intervalo de descanso foi estabelecido entre as intervenções e o início do aquecimento específico para os testes do estudo. Este período foi necessário para remoção do manguito e posicionamento do voluntário na máquina de extensão de pernas. O aquecimento específico consistiu em uma série de 10-12 repetições de extensão de pernas unilateral com uma carga de 50% do 1RM.

Após o aquecimento, 3 tentativas (contração de 10 segundos com um minuto de descanso entre as tentativas) de CVIM unilateral com gravação da produção de força por uma célula de carga de 500 kgf (Miotec®, Porto Alegre, Brasil) instalada na própria máquina de extensão de pernas foi avaliada. A CVIM foi similar ao descrito em MAIA et al. (2014). Resumidamente, os voluntários realizaram a extensão de pernas com o quadril e o joelho fixados a um ângulo de 100 e 90 graus, respectivamente. Uma alça de tornozelo foi colocada 2 cm proximal ao maléolo medial e a célula de carga foi posicionada perpendicular ao alinhamento tibial. A média das 3 tentativas unilaterais para cada perna foi utilizada para análise dos dados. Em seguida, um intervalo de 3 minutos foi estabelecido entre o teste de CVIM unilateral e o início das séries de repetições máximas. Para as repetições máximas, três séries de extensão de pernas unilateral com uma carga de 75% do 1RM predeterminado foram realizadas. A velocidade do movimento em todas as séries foi controlada (1:2) por um metrônomo.

3.5.7. Expectativa de desempenho

Ao fim das aplicações de IPC, PLACEBO ou CON e logo após o aquecimento, os voluntários foram questionados quanto a sua expectativa de desempenho para o dia, em relação ao desempenho do teste anterior (FERREIRA et al., 2016). A seguinte questão foi realizada: “Qual sua expectativa de desempenho hoje em relação ao teste anterior: similar, melhor ou pior?” Esta questão foi realizada com intuito de verificar uma possível indução de efeito placebo.

3.5.8. Estado percebido de recuperação, escala de dor e percepção subjetiva de esforço

Antes do início das avaliações e testes de desempenho, em todos os momentos do estudo, foi monitorado o nível de recuperação observado pelo voluntário através da escala *Perceived Recovery Status* (PRS; em tradução, nível de recuperação percebido) (LAURENT et al., 2011). A PRS é uma ferramenta útil, onde seus escores variam de 0 a 10, em que 0 representa um indivíduo muito pouco recuperado, com expectativa de desempenho prejudicado e 10, que representa um indivíduo muito bem recuperado e com expectativa de melhora no desempenho. A

percepção de dor após a aplicação de IPC ou PLACEBO também foi avaliada, através de uma escala visual analógica (EVA). A EVA é uma escala com escores de 0-10 (LALONDE; CURNIER, 2015) onde o menor valor significa “nada de dor” e o maior valor significa “dor insuportável”. Em adição, a percepção subjetiva de esforço (PSE) foi avaliada através de escala com valores de 0 até 10, após cada série de extensão de pernas (ROBERTSON et al., 2003).

3.5.9. Índice de fadiga

O índice de fadiga (IF) foi considerado como o grau de redução do número de repetições durante as 3 séries de extensão de pernas (SFORZO; TOUEY, 1996), expressos em porcentagem e calculados a partir da seguinte equação: $IF = (1^{a} \text{ série} - 3^{a} \text{ série}) / 1^{a} \text{ série} \times 100$.

3.6. PROTOCOLO 2 – EFEITO AGUDO DA APLICAÇÃO SIMULTÂNEA DE IPC E PLACEBO NO ER

3.6.1. Amostra

Dez homens jovens e saudáveis se voluntariaram para o estudo. Todos os participantes deveriam possuir experiência mínima de um ano com exercícios resistidos e estar engajados em treinos regulares com frequência mínima de 3 dias por semana (tabela 2). Todos os procedimentos do estudo foram previamente informados aos participantes, que em seguida assinaram um TCLE antes da coleta de dados (APÊNDICE A).

Tabela 2. Caracterização da amostra do protocolo 2.

Características da amostra	
n	10
Idade (anos)	22,7 ± 3,3
Estatura (cm)	176,7 ± 5,5
Massa corporal (kg)	74,8 ± 5,6
Gordura corporal (%)	11,8 ± 4,2
1RM (kg)	83,8 ± 11,9
75% RM (kg)	62,9 ± 8,9
Força relativa	1,1 ± 0,1
Histórico de Treino	
Experiência (anos)	3,7 ± 1,7
Horas por semana	4,0 ± 0,9

Os valores são expressos em média ± DP. Legenda: 1RM, 1 repetição máxima; Força relativa, 1RM/massa corporal. [Fonte: Elaborado pelo Autor, 2018]

3.6.2. Desenho experimental

A figura 3 ilustra o desenho experimental do protocolo 2. Este estudo se caracterizou randomizado e *single-blind*; composto de 5 momentos distintos separados por ao menos 2 e não mais que 3 dias entre eles. No primeiro dia, avaliação antropométrica, familiarização com os procedimentos e teste de 1RM de extensão de pernas unilateral foram realizados. Na segunda visita foi realizado reteste de 1RM de extensão de pernas. Nas visitas subsequentes, os voluntários realizaram testes basais (teste de CVIM unilateral e 3 séries de extensão unilateral de perna), aplicação de IPC unilateral e PLACEBO na perna contralateral. No último dia, mudança da intervenção anteriormente citada com aplicação de PLACEBO unilateral e IPC na perna contralateral. A atribuição de dominância das pernas foi contrabalanceada entre os dias. Os voluntários foram informados que ambos os protocolos poderiam influenciar o desempenho. As coletas foram individualizadas, com nenhum contato entre os participantes do estudo. Todos os testes foram conduzidos pelo mesmo experiente pesquisador, no mesmo período do dia (± 2 h). Os voluntários foram instruídos a absterem-se do consumo de café e álcool 24 horas e a não praticar exercícios vigorosos 48 horas precedentes aos testes.

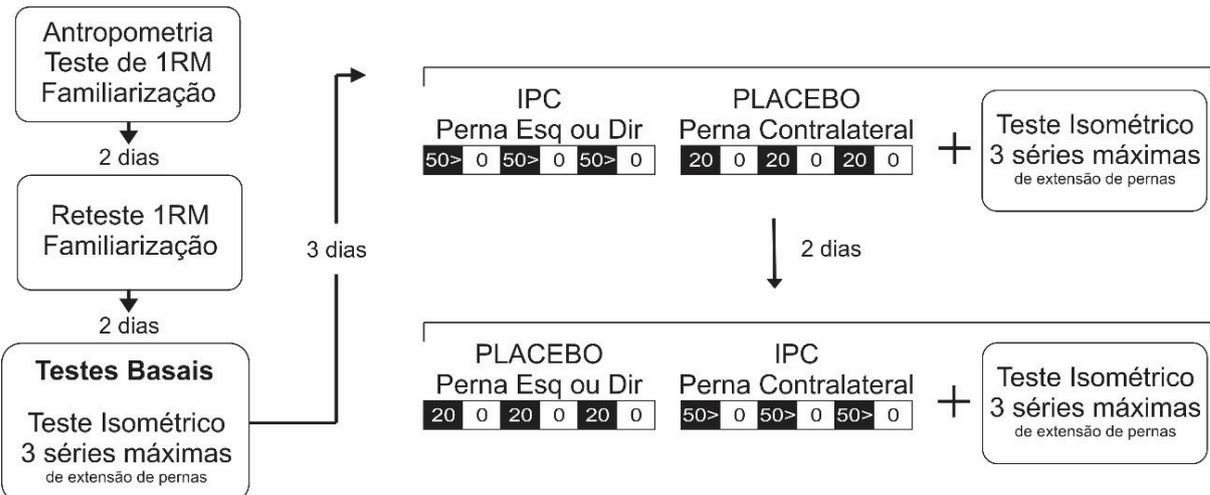


Figura 3. Desenho experimental do protocolo 2. Legenda: Esq, esquerda; Dir, direita. [Fonte: Do Autor, 2018]

3.6.3. Intervenção de pré-condicionamento isquêmico

Diferente do protocolo anterior, para o protocolo 2 uma condição controle não foi presente. Os demais procedimentos relacionados a intervenção de IPC e PLACEBO, como pressão utilizada, local de aplicação, número de ciclos, etc., foram idênticos ao protocolo 1. Ressalva-se que as intervenções de IPC e PLACEBO foram intercaladas entre si (i. e. enquanto a intervenção de IPC era realizada não havia intervenção de PLACEBO, e vice-versa).

3.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Teste de *Shapiro-Wilk* e *Levene* foram realizados para verificar a normalidade dos dados e homogeneidade, respectivamente. Teste de coeficiente de correlação intraclasse (CCI) foi usado para verificar a confiabilidade do teste e reteste de 1RM. Com relação ao protocolo 1, análise de variância (ANOVA; *two-way* de medidas repetidas) com *post-hoc* de *Tukey* foi aplicado para número de repetições, força isométrica, carga total de trabalho. Também aplicou-se ANOVA *one-way* não-pareado com *post-hoc* de *Tukey* ou seu análogo não paramétrico (*Kruskal-Wallis*) para verificar diferenças no cálculo do “delta” para número de repetições, força isométrica e carga total de trabalho, bem como para as comparações do índice de fadiga, PSE e PRS. Para o protocolo 2, ANOVA *one-way* não-pareado também foi utilizado para as comparações entre número de repetições, força isométrica e índice

de fadiga. Teste T não-pareado ou *Mann-Whitney* foi usado para comparar a percepção de dor após as aplicações de IPC e PLACEBO em ambos os protocolos. Os valores são expressos em média \pm DP, considerando nível de significância de $p < 0,05$. O software usado para análise dos dados foi o Graph Pad (Prism® 6.0; San Diego, CA, USA).

4. RESULTADOS

4.1. PROTOCOLO 1

Um alto CCI foi encontrado para o teste e reteste de 1RM (0,981; IC=0,942-0,993). Nenhuma diferença foi encontrada para PRS ($p=0,2775$), o que sugere que ambos os indivíduos se encontravam com um estado de recuperação semelhante antes do início dos testes. A PSE apresentou valores elevados, mas sem diferenças significativas em todos os dias (tabela 3).

O número máximo de repetições aumentou significativamente somente para as condições IPC (aproximadamente entre 5 e 8 repetições) e PLACEBO (aproximadamente entre 7 e 8 repetições) quando comparados a sua condição basal (figura 4A). Ao calcular as diferenças entre o número de repetições do momento basal com os demais dias (i. e. delta) observou-se diferença significativa apenas no dia 1 para as condições IPC e PLACEBO vs CON (figura 4B). De maneira semelhante, a carga total de trabalho demonstrou diferenças significativamente apenas para IPC ($p=0,0274$) e PLACEBO ($p=0,0052$) para o delta do primeiro dia de avaliações vs CON (figura 5). Todavia, nenhuma diferença significativa foi observada entre ambas as condições IPC e PLACEBO, em nenhuma das comparações.

Tabela 3. Percepção subjetiva de esforço após os testes de desempenho do protocolo 1.

	CON	IPC	PLACEBO	<i>p</i>
Basal	7,9 ± 1,5	8,8 ± 1,1	8,2 ± 0,6	0,3616
Dia 1	8,7 ± 1,2	7,8 ± 1,7	8,0 ± 1,4	0,5713
Dia 3	8,3 ± 1,3	8,4 ± 1,0	8,2 ± 1,5	0,9435
Dia 5	8,3 ± 1,0	8,0 ± 1,5	7,3 ± 1,3	0,4197

Os valores são expressos em média ± DP. [Fonte: Elaborado pelo Autor, 2018]

O IF não diferiu entre as condições ($p=0,5274$) e a força isométrica também se mostrou semelhante para todas as condições em todos os dias ($p=0,1205$).

