

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA – BACHARELADO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

CARLA APARECIDA DA CUNHA GOMES

**EFEITO AGUDO DO PRÉ CONDICIONAMENTO ISQUÊMICO SOBRE
A RESISTÊNCIA MUSCULAR LOCALIZADA EM INDIVÍDUOS
RECREACIONALMENTE TREINADOS**

VOLTA REDONDA

2019

FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA – BACHARELADO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**EFEITO AGUDO DO PRÉ CONDICIONAMENTO ISQUÊMICO SOBRE
A RESISTÊNCIA MUSCULAR LOCALIZADA EM INDIVÍDUOS
RECREACIONALMENTE TREINADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Educação
Física como requisito à obtenção do título
de Bacharel em Educação Física.

Aluno: Carla Aparecida da Cunha Gomes

Orientador(a): Prof. Me Christian Geórgia
Spithourakis Junqueira

Coorientador: Prof. Esp. Luiz Guilherme
da Silva Telles

Volta Redonda

2019

FOLHA DE APROVAÇÃO

CARLA APARECIDA DA CUNHA GOMES

EFEITO AGUDO DO PRÉ CONDICIONAMENTO ISQUÊMICO SOBRE
A RESISTÊNCIA MUSCULAR LOCALIZADA EM INDIVÍDUOS
RECREACIONALMENTE TREINADOS

Orientadora: Prof. Me. Christian Geórgia Spithourakis Junqueira

Coorientador: Prof. Esp. Luiz Guilherme da Silva Telles

Banca Examinadora:

Prof^a. Me. Christian Geórgia Spithourakis Junqueira

Prof. Me. Daniel Alves Ferreira Júnior

Prof. Dr. Igor Dutra Braz

Agradecer primeiramente a Deus sempre foi a base das minhas conquistas. Minha família, professores, orientadores e todos que me ajudaram diretamente e indiretamente. Obrigado a todos pela paciência nas lutas diárias proporcionando o sonho de me formar em educação física.

RESUMO

O pré-condicionamento isquêmico (PCI) é um método de trabalho empregado para ocluir o fluxo sanguíneo de maneira remota e não invasiva, por meio de um torniquete pneumático antes de realização de um exercício. Autores afirmam que o PCI apresenta melhorias no funcionamento das células do miocárdio, aumentando a cardioproteção e no desempenho metabólico e muscular. O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito agudo do PCI antes dos testes de resistência muscular localizada para membros superiores e tronco em jovens treinados. Incluídos no estudo 33 homens (idade: $26,2 \pm 6,9$ anos, peso: $83,4 \pm 11,6$ kg, estatura: $175,4 \pm 5,8$ cm, IMC: $27,1 \pm 3,5$ kg.m²), normotensos, treinados recreacionalmente em exercícios resistido (ER) ($4,6 \pm 3,3$ anos). Foram realizado 3 visitas em dias alterados, no mesmo horário do dia para evitar a influência circadiana. Na a primeira visita ao laboratório foi respondido o Physical Activity Readiness Questionnaire, e com uma avaliação antropométrica. Na segunda a terceira visitas, os voluntários foram divididos aleatoriamente com entrada contrabalançada e alternada em dois protocolos experimentais separados por 7 dias: a) protocolo de PCI com 220 mmHg + testes de flexão de braços (FB) e flexão de tronco (FT) b) protocolo controle com flexão de braço e flexão de tronco (controle). Os resultados demonstraram aumento no teste FB entre o PCI e controle ($42,5 \pm 11,9$ vs. $37,7 \pm 11,6$, *