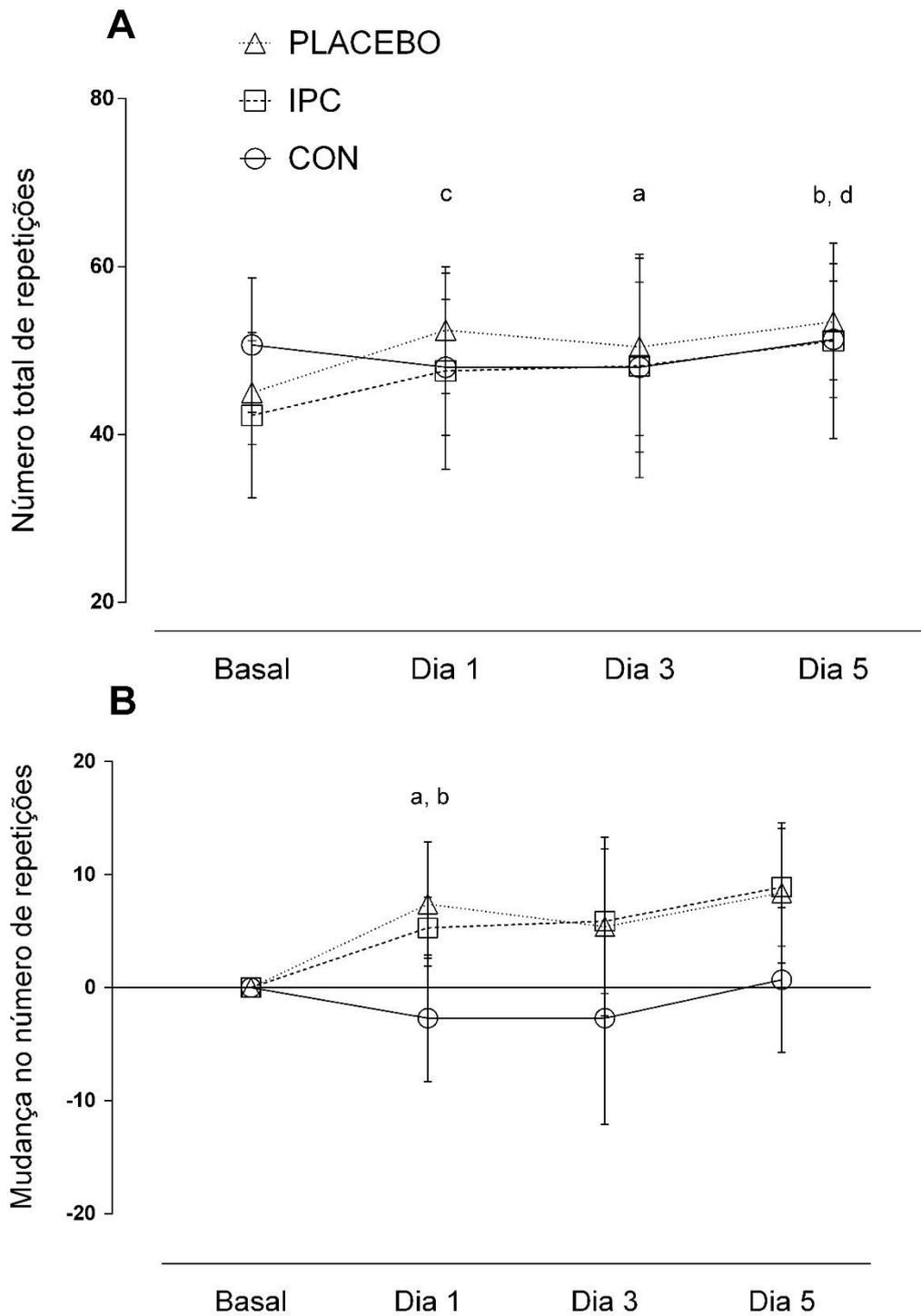


Figura 4. A) Número total de repetições para as condições IPC, PLACEBO e CON nos diferentes momentos avaliados pelo estudo. Diferença para IPC basal vs IPC dia 3 (^a $p=0,0417$); IPC basal vs IPC dia 5 (^b $p=0,0008$); PLACEBO basal vs PLACEBO dia 1 (^c $p=0,0058$); PLACEBO basal vs PLACEBO dia 5 (^d $p=0,0014$). B) Mudança no número de repetições após cinco dias consecutivos de intervenção de IPC, PLACEBO ou CON. Diferenças somente para IPC (^a $p=0,0206$) e para PLACEBO (^b $p=0,0037$) vs condição CON no dia 1. [Fonte: Elaborado pelo Autor, 2018]

A percepção de dor para as intervenções IPC e PLACEBO são apresentados na tabela 4.

Tabela 4. Percepção de dor após aplicações das manobras de IPC e PLACEBO, ao longo da semana

	IPC	PLACEBO	<i>p</i>
Basal	-	-	-
Dia 1	5,5 ± 2,2	0,2 ± 0,7	0,0012
Dia 3	4,8 ± 2,0	0,2 ± 0,7	0,0017
Dia 5	4,0 ± 2,5	0,2 ± 0,7	0,0087

Os valores são expressos em média ± DP. [Fonte: Elaborado pelo Autor, 2018]

Os resultados da expectativa de desempenho são apresentados na tabela 5.

Tabela 5. Expectativa de desempenho antes dos testes experimentais.

		Expectativa de desempenho		
		Melhor (%)	Pior (%)	Similar (%)
DIA 1	IPC	28,6	28,6	42,9
	PLACEBO	42,9	28,6	28,6
	CON	0	33,3	66,7
DIA 3	IPC	57,1	14,3	28,6
	PLACEBO	42,9	0	57,1
	CON	16,7	33,3	50
DIA 5	IPC	42,9	14,3	42,9
	PLACEBO	28,6	42,9	28,6
	CON	50	16,7	33,3

Os valores são expressos em percentual (%) do total de voluntários por grupo. [Fonte: Elaborado pelo Autor, 2018]

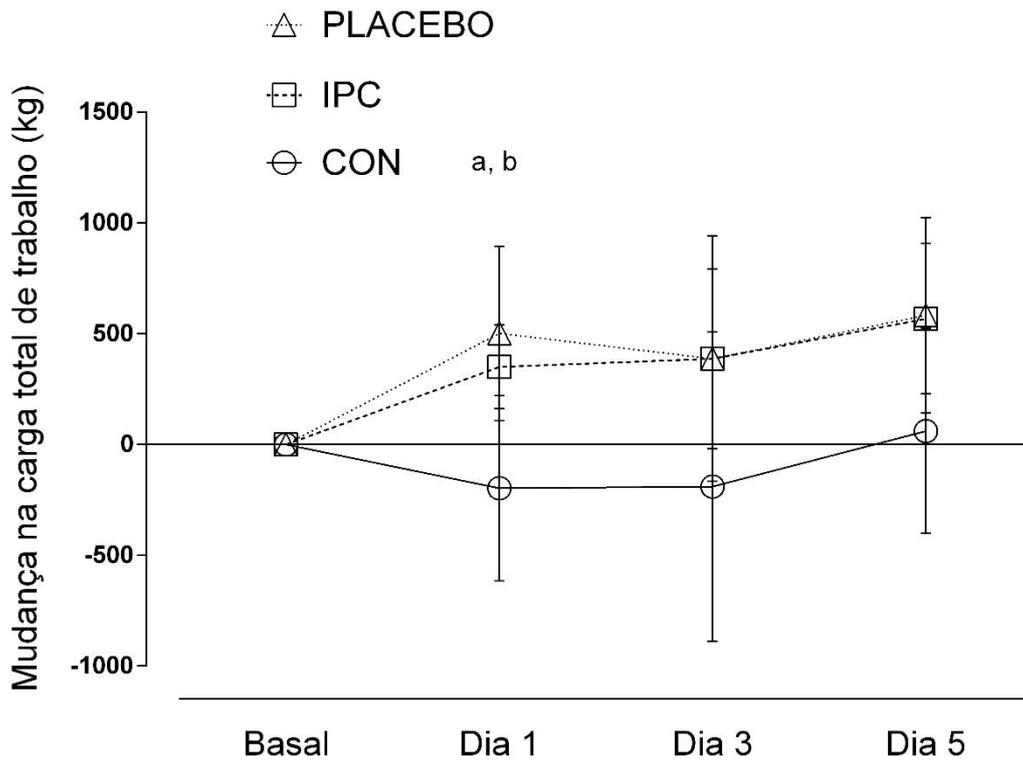


Figura 5. Mudança na carga total de trabalho (número de repetições x carga) entre os momentos do estudo. Diferenças somente para IPC (^ap=0,0274) e para PLACEBO (^bp=0,0052) vs condição CON no dia 1. [Fonte: Elaborado pelo Autor, 2018]

4.2. PROTOCOLO 2

Um alto CCI foi encontrado para o teste e reteste de 1RM (0,984; IC=0,936-0,996).

Para a análise do número de repetições, agrupou-se todos os resultados das condições IPC, PLACEBO, bem como CON. Deste modo, para esta comparação utilizou-se um n total de 20 (e. g. 10 pernas receberam IPC no primeiro dia e, conseqüentemente, mais 10 no último dia). Nenhuma diferença foi encontrada para o número total de repetições entre as condições IPC ($23,2 \pm 4,0$), PLACEBO ($23,2 \pm 4,2$) ou basal ($22,6 \pm 3,6$) ($p=0,8501$) (figura 6). Em adição, o IF não diferiu entre as condições ($p=0,4283$).

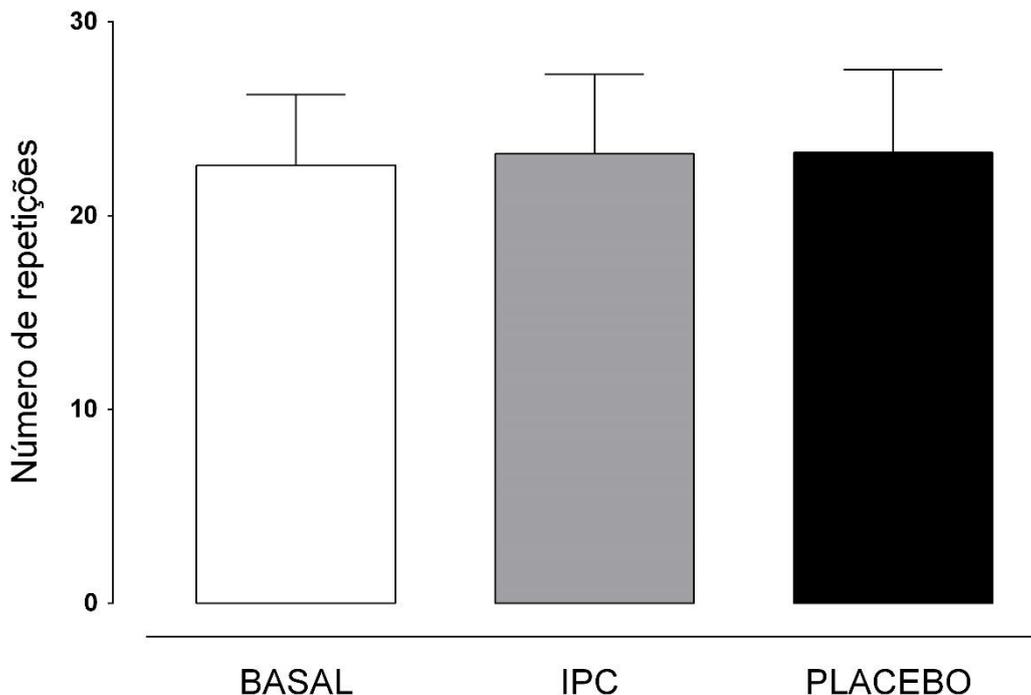


Figura 6. Número total de repetições após as condições Basal, IPC e PLACEBO. [Fonte: Elaborado pelo Autor, 2018]

Nenhuma diferença significativa foi encontrada para a comparação de força isométrica entre as condições ($p=0,1408$) (figura 7). O mesmo processo de análise aplicado para o número de repetições também foi aplicado para os dados de força isométrica.

A percepção de dor foi significativamente maior para IPC do que para o PLACEBO (tabela 6).

Tabela 6. Percepção de dor após aplicação simultânea das manobras IPC e PLACEBO

Intervenção	Escala de Dor (1-10)
IPC	5,5 ± 2,0*
PLACEBO	1,5 ± 1,7

Os valores são expressos em média ± DP. *p=<0,0001 vs PLACEBO. [Fonte: Elaborado pelo Autor, 2018]

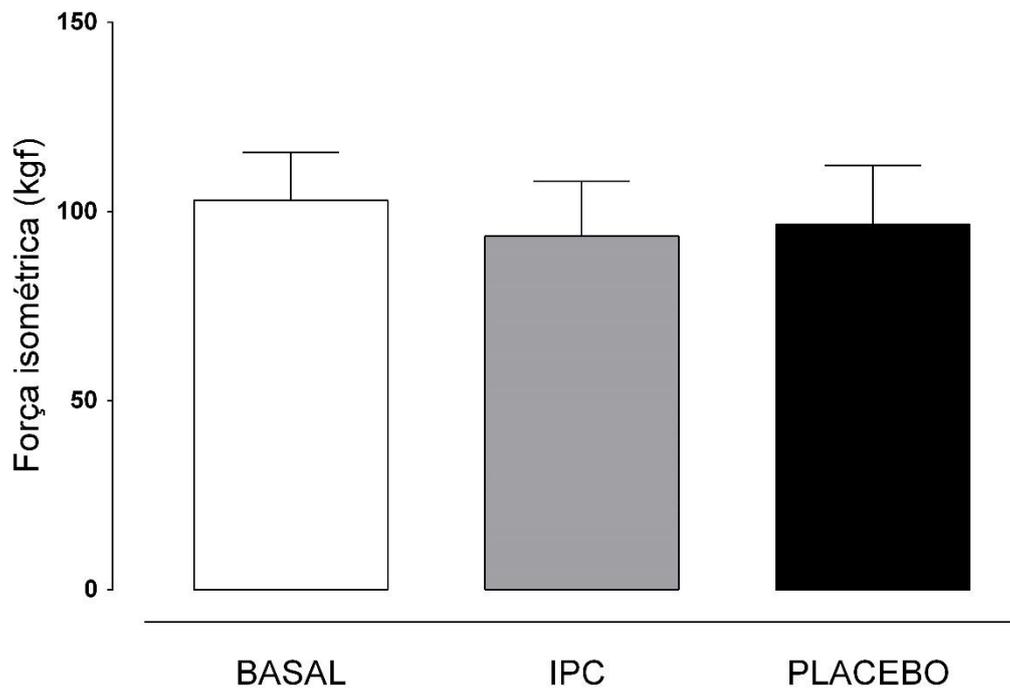


Figura 7. Valores da contração voluntária isométrica máxima após as condições Basal, IPC e PLACEBO. [Fonte: Elaborado pelo Autor, 2018]

5. DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de uma aplicação de curto prazo (i. e. cinco dias consecutivos) de IPC e também avaliar os efeitos de uma aplicação aguda simultânea de IPC e PLACEBO no desempenho do ER. Levamos em consideração os resultados favoráveis ao IPC agudamente e especulamos que um efeito semelhante também ocorreria com aplicações repetidas. Os principais achados foram que o IPC e PLACEBO aumentaram consideravelmente a carga total de trabalho no ER. O número total de repetições também aumentou significativamente comparado ao grupo CON, mas não foi diferente do PLACEBO após uma aplicação em curto prazo de 5 dias consecutivos. Além disso, nenhum efeito ergogênico foi observado para a aplicação aguda simultânea. Nossos resultados ampliam a perspectiva da literatura referente ao IPC no ER através de uma intervenção repetida de 5 dias de IPC, bem como uma intervenção simultânea aguda de ambos IPC/PLACEBO, que ao melhor de nosso conhecimento, não havia sido testado até o momento. Para o protocolo utilizado (i. e. oclusão a 50 mmHg acima da PAS) o IPC não promove efeitos ergogênicos capaz de superar o PLACEBO no teste de extensão de pernas no ER.

Em uma recente revisão com meta-análise, Salvador et al. (2016) propuseram que o IPC poderia ser mais efetivo em condições aeróbias do que em outros tipos de exercícios. Em contraste, Lindsay et al. (2017), verificaram melhora no desempenho de jovens ativos após uma aplicação de uma semana consecutiva de ciclos de IPC. Os autores relataram melhoras no desempenho de um protocolo de Keirin simulado (i. e. 4 testes de Wingate), em ambas variáveis de potência e capacidade aeróbia máxima, ao contrário do grupo placebo. Diferente do estudo de Lindsay et al. (2017) o grupo IPC em nosso estudo não foi superior a condição PLACEBO para o número total de repetições avaliado ou mesmo para a carga total de trabalho.

O IPC em nosso estudo não demonstrou alterações no teste isométrico avaliado. Avaliamos também uma condição isométrica, pois já foi demonstrado uma importante relação entre o pico de força gerado em teste isométrico e o desempenho em condições dinâmicas (WEST et al., 2011). Contudo os valores para ambas as condições avaliadas neste estudo não apresentaram diferenças entre si. Nossos resultados vão em caminho oposto ao estudo de Paradis-Deschenes, Joannis e Billaut (2016a) que observaram aumentos de aproximadamente 12% na força

muscular. Os autores acreditam que o aumento no volume sanguíneo local observado após o IPC e durante os intervalos entre os esforços, influenciaram positivamente o desempenho do grupo IPC. Em nosso estudo não avaliamos o fluxo sanguíneo, o que permitiria esta comparação. Por outro lado, as diferenças de tempo entre o término da aplicação de IPC (aproximadamente 8-10 minutos) e o início dos testes em nosso estudo podem ter influenciado nossos resultados. De fato, Lisboa et al. (2017) verificaram a possibilidade de um efeito do IPC ser dependente do intervalo entre o término do último ciclo restritivo de fluxo sanguíneo e a execução do exercício. Nadadores realizaram tiros consecutivos de 50-m em intervalos de 1, 2 e 8 horas após o fim da aplicação do IPC. Os resultados apontaram para um efeito ergogênico apenas a partir de 2 horas após a intervenção do IPC.

A possibilidade de uma tendência linear entre o intervalo de tempo entre o término de aplicação do IPC e o início do exercício no desempenho anaeróbio e de potência também foi especulado por Salvador et al. (2016). Em consonância com os dados de Lisboa et al. (2017), estes autores demonstraram em sua revisão que dentre os estudos avaliados, indícios de que um tempo mais prolongado (e. g. 40-50 minutos) seriam necessários para evidenciar um efeito mais pronunciado no desempenho (SALVADOR et al., 2016). Em contrapartida, estudos com intervalos curtos também já demonstraram efeitos positivos (CRISAFULLI et al., 2011; DE GROOT et al., 2010; KRAUS et al., 2015). Neste sentido, se há realmente um curso de tempo presente para um efeito positivo após aplicação de IPC no ER para a pressão de 50 mmHg aqui utilizadas, novas investigações devem ser realizadas.

Em adição aos testes de desempenho, coletamos as percepções subjetivas dos voluntários através de escalas específicas. A escala PRS foi avaliada previamente ao início dos testes experimentais de desempenho do estudo. Observamos que todos os voluntários se encontravam em nível semelhante ao início de cada teste experimental e sem diferenças significativas, minimizando um possível viés de recuperação incompleta e/ou cansaço antes das avaliações nos diferentes dias (MAROCOLO et al., 2016b).

Poucos estudos se preocuparam em verificar o estado de recuperação dos voluntários antes do início dos testes experimentais (MAROCOLO et al., 2016b; MAROCOLO et al., 2016c). Estas informações advindas de uma ferramenta prática e não invasiva contribuem para um olhar mais detalhado sobre o indivíduo, que reflete

na possibilidade de identificar uma recuperação inadequada após uma sessão de treinamento, baseando-se em sensações subjetivas que podem ser relatadas através da PRS (LAURENT et al., 2011). De fato, Bishop, Jones e Woods (2008) reconheceram que, embora extremamente importante para o treinamento, a recuperação é um componente pouco compreendido e frequentemente subestimado. Além disso, deve-se destacar ainda que para um desempenho atlético ótimo, há a necessidade de um balanço entre o estresse fruto do treinamento e um adequado período de recuperação (JEFFREYS, 2005).

Com relação a percepção subjetiva de esforço, a intervenção IPC parece não influenciar esta variável no ER. Altos escores foram observados para IPC (média 8,2), PLACEBO (média 7,9) e CON (média 8,3), mas sem diferenças entre elas (tabela 3).

A percepção de dor (EVA) também foi avaliada em nosso estudo e demonstrou diferenças significativas entre as condições IPC e PLACEBO. Curiosamente, no protocolo de aplicação simultânea, a condição PLACEBO apresentou valores representativos de dor ($1,5 \pm 1,7$), mesmo esta intervenção não obstruir o fluxo sanguíneo (aplicado a 20 mmHg). Observamos escores mínimos de dor para a condição PLACEBO no protocolo de aplicação de curto prazo. O fato de uma aplicação simultânea de ambos IPC numa perna e PLACEBO na perna contralateral no mesmo dia pode ter influenciado a percepção de dor dos voluntários, mesmo havendo um intervalo de 5 minutos entre cada fase de inflação e desinflação do manguito.

O IPC como estratégia ergogênica ainda se apresenta com resultados heterogêneos na literatura (MAROCOLO et al., 2016a). A variedade de protocolos de aplicação de IPC pode ser um fator responsável para estes resultados (INCOGNITO; BURR; MILLAR, 2016) mas deve-se destacar também a necessidade de se considerar um efeito placebo com a sua aplicação (DA MOTA; MAROCOLO, 2016). Beedie e Foad (2009) destacaram que no ambiente esportivo, a utilização de algumas estratégias com possível efeito ergogênico poderiam promover um mero efeito motivacional nos voluntários e que a crença do indivíduo poderia ser responsável pela melhora no desempenho em questão. Esta afirmação corrobora com o trabalho de Pollo, Carlino e Benedetti (2008) que observaram o efeito ergogênico do placebo no desempenho de extensão de pernas em homens fisicamente ativos. Para este estudo os autores realizaram dois experimentos, onde

o primeiro de maneira verbal, os pesquisadores induziram os voluntários a crer que estavam ingerindo altas doses de cafeína, embora fosse placebo. No segundo experimento, em adição a dose de “cafeína placebo” os autores realizaram um “procedimento de condicionamento”, em que reduziram a carga estabelecida para o teste sem que os sujeitos percebessem, levando-os a observarem uma melhora no desempenho. Por fim, a carga foi restaurada ao peso original, a “cafeína placebo” foi novamente administrada e realizado um último teste. Nos resultados, ambos os experimentos aumentaram o trabalho muscular para a condição placebo quando comparado ao controle, contudo, o segundo experimento foi superior ao primeiro (aumento de $11,8 \pm 16,1\%$ e $22,1 \pm 23,5\%$ para o primeiro e segundo experimento, respectivamente). Os autores concluíram que ações de condicionamento não farmacológicas podem ser muito eficazes na indução de efeito placebo, mediando alterações positivas no desempenho. Assim, dados as evidências acima de efeito placebo, não descartamos que a presença de aumento no número de repetições para ambas as condições IPC e PLACEBO podem ser explicadas pela possível crença do voluntário em estar recebendo um procedimento ergogênico.

Com objetivo de verificar uma possível indução de efeito placebo, questionamos aos voluntários previamente aos testes experimentais qual era sua expectativa de desempenho após as aplicações de IPC ou PLACEBO (FERREIRA et al., 2016). Os dados apresentados na tabela 5 não apresentaram uma unanimidade quanto as respostas observadas. Em dado momento, a expectativa de melhora do desempenho para a condição PLACEBO foi superior a condição IPC. Entretanto, não houve diferença para as condições IPC ou PLACEBO nos testes de desempenho avaliados. A falta de unanimidade nas respostas pode ter sido influenciada por alguns fatores, onde alguns sujeitos provavelmente não associaram sua resposta com a aplicação da intervenção em si, mas, por exemplo, com seu nível de recuperação percebido.

Por fim, uma limitação em nosso estudo deve ser levada em consideração. Nós não avaliamos o fluxo sanguíneo muscular após aplicação de IPC. Embora especulativo, esta variável tem sido relacionada como mediadora do aumento no desempenho após a intervenção de IPC (LIBONATI et al., 2001; PARADIS-DESCHENES; JOANISSE; BILLAUT, 2016a; TANAKA et al., 2016). Futuras pesquisas com IPC devem explorar a possibilidade de testar outros períodos de tempo entre o fim da aplicação de IPC e o início do exercício. Além disso, uma

abordagem futura referente a questão de expectativa de desempenho instantes antes da realização dos testes de desempenho deve ser considerada, reduzindo possíveis fatores interferentes para a coleta das respostas.

6. CONCLUSÃO

De acordo com o presente estudo, para o protocolo utilizado de 50 mmHg acima da PAS a aplicação de cinco dias consecutivos de IPC não melhorou o desempenho do número de repetições, força isométrica, ou índice de fadiga em exercício resistido de forma diferente da condição PLACEBO. Em adição, a aplicação simultânea de IPC/PLACEBO também não demonstrou alterar nenhuma das variáveis de desempenho analisadas. Neste sentido, pode-se dizer que a aplicação de IPC através do protocolo utilizado neste trabalho não promove efeitos ergogênicos no ER superiores a uma condição PLACEBO em indivíduos recreacionalmente treinados.

REFERÊNCIAS

- ADDISON, P. D. et al. Noninvasive remote ischemic preconditioning for global protection of skeletal muscle against infarction. **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, v. 285, n. 4, p. H1435-43, 2003.
- BAILEY, T. G. et al. Effect of ischemic preconditioning on lactate accumulation and running performance. **Med Sci Sports Exerc**, v. 44, n. 11, p. 2084-9, 2012.
- BANKS, L. et al. Short-term remote ischemic preconditioning is not associated with improved blood pressure and exercise capacity in young adults. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 41, n. 8, p. 903-6, 2016.
- BARBOSA, T. C. et al. Remote ischemic preconditioning delays fatigue development during handgrip exercise. **Scand J Med Sci Sports**, v. 25, n. 3, p. 356-64, 2015.
- BEAVEN, C. M. et al. Intermittent lower-limb occlusion enhances recovery after strenuous exercise. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 37, n. 6, p. 1132-9, 2012.
- BEEDIE, C. J. Placebo effects in competitive sport: qualitative data. **J Sports Sci Med**, v. 6, n. 1, p. 21-8, 2007.
- BEEDIE, C. J.; FOAD, A. J. The placebo effect in sports performance: a brief review. **Sports Med**, v. 39, n. 4, p. 313-29, 2009.
- BISHOP, P. A.; JONES, E.; WOODS, A. K. Recovery from training: a brief review. **J Strength Cond Res**, v. 22, n. 3, p. 1015-24, 2008.
- BOTKER, H. E. et al. Remote ischaemic conditioning before hospital admission, as a complement to angioplasty, and effect on myocardial salvage in patients with acute myocardial infarction: a randomised trial. **Lancet**, v. 375, n. 9716, p. 727-34, 2010.
- CLEVIDENCE, M. W.; MOWERY, R. E.; KUSHNICK, M. R. The effects of ischemic preconditioning on aerobic and anaerobic variables associated with submaximal cycling performance. **Eur J Appl Physiol**, v. 112, n. 10, p. 3649-54, 2012.
- COCKING, S. et al. Is There an Optimal Ischaemic Preconditioning Dose to Improve Cycling Performance? **Int J Sports Physiol Perform**, p. 1-25, 2017.
- CRISAFULLI, A. et al. Ischemic preconditioning of the muscle improves maximal exercise performance but not maximal oxygen uptake in humans. **J Appl Physiol (1985)**, v. 111, n. 2, p. 530-6, 2011.

CRUZ, R. S. et al. Effects of ischemic preconditioning on maximal constant-load cycling performance. **J Appl Physiol (1985)**, v. 119, n. 9, p. 961-7, 2015.

CRUZ, R. S. et al. Effects of ischemic preconditioning on short-duration cycling performance. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 41, n. 8, p. 825-31, 2016.

DA MOTA, G. R.; MAROCOLO, M. The Effects of Ischemic Preconditioning on Human Exercise Performance: A Counterpoint. **Sports Med**, v. 46, n. 10, p. 1575-6, 2016.

DE GROOT, P. C. et al. Ischemic preconditioning improves maximal performance in humans. **Eur J Appl Physiol**, v. 108, n. 1, p. 141-6, 2010.

DOWNEY, J. M.; DAVIS, A. M.; COHEN, M. V. Signaling pathways in ischemic preconditioning. **Heart Fail Rev**, v. 12, n. 3-4, p. 181-8, 2007.

EISEN, A. et al. Ischemic preconditioning: nearly two decades of research. A comprehensive review. **Atherosclerosis**, v. 172, n. 2, p. 201-10, 2004.

FERREIRA, T. N. et al. Ischemic Preconditioning and Repeated Sprint Swimming: A Placebo and Nocebo Study. **Med Sci Sports Exerc**, v. 48, n. 10, p. 1967-75, 2016.

FRANZ, A. et al. Ischemic Preconditioning Blunts Muscle Damage Responses Induced by Eccentric Exercise. **Med Sci Sports Exerc**, 2017.

GIBSON, N. et al. Effect of ischemic preconditioning on land-based sprinting in team-sport athletes. **Int J Sports Physiol Perform**, v. 8, n. 6, p. 671-6, 2013.

HARMAN, E.; GARHAMMER, J. Administration, Scoring, and Interpretation of Selected Tests. In: BAECHLE, T. R. e EARLE, R. W. **Essentials of strength training and conditioning**: Human Kinetics, 2008. cap. 12, p.249-292.

HORIUCHI, M. Ischemic preconditioning: Potential impact on exercise performance and underlying mechanisms. **J Phys Fitness Sports Med**, v. 6, n. 1, p. 15-23, 2017.

INCOGNITO, A. V.; BURR, J. F.; MILLAR, P. J. The Effects of Ischemic Preconditioning on Human Exercise Performance. **Sports Med**, v. 46, n. 4, p. 531-44, 2016.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **Br J Nutr**, v. 40, n. 3, p. 497-504, 1978.

JEAN-ST-MICHEL, E. et al. Remote preconditioning improves maximal performance in highly trained athletes. **Med Sci Sports Exerc**, v. 43, n. 7, p. 1280-6, 2011.

JEFFREYS, I. A Multidimensional Approach to Enhancing Recovery. **Strength Cond**, v. 27, n. 5, p. 78-85, 2005.

KALOGERIS, T. et al. Cell biology of ischemia/reperfusion injury. **Int Rev Cell Mol Biol**, v. 298, p. 229-317, 2012.

KHARBANDA, R. K. et al. Transient limb ischemia induces remote ischemic preconditioning in vivo. **Circulation**, v. 106, n. 23, p. 2881-3, 2002.

KHARBANDA, R. K. et al. Ischemic preconditioning prevents endothelial injury and systemic neutrophil activation during ischemia-reperfusion in humans in vivo. **Circulation**, v. 103, n. 12, p. 1624-30, 2001.

KILDUFF, L. P. et al. Preconditioning strategies to enhance physical performance on the day of competition. **Int J Sports Physiol Perform**, v. 8, n. 6, p. 677-81, 2013.

KRAEMER, W. J.; DUNCAN, N. D.; VOLEK, J. S. Resistance training and elite athletes: adaptations and program considerations. **J Orthop Sports Phys Ther**, v. 28, n. 2, p. 110-9, 1998.

KRAUS, A. S. et al. Bilateral upper limb remote ischemic preconditioning improves anaerobic power. **Open Sports Med J**, v. 9, n. 1, p. 1-6, 2015.

LALONDE, F.; CURNIER, D. Y. Can anaerobic performance be improved by remote ischemic preconditioning? **J Strength Cond Res**, v. 29, n. 1, p. 80-5, 2015.

LAURENT, C. M. et al. A practical approach to monitoring recovery: development of a perceived recovery status scale. **J Strength Cond Res**, v. 25, n. 3, p. 620-8, 2011.

LIBONATI, J. R. et al. Brief muscle hypoperfusion/hyperemia: an ergogenic aid? **J Strength Cond Res**, v. 15, n. 3, p. 362-6, 2001.

LIM, S. Y.; HAUSENLOY, D. J. Remote ischemic conditioning: from bench to bedside. **Front Physiol**, v. 3, p. 27, 2012.

LIM, S. Y.; YELLON, D. M.; HAUSENLOY, D. J. The neural and humoral pathways in remote limb ischemic preconditioning. **Basic Res Cardiol**, v. 105, n. 5, p. 651-5, 2010.

LINDSAY, A. et al. The effect of 1 week of repeated ischaemic leg preconditioning on simulated Keirin cycling performance: a randomised trial. **BMJ Open Sport Exerc Med**, v. 3, n. 1, p. e000229, 2017.

LISBOA, F. D. et al. The time dependence of the effect of ischemic preconditioning on successive sprint swimming performance. **J Sci Med Sport**, v. 20, n. 5, p. 507-511, 2017.

LOENNEKE, J. P. et al. Effects of cuff width on arterial occlusion: implications for blood flow restricted exercise. **Eur J Appl Physiol**, v. 112, n. 8, p. 2903-12, 2012.

MAGANARIS, C. N.; COLLINS, D.; SHARP, M. Expectancy Effects and Strength Training: Do Steroids Make a Difference? **Sport Psychol**, v. 14, n. 3, p. 272-278, 2000.

MAIA, M. F. et al. Effects of different rest intervals between antagonist paired sets on repetition performance and muscle activation. **J Strength Cond Res**, v. 28, n. 9, p. 2529-35, 2014.

MAROCOLO, M. et al. Crucial Points for Analysis of Ischemic Preconditioning in Sports and Exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v. 49, n. 7, p. 1495-1496, 2017.

MAROCOLO, M. et al. Are the Beneficial Effects of Ischemic Preconditioning on Performance Partly a Placebo Effect? **Int J Sports Med**, v. 36, n. 10, p. 822-5, 2015.

MAROCOLO, M. et al. Myths and Facts About the Effects of Ischemic Preconditioning on Performance. **Int J Sports Med**, v. 37, n. 2, p. 87-96, 2016a.

MAROCOLO, M. et al. Beneficial Effects of Ischemic Preconditioning in Resistance Exercise Fade Over Time. **Int J Sports Med**, v. 37, n. 10, p. 819-24, 2016b.

MAROCOLO, M. et al. Ischemic Preconditioning and Placebo Intervention Improves Resistance Exercise Performance. **J Strength Cond Res**, v. 30, n. 5, p. 1462-9, 2016c.

MCCLUNG, M.; COLLINS, D. "Because I know it will!": placebo effects of an ergogenic aid on athletic performance. **J Sport Exerc Psychol**, v. 29, n. 3, p. 382-94, 2007.

MULLIRI, G. et al. Ischemic preconditioning reduces hemodynamic response during metaboreflex activation. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol**, v. 310, n. 9, p. R777-87, 2016.

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. 1124-36, 1986.

MURRY, C. E. et al. Ischemic preconditioning slows energy metabolism and delays ultrastructural damage during a sustained ischemic episode. **Circ Res**, v. 66, n. 4, p. 913-31, 1990.

PAIXAO, R. C.; DA MOTA, G. R.; MAROCOLO, M. Acute effect of ischemic preconditioning is detrimental to anaerobic performance in cyclists. **Int J Sports Med**, v. 35, n. 11, p. 912-5, 2014.

PANG, C. Y. et al. Effector mechanism of adenosine in acute ischemic preconditioning of skeletal muscle against infarction. **Am J Physiol**, v. 273, n. 3 Pt 2, p. R887-95, 1997.

PANG, C. Y. et al. Acute ischaemic preconditioning protects against skeletal muscle infarction in the pig. **Cardiovasc Res**, v. 29, n. 6, p. 782-8, 1995.

PARADIS-DESCHENES, P.; JOANISSE, D. R.; BILLAUT, F. Ischemic preconditioning increases muscle perfusion, oxygen uptake, and force in strength-trained athletes. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 41, n. 9, p. 938-44, 2016a.

_____. Sex-Specific Impact of Ischemic Preconditioning on Tissue Oxygenation and Maximal Concentric Force. **Front Physiol**, v. 7, p. 674, 2016b.

PATTERSON, S. D. et al. The Effect of Ischemic Preconditioning on Repeated Sprint Cycling Performance. **Med Sci Sports Exerc**, v. 47, n. 8, p. 1652-8, 2015.

PHILLIPS, D. J. et al. Myoelectric and mechanical changes elicited by ischemic preconditioning in the feline hindlimb. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 7, n. 3, p. 187-92, 1997.

POLLO, A.; CARLINO, E.; BENEDETTI, F. The top-down influence of ergogenic placebos on muscle work and fatigue. **Eur J Neurosci**, v. 28, n. 2, p. 379-88, 2008.

PRZYKLENK, K. et al. Regional ischemic 'preconditioning' protects remote virgin myocardium from subsequent sustained coronary occlusion. **Circulation**, v. 87, n. 3, p. 893-9, 1993.

ROBERTSON, R. J. et al. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v. 35, n. 2, p. 333-341, 2003.

SABINO-CARVALHO, J. L. et al. Effect of Ischemic Preconditioning on Endurance Performance Does not Surpass Placebo. **Med Sci Sports Exerc**, 2016.

SALVADOR, A. F. et al. Ischemic Preconditioning and Exercise Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Int J Sports Physiol Perform**, v. 11, n. 1, p. 4-14, 2016.

SCHOEMAKER, R. G.; VAN HEIJNINGEN, C. L. Bradykinin mediates cardiac preconditioning at a distance. **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, v. 278, n. 5, p. H1571-6, 2000.

SEEGER, J. P. et al. Is delayed ischemic preconditioning as effective on running performance during a 5km time trial as acute IPC? **J Sci Med Sport**, 2016.

SFORZO, G. A.; TOUEY, P. R. Manipulating Exercise Order Affects Muscular Performance During a Resistance Exercise Training Session. **J Strength Cond Res**, v. 10, n. 1, p. 20-24, 1996.

SHARMA, V. et al. Characterization of acute ischemia-related physiological responses associated with remote ischemic preconditioning: a randomized controlled, crossover human study. **Physiol Rep**, v. 2, n. 11, 2014.

SHARMA, V. et al. From Protecting the Heart to Improving Athletic Performance - the Benefits of Local and Remote Ischaemic Preconditioning. **Cardiovasc Drugs Ther**, 2015.

STOKFISZ, K. et al. Ischaemic preconditioning - Current knowledge and potential future applications after 30 years of experience. **Adv Med Sci**, v. 62, n. 2, p. 307-316, 2017.

TANAKA, D. et al. Ischemic Preconditioning Enhances Muscle Endurance during Sustained Isometric Exercise. **Int J Sports Med**, v. 37, n. 8, p. 614-8, 2016.

TAPURIA, N. et al. Remote ischemic preconditioning: a novel protective method from ischemia reperfusion injury--a review. **J Surg Res**, v. 150, n. 2, p. 304-30, 2008.

THIELMANN, M. et al. Cardioprotective and prognostic effects of remote ischaemic preconditioning in patients undergoing coronary artery bypass surgery: a single-centre randomised, double-blind, controlled trial. **Lancet**, v. 382, n. 9892, p. 597-604, 2013.

TOCCO, F. et al. Muscle ischemic preconditioning does not improve performance during self-paced exercise. **Int J Sports Med**, v. 36, n. 1, p. 9-15, 2015.

TROJIAN, T. H.; BEEDIE, C. J. Placebo effect and athletes. **Curr Sports Med Rep**, v. 7, n. 4, p. 214-7, 2008.

WEST, D. J. et al. Relationships between force-time characteristics of the isometric midhigh pull and dynamic performance in professional rugby league players. **J Strength Cond Res**, v. 25, n. 11, p. 3070-5, 2011.

YOUNG, W. B. Transfer of strength and power training to sports performance. **Int J Sports Physiol Perform**, v. 1, n. 2, p. 74-83, 2006.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO
Programa de Pós-Graduação em Educação Física – Mestrado
secretaria@ppgef.ufm.edu.br

CEP/UFTM

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPAÇÃO EM PESQUISA

1. TÍTULO DO TRABALHO EXPERIMENTAL

“Dois diferentes protocolos de pré-condicionamento isquêmico para membros inferiores e suas respostas no desempenho do exercício resistido”

2. OBJETIVOS

Avaliar o efeito de dois diferentes protocolos de pré-condicionamento isquêmico (IPC) sobre o desempenho de exercícios resistidos em adultos jovens recreacionalmente treinados.

3. JUSTIFICATIVA

O IPC é caracterizado como uma estratégia na qual episódios breves de obstrução do fluxo sanguíneo (isquemia) são realizados, seguidos pela liberação do fluxo sanguíneo (reperusão) no membro. Este procedimento vem sendo aplicado no âmbito esportivo com intuito de promover possíveis benefícios no desempenho físico.

No contexto esportivo, o êxito e o fracasso podem ser determinados por pequenas diferenças no desempenho. Neste sentido, profissionais que interferem direta e indiretamente no desempenho esportivo buscam implementar e aprimorar técnicas capazes de potencializar o resultado dos praticantes. Nesta perspectiva, o IPC se revela como possível emergente estratégia capaz de melhorar o

desempenho. Assim, conhecer as respostas do IPC em diferentes situações e campos de aplicação representa diagnosticar sua possível efetividade com uma técnica ergogênica simples e prática. Não o bastante, frente aos pareceres mistos a respeito do IPC, compreender áreas inexploradas desta metodologia representa ainda ampliar o conhecimento da literatura específica sobre seus efeitos, contribuindo para evolução do âmbito esportivo em geral.

4. PROCEDIMENTOS DO EXPERIMENTO

4.1. Amostra

Serão recrutados 30 adultos, entre 18 e 30 anos, sendo todos praticantes de exercício resistido (ER) e que não apresentem nenhum problema de saúde que impeça a prática dos exercícios propostos. Os adultos treinados serão todos praticantes de exercício físico da modalidade de ER e que treinam regularmente, com o mínimo de um ano e com frequência mínima de três vezes por semana, planejados por um profissional capacitado. Previamente aos testes, todos os voluntários da pesquisa serão informados quanto a todos os procedimentos, testes e avaliações que serão submetidos. Por fim, deverão assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

4.2. Testes

O experimento será realizado na Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM). Os voluntários deverão comparecer ao local de testes no máximo 8 dias distintos, com visitas de aproximadamente uma hora. As visitas serão destinadas a familiarização com os procedimentos do estudo, contato com os avaliadores da pesquisa, equipamentos utilizados, escalas subjetivas e esclarecimento de qualquer dúvida. Haverá assinatura do TCLE, avaliação antropométrica (massa corporal, estatura, percentual de gordura) e apresentação das escalas subjetivas de recuperação, de percepção subjetiva de esforço e de percepção de dor.

Em adição, serão realizados teste de 1 repetição máxima (1RM), teste de contração voluntária isométrica máxima (CVIM) e a realização de 3 séries máximas de extensão de pernas unilateral com uma carga de 75% do 1RM pré-determinado.

Os testes serão realizados em clima considerados ideais do ambiente para se praticar exercício físico. Caso aconteça alguma intercorrência devido a sua participação ao estudo, o participante será levado se necessário ao hospital da cidade, custeado pelos pesquisadores.

Os procedimentos de IPC serão realizados com um manguito de pressão arterial convencional (esfigmomanômetro aneroide), aplicados previamente aos testes de desempenho do estudo.

5. RISCOS ESPERADOS

Os testes podem causar certo desconforto na realização do pré-condicionamento isquêmico e físico ao avaliado por ser levado a um esforço físico máximo. Estes desconfortos físicos podem ser cansaço durante e após o teste, uma parcela de dor muscular tardia (se inicia por volta de 24 a 48 h depois do exercício com sua cessação por volta de 72 h após o exercício). Assim, qualquer problema além dos citados ou em excesso deve ser comunicado imediatamente aos avaliadores. Contudo, ressalva-se que apenas adultos treinados e habituados com a prática de ER participarão da pesquisa.

6. BENEFÍCIOS

Para todos os participantes serão fornecidos os dados das avaliações físicas e antropométrica. Em adição, serão fornecidas informações em relação a resposta do desempenho físico como da recuperação provocados pela manobra do IPC.

7. PARTICIPAÇÃO VOLUNTARIA, CONFIDENCIALIDADE E CUSTOS

O próprio sujeito tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo ao atendimento a que está sendo ou será submetido. Não haverá ao voluntário qualquer custo financeiro para participar deste estudo.

Ressalva-se que todas as informações obtidas para este estudo são de caráter confidencial e que por ocasião da publicação dos resultados, o nome dos voluntários será mantido em sigilo absoluto.

8. CRITÉRIOS PARA SUSPENDER OU ENCERRAR A PESQUISA

Caso ocorra algum risco ou imprevisto, a pesquisa será encerrada imediatamente. Caso contrário, a pesquisa possivelmente será encerrada ao final dos experimentos.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE, APÓS ESCLARECIMENTO

Título do projeto: “Dois diferentes protocolos de pré-condicionamento isquêmico para membros inferiores e suas respostas no desempenho do exercício resistido”

Eu, _____, li e/ou ouvi o esclarecimento acima e compreendi para que serve o estudo e a quais procedimentos serei submetido. A explicação que recebi esclarece os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento, sem justificar minha decisão e que isso não afetará o tratamento/serviço que estou recebendo. Sei que meu nome não será divulgado, que não terei despesas e não receberei dinheiro para participar do estudo. Concordo em participar do estudo, **“Dois diferentes protocolos de pré-condicionamento isquêmico para membros inferiores e suas respostas no desempenho do exercício resistido”**, e receberei uma via assinada deste documento.

Uberaba, ____/____/____

Assinatura do voluntário

Assinatura do pesquisador responsável

Contato do pesquisador:
Nome: Hiago Leandro Rodrigues de Souza
E-mail: hlrsouza@gmail.com
Telefone: (35) 99806-0667
Endereço: Av. Tutunas, 490
CEP: 38061-500

Em caso de dúvida em relação a esse documento, favor entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, pelo telefone (34) 3700-6776.

APÊNDICE B – ARTIGO

Repeated ischemic preconditioning and sham intervention promote similar effects on resistance exercise performance

Hiago L. R. de Souza¹, Rhaí A. A. Oliveira¹, Gustavo R. da Mota¹, Moacir Marocolo^{1,2}

¹Human Performance and Sport Research Group, Post-Graduate Program in Physical Education and Sports, Federal University of Triângulo Mineiro, Uberaba, Brazil. ²Physiology and Human Performance Research Group, Department of Physiology, Federal University of Juiz de Fora, Juiz de Fora, Brazil.

Abstract

This study evaluated the effect of ischemic preconditioning (IPC) on resistance exercise in two circumstances: 1) during 5-day application (IPC, SHAM or control); and 2) after simultaneous application (IPC on one thigh and SHAM on the contralateral thigh). Thirty healthy trained men performed a 1RM test and retest prior to evaluations. Maximal force isometric test, number of repetitions, total load, fatigue index and perceived scales were also measured for knee extension tests. IPC intervention consisted of 3 cycles of 5 minutes of occlusion at 50 mmHg above systolic blood pressure alternated with 5 minutes of reperfusion at 0 mmHg of pressure for a total of 30 minutes. The SHAM session was similar to IPC, however the pressure used was only 20 mmHg. For the control protocol no cuff was applied, where the subject remained passive in supine position for 30 minutes. The results showed that the number of repetitions increased significantly for the IPC (approximately between 5 and 8 repetitions) and SHAM (approximately between 7

and 8 repetitions) conditions, when compared to their baseline condition. Similarly, the total load increased significantly only for the IPC ($p=0.0274$) and SHAM ($p=0.0052$) conditions for the delta of the first day of evaluations. Lastly, both isometric force and fatigue index were similar for the experimental conditions. Both IPC and SHAM interventions promoted increase in number of repetitions of resistance exercise in lower limbs.

Key-Words: strength training, blood occlusion, isometric force, ischemia.

INTRODUCTION

In the competitive sporting context, innovative ways could improve exercise performance and, some strategies focused on pre-competitive moment has been receiving attention (13). Some periods of local blood flow restriction followed by reperfusion, named as ischemic preconditioning (IPC) (5), have been already improved cycling (7), running (2) and swimming (11) performance. However, divergent results also compose the literature (23), restricting conclusive statements about this technique.

IPC was first applied in the clinical scenario, reducing the deleterious effects of prolonged ischemic events (26). Its application protected myocardial tissue (26) and improved endothelial function (12). Although the mechanisms of IPC are still not fully understood, a probably joint action of humoral and neural factors is pointed out as some of those responsible for these effects (34, 35).

Currently, the IPC has been applied acutely (i.e., just once before the exercise test) in various conditions of exercise. However, continuous application (i.e., a few days) in the exercise performance is still incipient in the literature. Based on acute

favorable IPC results, it would be plausible to expect a similar effect in repeated applications. Lindsay et al. (17) evaluated the performance on four consecutive Wingate tests, after one week of IPC intervention. They reported ergogenic effects on power output (11% increase in peak power and 4.3% in mean power) and maximal aerobic capacity (9.5% increase) for IPC, differently from placebo. In contrast to this evidence, Banks et al. (3) conducted a 9-day IPC study and did not demonstrate positive effects after the protocol. Their outcome of blood pressure, anaerobic threshold and peak of VO_2 verified in a progressive test in cycle ergometer were shown unchanged.

Tested in aerobic and anaerobic conditions (9), little attention has been given to the possible effects of IPC on resistance exercise (RE), being cycling and running dominant in this direction. The RE is an important tool to optimize athletic ability (14), which can promote muscle mass increase, improve force generation and reduce the risk of injury (38). Thus, verifying the RE results through the application of a simple and practical strategy, such as IPC, would be convenient.

It should also be considered inherent in the studies of new strategies with possible ergogenic effect in the exercise, an occurrence of placebo effects (4), including in IPC reports (22, 24, 25, 30). Previously demonstrated, the absence of physiological effects after application of the IPC, added to the inability to surpass the placebo (24, 25), strengthens this positioning.

With this in mind, other authors have established terms such as responders and non-responders (9) or even believers and nonbelievers (21) demonstrate the heterogeneous nature of this strategy. In this way, data from a simultaneous application of IPC and placebo have not yet been explored and would allow a new perspective on its application in the exercise. Thus, the aim of this study was: 1) to

evaluate the effects of a 5-day IPC application, and 2) to compare the effect of a simultaneous application of IPC and placebo on RE.

METHODS

Experimental Approach to the Problem

Thirty healthy men participated in a randomized, single-blind study. Two experimental protocols were performed to evaluate 1) the effects of a 5-day IPC application, which will now be referred to as short-term application (figure 1A), and 2) the effect of a simultaneous application of IPC and placebo (figure 1B). For both protocols, we performed an isometric test and 3 maximal sets of unilateral leg extension after 3 cycles of blood occlusion and reperfusion (IPC, SHAM or Control [CON] when appropriate). Test and retest of 1RM were also performed. The IPC session consisted of 3 cycles of 5 minutes of occlusion at 50 mmHg above systolic blood pressure (previously measured) alternated with 5 minutes of reperfusion at 0 mmHg of pressure for a total of 30 minutes. The SHAM session consisted of 3 cycles of 5 minutes cuff administration at 20 mmHg of pressure alternated with 5 minutes of reperfusion at 0 mmHg for a total of 30 minutes. The occlusion and reperfusion phases were conducted alternately between legs, with subjects remaining in supine position. In the CON protocol no cuff was applied, where the subject remained in the supine position passively for 30 minutes. Approximately 8 minutes after cuff removal, subjects performed the isometric test and also 3 maximal sets of unilateral leg extension with 75% of predetermined 1RM. Isometric force, number of repetitions, total load, fatigue index and perceived scales were measured.

Subjects

Subjects were healthy and young men. The participants had at least one year of experience on RE and had been involved in regular training for at least three days per week. Twenty participated in the first protocol and 10 were included in the second one (table 1). Exclusion criteria included: 1) smoking history during the previous 3 months, 2) presence of any cardiovascular or metabolic disease, 3) systemic hypertension ($\geq 140/90$ mmHg or use of antihypertensive medication), 4) use of creatine supplementation, 5) use of anabolic steroids, drugs or medication with potential impact in physical performance (self-reported), or 6) recent presence of musculoskeletal injury. Experimental procedures were approved by the local institutional Ethical Committee for Human Experiments (n. 993.636) and were performed by the Declaration of Helsinki. Also, all procedures were explained to volunteers, and they signed an informed consent form before data collection.

Table 1. Characteristics of subjects

Age (y)	Height (cm)	Weight (kg)	Body fat (%)	1RM (kg)	75% 1RM	Training history	
						Years	h/week
1st protocol (n=20)							
23.7 \pm 4.3	176.9 \pm 6.6	80.1 \pm 12.2	13.4 \pm 5.6	89.9 \pm 15.4	67.4 \pm 11.5	3.3 \pm 2.3	4.1 \pm 1.0
2nd protocol (n=10)							
22.7 \pm 3.3	176.7 \pm 5.5	74.8 \pm 5.6	11.8 \pm 4.2	83.8 \pm 11.9	62.9 \pm 8.9	3.7 \pm 1.7	4.0 \pm 0.9

Values are expressed in mean \pm SD.

Protocols

We did two experimental protocols for this study (figure 1). In the first, we evaluated the effects of the short-term application of IPC on RE performance indicators (number of repetitions, total load, isometric force, fatigue index) and perceived scales. On separate occasions (at least 2 days in-between), baseline performance tests were carried out. Besides that, IPC, SHAM or CON were applied on 5 consecutive days in the week, with reevaluation of performance tests and perceived scales on the first, third and fifth day after intervention (i.e., IPC, SHAM or CON) application.

The second protocol evaluated the acute effects of the simultaneous application of IPC on one thigh and SHAM on the contralateral thigh of the volunteers. Following the baseline tests, in subsequent visits, unilateral IPC and SHAM on contralateral thigh was applied. For last, the previously mentioned application was changed with SHAM unilateral and IPC on contralateral thigh. Both protocols included two moments of familiarization with perceived scales (intended to clarify any doubts) and the isometric test.

This was a randomized single-blind (volunteers only) design study. The data collection was individualized, with no contact between study participants. All tests were conducted by the same experienced researcher, at the same period of the day (16:00-18:00h). The volunteers were instructed to refrain from coffee and alcohol consumption 24 hours before and to practice strenuous exercises 48 hours preceding testing.

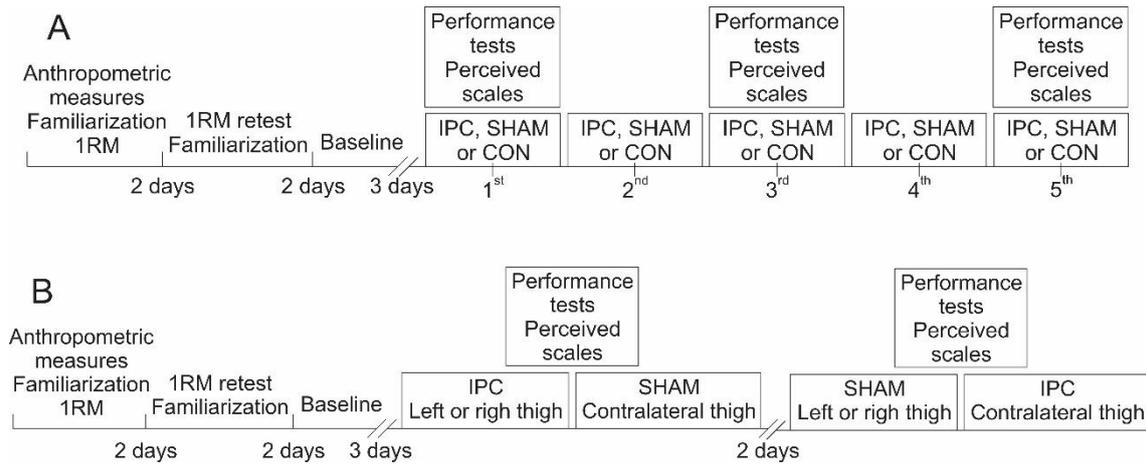


Figure 1. Experimental design of: A) the first protocol, consisting of 5 consecutive (IPC, SHAM or CON) application, performance tests measurements and perceived scales and B) the second one, consisting of simultaneous application of IPC on one thigh and SHAM on the other, followed by the same procedure, changing the thighs after 2 days.

Anthropometric Measures

Body mass and height were measured using a medical beam scale with stadiometer (model 110CH, Welmy®, Santa Barbara d'Oeste, Brazil). The body mass was assessed with the volunteers dressing only shorts. For the height, the subjects were instructed to perform a deep inspiration. Body fat percentage (%) was estimated using the 3-site skinfold method (10).

Unilateral 1 Repetition Maximum Test and Retest

The leg extension tests were performed on a leg extension machine (Physicus®, Auriflama, Brazil). First, the volunteers performed a general warm-up (3-5 minutes of light activity involving the muscle group to be tested), followed by a specific warm-up (1 set of 10-12 repetitions of unilateral leg extension with 30% of

body mass load) according with a movement velocity of (1:2), being 1 second for the concentric phase and 2 seconds for the eccentric phase. Rests interval of 5 minutes were established between each attempt to 1RM. No more than 5 attempts were necessary to find the value of 1RM. The 1RM was established when the volunteer was able to perform one completed repetition of the movement (concentric and eccentric phase in the predetermined cadence), but not perform a second repetition without assistance. The 1RM test procedure is in accordance with National Strength and Conditioning Association recommendation (1) and the following strategies was adopted: i) standardized instructions about the testing procedures were given to subjects before test; (ii) subjects received standardized instructions concerning exercise technique; (iii) similar verbal encouragement was provided during tests; (iv) feedback about the concordance with the cadence of movement. A metronome (DM50, Seiko®, Tokyo, Japan) was used to ensure the correct cadence of movement.

The intraclass correlation coefficient (ICC) was calculated for 1RM test and retest acute (0.981; CI = 0.942-0.993 and short-term (0.984; CI = 0.936-0.996) protocols.

Ischemic Preconditioning, SHAM and control Intervention

The IPC session consisted of 3 cycles of 5 minutes of occlusion at 50 mmHg above systolic arterial blood pressure of each subject (previously measured) (33), using a 77 x 21,5 cm cuff applied around the sub inguinal region of the upper thigh. Each cycle of IPC was alternated with 5 minutes of reperfusion at 0 mmHg, resulting in a total intervention of 30 minutes. The pressure applied was in accordance with previous recommendation (19, 33), considering the circumference of member and

width of cuff to certify that all subjects would have the blood flow fully occluded during the ischemia. The SHAM application, similarly to IPC, consisted of 3 cycles of 5 minutes at 20 mmHg alternated by cycles of simulated reperfusion with 0 mmHg, resulting in a total intervention of 30 minutes. The occlusion and reperfusion phases were conducted alternately between the thighs, with the volunteer in supine position. The effectiveness of occlusion in the IPC session was constantly checked by auscultation of the tibial anterior artery (19, 25), during the phases when the cuff was inflated and deflated. The aforementioned also was conducted in the SHAM session to prove that the blood flow was not influenced. To avoid a potential placebo effect (21, 24, 25), the volunteers were informed that both conditions (IPC and SHAM) could improve performance. Also, to prevent nocebo (negative) effects the volunteers were informed that IPC and SHAM would cause absolutely no harm, despite discomfort related to the maneuvers (8). A control group (CON) was present only in the first protocol. For CON, no cuff was used, with the volunteers remaining in the supine position passively for 30 minutes.

Maximum Voluntary Isometric Contraction Test and Set of Repetition to Failure

The warm-up for this test started 5-min after the intervention (IPC, SHAM or control) to remove the cuff and set up the volunteer on the leg extension machine. Also, it seems that IPC could improve exercise performance within 45-min of the final cuff inflation (28). The specific warm-up consisted of one set of 10-12 repetitions of unilateral leg extension with 50% of the 1RM load.

After the warm-up, 3 attempts (contractions of 10 seconds with one minute of rest between attempt) of unilateral maximum voluntary isometric contraction (MVIC)

with force production recording by a load cell (Miotec®, Porto Alegre, Brazil) installed in the own leg extension machine was assessed. The MVIC test was similar to described in MAIA et al. (20). Briefly, the volunteers performed the knee extension with a hip (100°) and knee (90°) fixed angles. An ankle strap was placed 2 cm proximal to the medial malleolus and a load cell was positioned perpendicular to tibiae alignment. The mean of the 3 attempts were considered for data analysis. Following, a rest interval of 3 minutes was established between MVIC test and the beginning of the maximum repetition sets. Three sets of unilateral leg extension with the predetermined 75% 1RM load were performed. Movement velocity in all sets was controlled (1:2) by a metronome (DM50, Seiko®, Tokyo, Japan).

The fatigue index (FI) was considered as the degree of decrease of number of repetitions during the 3 sets of leg extension, expressed as percentage (32). $FI = (set1 - set3) / set1 \times 100$.

Perceived recovery status, pain scale and rate of perceived exertion

Before the start of the performance tests, in all moments of the first protocol, the Perceived Recovery Status of volunteers was recorded (16). The lowest value means a poorly recovered individual and with an expectation of impaired performance. The highest value means a very well recovered individual, with expecting a better performance. The pain perception after the IPC or SHAM applications also was evaluated, through a visual analogue scale. The visual analogue scale consists of a 0-10 score scale (15), where the lowest value means “none of pain” and the highest value means “unbearable pain”. In addition, the rate of

perceived exertion was assessed through the OMNI-RES (values from 0 to 10), after each leg extension set (29).

Statistical Analysis

The Shapiro-Wilk and Levene tests were applied to verify the normality of data and homogeneity, respectively. For the first protocol, analysis of variance (two-way ANOVA of repeated measures) with Tukey post-hoc was applied to number of repetitions, isometric force and total load. One-way ANOVA with Tukey post-hoc was also applied to verify differences in the delta calculation for number of repetitions, isometric force and total load, as well as for fatigue index, RPE and PRS. For the second protocol, one-way ANOVA was also performed to compare the number of repetitions, isometric force and fatigue index. Unpaired T test or Mann-Whitney was used to compare pain perception. The values are expressed in mean \pm SD, considering level of significance as $p < 0.05$. The software used for data analysis was Graph Pad (Prism® 6.0; San Diego, CA, USA)

RESULTS

First Protocol

No difference was found for recovery status ($p=0.2775$). Rate of perceived exertion presented high values, but no significant difference on all days (table 2).

The maximum number of repetitions increased significantly for the IPC (approximately between 5 and 8) and SHAM (approximately between 7 and 8) when

compared to their baseline moment (figure 2A). When calculating the differences between the number of repetitions of the baseline moment with the other days (i.e. delta), a significant difference was observed only on day 1 for the IPC and SHAM conditions (figure 2B). Similarly, the total load showed significant differences only for IPC ($p=0.0274$) and SHAM ($p=0.0052$) for the delta of the first day of evaluations (figure 3).

Table 2. Rate of perceived exertion after the experimental trials of the study

	CON	IPC	SHAM	<i>p</i>
Baseline	7.9 ± 1.5	8.8 ± 1.1	8.2 ± 0.6	0.3616
Day 1	8.7 ± 1.2	7.8 ± 1.7	8.0 ± 1.4	0.5713
Day 3	8.3 ± 1.3	8.4 ± 1.0	8.2 ± 1.5	0.9435
Day 5	8.3 ± 1.0	8.0 ± 1.5	7.3 ± 1.3	0.4197

Values are expressed in mean ± SD.

The fatigue index did not differ among the conditions ($p=0.5274$) and the isometric force also showed similar values for all the conditions in all the days ($p=0.1205$).

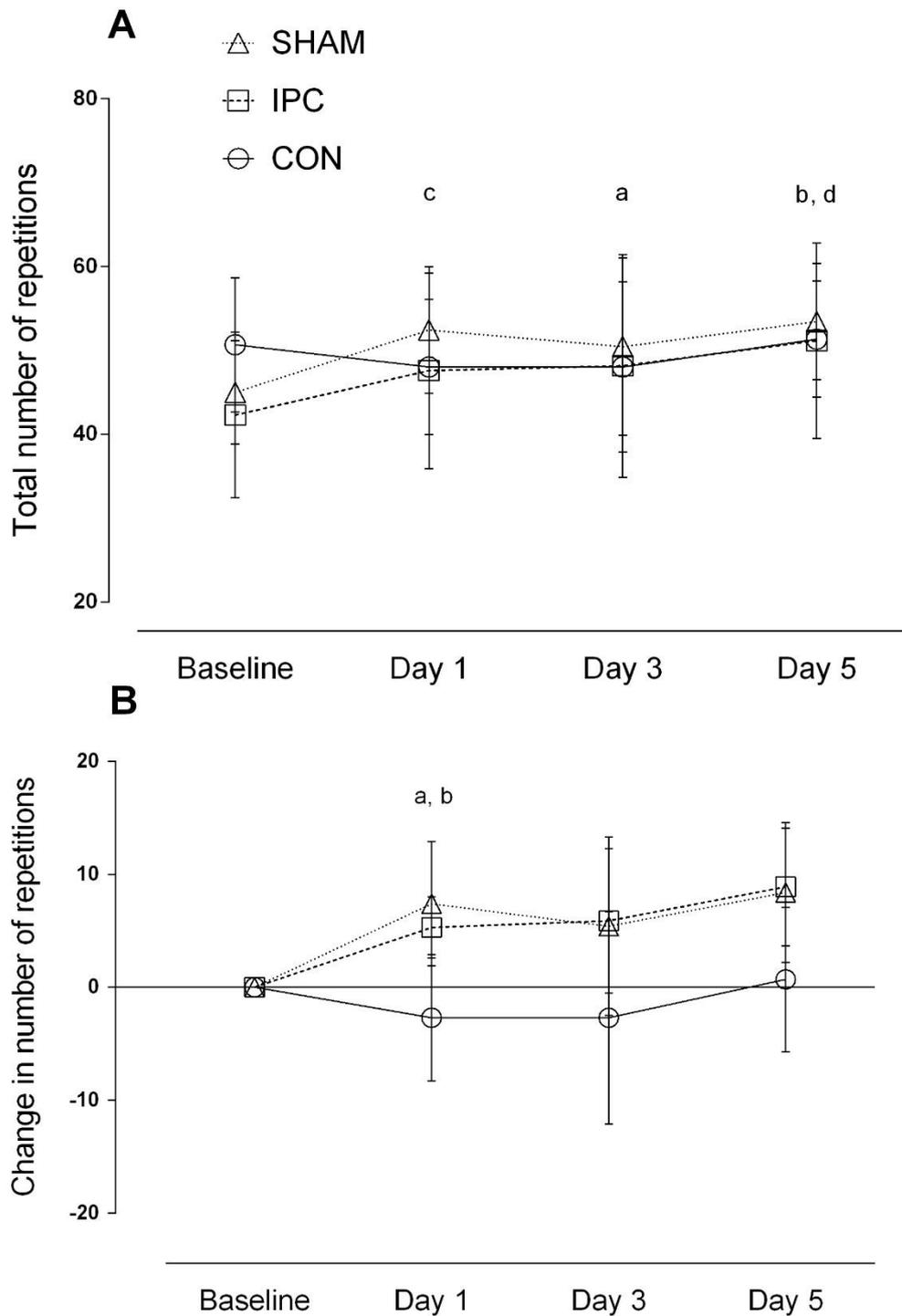


Figure 2. A) Total number of repetitions for the IPC, SHAM and CON conditions in the different moments evaluated in the study. Difference to IPC baseline vs IPC day 3 (^a $p=0,0417$); IPC baseline vs IPC day 5 (^b $p=0,0008$); SHAM baseline vs SHAM day 1 (^c $p=0,0058$); SHAM baseline vs SHAM day 5 (^d $p=0,0014$). B) Change in the number of repetitions after five consecutive days of IPC, SHAM and CON intervention. Differences only for IPC (^a $p=0,0274$) and SHAM (^b $p=0,0052$) vs CON day 1.

The pain perception for IPC and SHAM applications are presented in the table 3.

Table 3. Pain perception after IPC and SHAM applications.

	IPC	SHAM	<i>p</i>
Baseline	-	-	-
Day 1	5.5 ± 2.2	0.2 ± 0.7	0.0012
Day 3	4.8 ± 2.0	0.2 ± 0.7	0.0017
Day 5	4.0 ± 2.5	0.2 ± 0.7	0.0087

Values are expressed in mean ± SD.

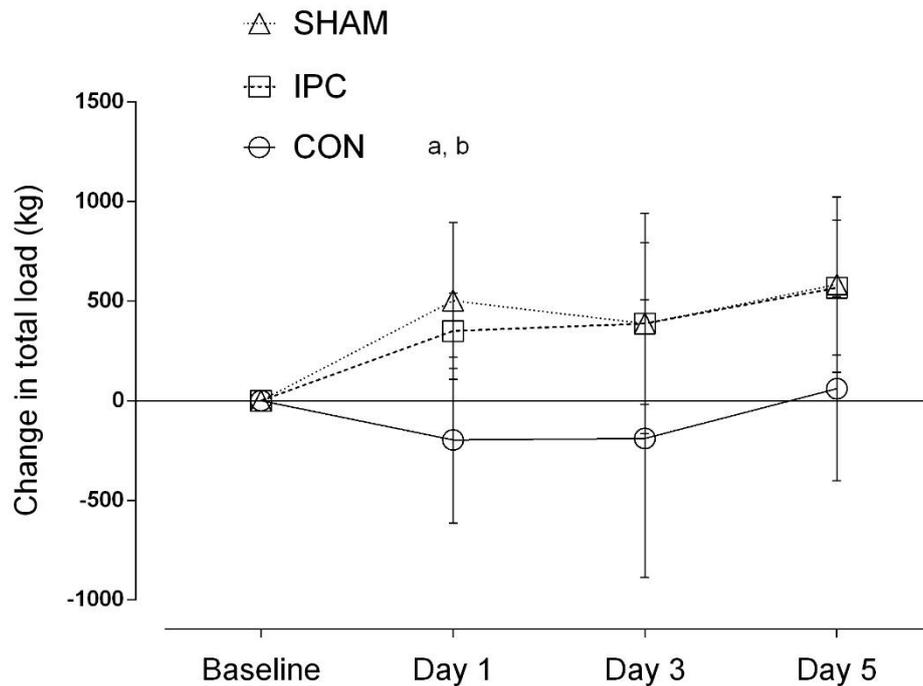


Figure 3. Change in the total load (number of repetitions × load) among the moments of the study. Differences only for IPC (^a*p*=0,0274) and SHAM (^b*p*=0,0052) vs CON day 1.

Second Protocol

For the analysis of the number of replicates, all results of the IPC, SHAM and CON conditions were pooled. Thus, for this comparison a total n of 20 was used (e.g. 10 legs were given the IPC intervention on the first day and consequently a further 10 on the last day). The number of repetitions did not differ ($p=0.8501$) among the conditions (IPC 23.2 ± 4.0 , SHAM 23.2 ± 4.2 , CON 22.6 ± 3.6) (figure 3A), as well as the isometric force ($p=0.1408$) (figure 3B) and the fatigue index ($p=0.4283$).

The pain perception after the simultaneous application was significantly higher for IPC than for SHAM (5.5 ± 2.0 vs 1.5 ± 1.7 ; $p<0.0001$; respectively).

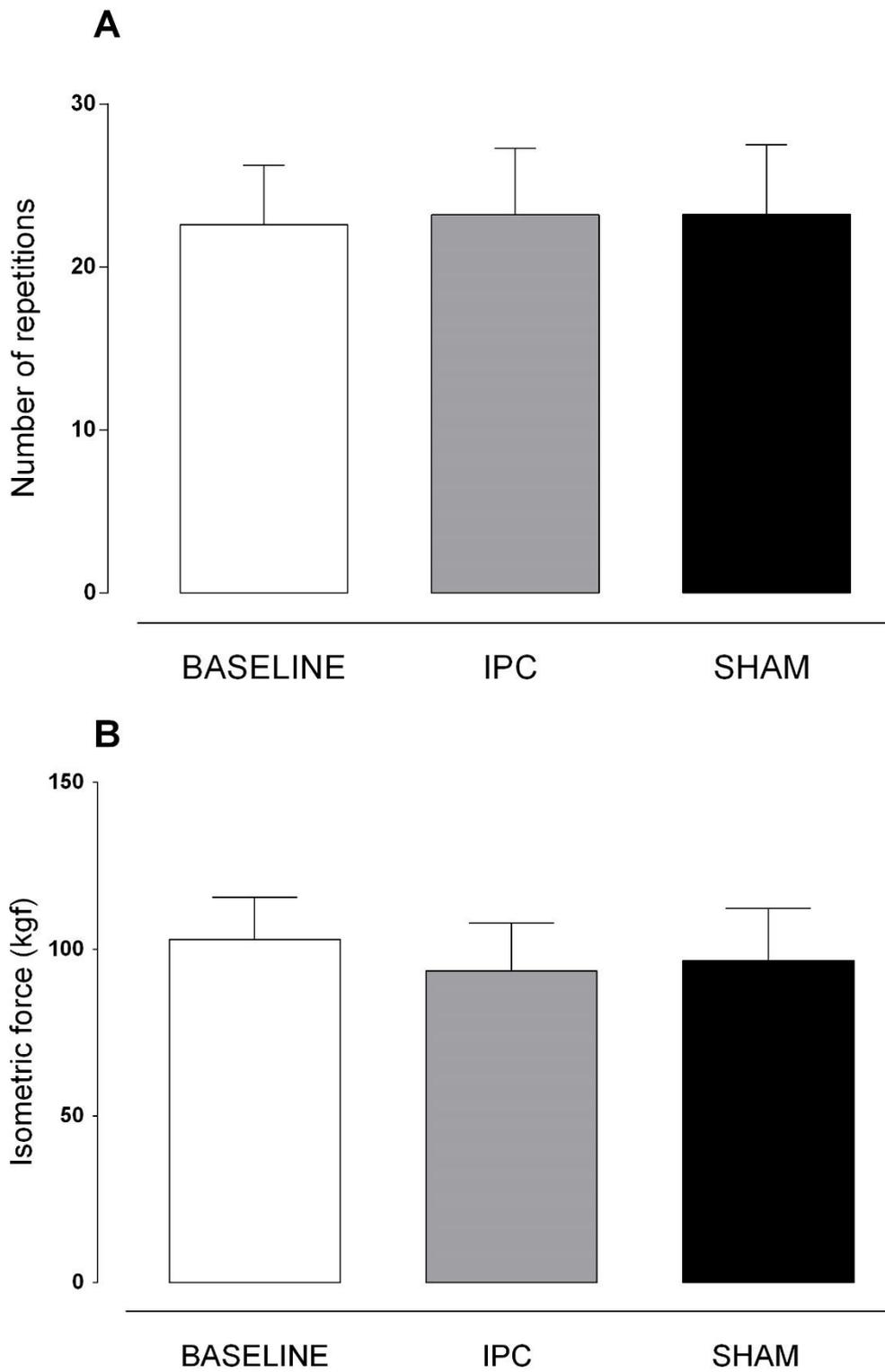


Figure 3. A) Total number of repetitions at baseline, IPC and SHAM conditions; B) MVIC values at baseline, IPC and SHAM conditions

DISCUSSION

This study evaluated the effects of the short-term application of IPC and also to evaluate the effects of a simultaneous acute application of IPC and SHAM on the RE performance. The main findings were that the IPC and SHAM increased the total load in the RE on first protocol considerably. The total number of repetitions also increased significantly compared to the CON group but was no different from SHAM after a short-term application of 5 consecutive days. In addition, no ergogenic effect was observed for the simultaneous acute condition.

Our results broaden the perspective of the IPC literature in the RE through a repeated intervention of 5 days of IPC, as well as an acute simultaneous intervention of both IPC/PLACEBO, which to the best of our knowledge, had not been tested so far. For the protocol used (i. e occlusion at 50 mmHg above SBP), IPC does not promote ergogenic effects capable of surpass the SHAM condition in the leg extension test in the RE. In a recent review with meta-analysis Salvador et al. (31) proposed that the IPC could be more effective in aerobic conditions than in other types of exercises. In contrast, Lindsay et al. (17) verified an improvement in the performance of active volunteers after an application of a consecutive 7 days of IPC intervention. The authors reported improvements in performance of a simulated Keirin protocol (four Wingate tests), in both power and maximal aerobic capacity variables, only for the IPC group. Differently, from Lindsay et al. (17) results, the IPC group in our study did not surpass the SHAM condition for the total number of repetitions evaluated or even for the total load.

The IPC in our study also did not show changes in the isometric test assessed. We also evaluated an isometric condition, since it has already been shown

an important relation between the peak of force generated in the isometric test and the performance in dynamic conditions (37). However, the values for both conditions evaluated in this study did not present differences between them. Our results go the opposite way with Paradis-Deschenes, Joanisse and Billaut (27) study which observed increases of approximately 12% in muscle force. The authors believe that the increase in local blood volume observed after the IPC and during the intervals between the exercises positively influenced the performance of the IPC group. In our study, we did not evaluate blood flow, which would allow this comparison. On the other hand, the time differences between the end of the IPC application (approximately 8-10 minutes) and the beginning of the tests in our study may have influenced our results. Indeed, Lisboa et al. (18) verified the possibility that an IPC effect will be dependent on the interval between the end of the last restrictive blood flow cycle and the execution of the exercise. Swimmers performed consecutive 50-m tests at intervals of 1, 2 and 8 hours after the end of IPC application. The results pointed to an ergogenic effect only after 2 hours after the intervention (18). If there is a present time-course for effect after application of IPC in the RE, further investigations must be performed.

In addition to performance tests, we assessed subjective perceptions of volunteers through specific scales. The perceived recovery status scale was evaluated before the beginning of the experimental trials of the study. We observed that all the volunteers were at a level similar to the beginning of each experimental test and without significant differences, minimizing a possible incomplete recovery bias before assessments on the different days (24). Regarding the rate of perceived exertion, the IPC application does not seem to influence this variable. High scores

were observed for IPC (mean 8.2), SHAM (mean 7.9) and CON (mean 8.3), but without differences between them.

Pain perception was also measured in our study and demonstrated significant differences between the IPC and SHAM conditions. Curiously, the SHAM showed a representative score of pain (1.5 ± 1.7), even this application does not obstruct the blood flow (applied at 20 mmHg). We observe a minimal pain scores for the SHAM condition in the short-term application protocol. The fact that a simultaneous application of both IPC in one thigh and SHAM in the contralateral thigh on the same day may have influenced the pain perception of the volunteers, even with an interval of 5 minutes between each inflation phase and cuff disinflation in both conditions.

The IPC as an ergogenic strategy still presents with heterogeneous results in the literature (23). The variety of IPC intervention protocols may be a responsible factor for these results (9), but it should also be emphasized the need to consider a placebo effect with its application (6). Beedie and Foad (4) emphasized that in the sports environment, the use of some strategies with possible ergogenic effect could promote a minor motivational effect in the volunteers and that the belief of the individual could be responsible for the improvement in performance in question. In this sense, we do not discard that the presence of an increase in the number of repetitions for both IPC and SHAM conditions can be explained by the possible belief of the volunteer.

One limitation in our study should be considered. We did not assess muscle blood flow after IPC application. Although speculative, this variable has been related as mediator of the increase in performance after the IPC intervention (27, 36).

In conclusion, for the protocol used (i. e. 50 mmHg above SBP), the short-term application of IPC did not improve the performance of the number of repetitions,

isometric force, or fatigue index in the RE capable of surpassing the SHAM condition. Additionally, the simultaneous application of IPC/SHAM also did not change any of the analyzed performance variables. Future research on IPC should explore the possibility of testing other time periods between the end of the IPC application and the beginning of the exercise.

PRACTICAL APPLICATIONS

There is no consensus about the ergogenic effects of IPC on the exercise performance (23). We considered that the current results did not show any detrimental effect on the performance of the volunteers for both IPC and SHAM conditions. There is also evidence in the literature of a between-subject variability for the IPC, attributed as responders and non-responders (9). So, we recommend coaches and practitioners to test the application of a certain quantity of pressure in the lower limbs prior the exercise and observe their effects at the training phases.

ACKNOWLEDGMENTS

Financial support: The State Funding Agency of Minas Gerais, Brazil (FAPEMIG) and Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES). All authors state that the results of this study do not constitute endorsement of the product by the authors or the National Strength and Conditioning Association.

REFERENCES

1. Baechle, TR and Earle, RW. Essentials of strength training and conditioning. Human kinetics, 2008.
2. Bailey, TG, Jones, H, Gregson, W, Atkinson, G, Cable, NT, and Thijssen, DH. Effect of ischemic preconditioning on lactate accumulation and running performance. *Med Sci Sports Exerc* 44: 2084-2089, 2012.
3. Banks, L, Wells, GD, Clarizia, NA, Jean-St-Michel, E, McKillop, AL, Redington, AN, and McCrindle, BW. Short-term remote ischemic preconditioning is not associated with improved blood pressure and exercise capacity in young adults. *Appl Physiol Nutr Metab* 41: 903-906, 2016.
4. Beedie, CJ and Foad, AJ. The placebo effect in sports performance: a brief review. *Sports Med* 39: 313-329, 2009.
5. Crisafulli, A, Tangianu, F, Tocco, F, Concu, A, Mameli, O, Mulliri, G, and Caria, MA. Ischemic preconditioning of the muscle improves maximal exercise performance but not maximal oxygen uptake in humans. *J Appl Physiol (1985)* 111: 530-536, 2011.
6. da Mota, GR and Marocolo, M. The Effects of Ischemic Preconditioning on Human Exercise Performance: A Counterpoint. *Sports Med* 46: 1575-1576, 2016.
7. de Groot, PC, Thijssen, DH, Sanchez, M, Ellenkamp, R, and Hopman, MT. Ischemic preconditioning improves maximal performance in humans. *Eur J Appl Physiol* 108: 141-146, 2010.
8. Ferreira, TN, Sabino-Carvalho, JL, Lopes, TR, Ribeiro, IC, Succi, JE, AC, DAS, and Silva, BM. Ischemic Preconditioning and Repeated Sprint Swimming: A Placebo and Nocebo Study. *Med Sci Sports Exerc* 48: 1967-1975, 2016.
9. Incognito, AV, Burr, JF, and Millar, PJ. The Effects of Ischemic Preconditioning on Human Exercise Performance. *Sports Med* 46: 531-544, 2016.
10. Jackson, AS and Pollock, ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr* 40: 497-504, 1978.
11. Jean-St-Michel, E, Manlhiot, C, Li, J, Tropak, M, Michelsen, MM, Schmidt, MR, McCrindle, BW, Wells, GD, and Redington, AN. Remote preconditioning

- improves maximal performance in highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc* 43: 1280-1286, 2011.
12. Kharbanda, RK, Peters, M, Walton, B, Kattenhorn, M, Mullen, M, Klein, N, Vallance, P, Deanfield, J, and MacAllister, R. Ischemic preconditioning prevents endothelial injury and systemic neutrophil activation during ischemia-reperfusion in humans in vivo. *Circulation* 103: 1624-1630, 2001.
 13. Kilduff, LP, Finn, CV, Baker, JS, Cook, CJ, and West, DJ. Preconditioning strategies to enhance physical performance on the day of competition. *Int J Sports Physiol Perform* 8: 677-681, 2013.
 14. Kraemer, WJ, Duncan, ND, and Volek, JS. Resistance training and elite athletes: adaptations and program considerations. *J Orthop Sports Phys Ther* 28: 110-119, 1998.
 15. Lalonde, F and Curnier, DY. Can anaerobic performance be improved by remote ischemic preconditioning? *J Strength Cond Res* 29: 80-85, 2015.
 16. Laurent, CM, Green, JM, Bishop, PA, Sjøkvist, J, Schumacker, RE, Richardson, MT, and Curtner-Smith, M. A practical approach to monitoring recovery: development of a perceived recovery status scale. *J Strength Cond Res* 25: 620-628, 2011.
 17. Lindsay, A, Petersen, C, Blackwell, G, Ferguson, H, Parker, G, Steyn, N, and Gieseg, SP. The effect of 1 week of repeated ischaemic leg preconditioning on simulated Keirin cycling performance: a randomised trial. *BMJ Open Sport Exerc Med* 3: e000229, 2017.
 18. Lisboa, FD, Turnes, T, Cruz, RS, Raimundo, JA, Pereira, GS, and Caputo, F. The time dependence of the effect of ischemic preconditioning on successive sprint swimming performance. *J Sci Med Sport* 20: 507-511, 2017.
 19. Loenneke, JP, Fahs, CA, Rossow, LM, Sherk, VD, Thiebaud, RS, Abe, T, Bembien, DA, and Bembien, MG. Effects of cuff width on arterial occlusion: implications for blood flow restricted exercise. *Eur J Appl Physiol* 112: 2903-2912, 2012.
 20. Maia, MF, Willardson, JM, Paz, GA, and Miranda, H. Effects of different rest intervals between antagonist paired sets on repetition performance and muscle activation. *J Strength Cond Res* 28: 2529-2535, 2014.

21. Marocolo, M, Coriolano, HA, Mourao, CA, and da Mota, GR. Crucial Points for Analysis of Ischemic Preconditioning in Sports and Exercise. *Med Sci Sports Exerc* 49: 1495-1496, 2017.
22. Marocolo, M, da Mota, GR, Pelegrini, V, and Appell Coriolano, HJ. Are the Beneficial Effects of Ischemic Preconditioning on Performance Partly a Placebo Effect? *Int J Sports Med* 36: 822-825, 2015.
23. Marocolo, M, da Mota, GR, Simim, MA, and Appell Coriolano, HJ. Myths and Facts About the Effects of Ischemic Preconditioning on Performance. *Int J Sports Med* 37: 87-96, 2016.
24. Marocolo, M, Marocolo, IC, da Mota, GR, Simao, R, Maior, AS, and Coriolano, HJ. Beneficial Effects of Ischemic Preconditioning in Resistance Exercise Fade Over Time. *Int J Sports Med* 37: 819-824, 2016.
25. Marocolo, M, Willardson, JM, Marocolo, IC, Ribeiro da Mota, G, Simao, R, and Maior, AS. Ischemic Preconditioning and Placebo Intervention Improves Resistance Exercise Performance. *J Strength Cond Res* 30: 1462-1469, 2016.
26. Murry, CE, Jennings, RB, and Reimer, KA. Preconditioning with ischemia: a delay of lethal cell injury in ischemic myocardium. *Circulation* 74: 1124-1136, 1986.
27. Paradis-Deschenes, P, Joanisse, DR, and Billaut, F. Ischemic preconditioning increases muscle perfusion, oxygen uptake, and force in strength-trained athletes. *Appl Physiol Nutr Metab* 41: 938-944, 2016.
28. Patterson, SD, Bezodis, NE, Glaister, M, and Pattison, JR. The Effect of Ischemic Preconditioning on Repeated Sprint Cycling Performance. *Med Sci Sports Exerc* 47: 1652-1658, 2015.
29. Robertson, RJ, Goss, FL, Rutkowski, J, Lenz, B, Dixon, C, Timmer, J, Frazee, K, Dube, J, and Andreacci, J. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 35: 333-341, 2003.
30. Sabino-Carvalho, JL, Lopes, TR, Freitas, TO, Ferreira, TH, Succi, JE, Silva, AC, and Silva, BM. Effect of Ischemic Preconditioning on Endurance Performance Does not Surpass Placebo. *Med Sci Sports Exerc*, 2016.
31. Salvador, AF, De Aguiar, RA, Lisboa, FD, Pereira, KL, Cruz, RS, and Caputo, F. Ischemic Preconditioning and Exercise Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Sports Physiol Perform* 11: 4-14, 2016.

32. Sforzo, GA and Touey, PR. Manipulating Exercise Order Affects Muscular Performance During a Resistance Exercise Training Session. *J Strength Cond Res* 10: 20-24, 1996.
33. Sharma, V, Cunniffe, B, Verma, AP, Cardinale, M, and Yellon, D. Characterization of acute ischemia-related physiological responses associated with remote ischemic preconditioning: a randomized controlled, crossover human study. *Physiol Rep* 2, 2014.
34. Sharma, V, Marsh, R, Cunniffe, B, Cardinale, M, Yellon, DM, and Davidson, SM. From Protecting the Heart to Improving Athletic Performance - the Benefits of Local and Remote Ischaemic Preconditioning. *Cardiovasc Drugs Ther*, 2015.
35. Stokfisz, K, Ledakowicz-Polak, A, Zagorski, M, and Zielinska, M. Ischaemic preconditioning - Current knowledge and potential future applications after 30 years of experience. *Adv Med Sci* 62: 307-316, 2017.
36. Tanaka, D, Suga, T, Tanaka, T, Kido, K, Honjo, T, Fujita, S, Hamaoka, T, and Isaka, T. Ischemic Preconditioning Enhances Muscle Endurance during Sustained Isometric Exercise. *Int J Sports Med* 37: 614-618, 2016.
37. West, DJ, Owen, NJ, Jones, MR, Bracken, RM, Cook, CJ, Cunningham, DJ, Shearer, DA, Finn, CV, Newton, RU, Crewther, BT, and Kilduff, LP. Relationships between force-time characteristics of the isometric midhigh pull and dynamic performance in professional rugby league players. *J Strength Cond Res* 25: 3070-3075, 2011.
38. Young, WB. Transfer of strength and power training to sports performance. *Int J Sports Physiol Perform* 1: 74-83, 2006.

ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA



UNIVERSIDADE FEDERAL DO
TRIÂNGULO MINEIRO - MG



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ESTRATÉGIAS DE POTENCIALIZAÇÃO E RECUPERAÇÃO DO DESEMPENHO EM DIFERENTES POPULAÇÕES

Pesquisador: GUSTAVO RIBEIRO DA MOTA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 33413214.1.0000.5154

Instituição Proponente: Universidade Federal do Triângulo Mineiro - MG

Patrocinador Principal: Universidade Federal do Triangulo Mineiro

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 993.636

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

De acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12, o CEP-UFTM manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Endereço: Rua Madre Maria José, 122

Bairro: Nossa Sra. Abadia

CEP: 38.025-100

UF: MG

Município: UBERABA

Telefone: (34)3318-5776

Fax: (34)3318-5776

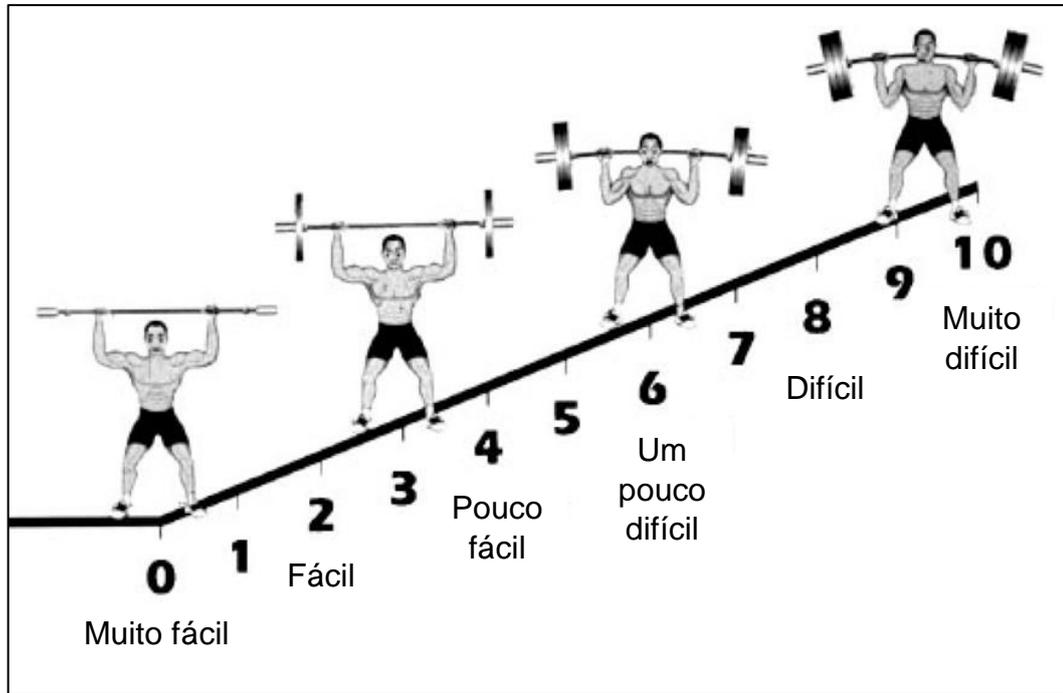
E-mail: cep@pesqpg.uftm.edu.br

ANEXO B – PERCEIVED RECOVERY SCALE

10	Muito bem recuperado	Expectativa de desempenho melhor
9	Se sentindo com grande energia	
8	Bem recuperado	
7	Se sentindo com energia	
6	Moderadamente recuperado	Expectativa de desempenho igual
5	Adequadamente recuperado	
4	Um pouco recuperado	
3		
2	Não bem recuperado	Expectativa de desempenho pior
1	Se sentindo um pouco cansado	
0	Muito pouco recuperado Se sentindo extremamente cansado	

Fonte: Adaptado de LAURENT et al. 2011.

ANEXO C – PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO



Fonte: Adaptado de ROBERTSON et al. 2003.

ANEXO D – ESCALA DE DOR

Leve			Moderada					Intensa		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Fonte: Adaptado de LALONDE e CURNIER, 2015.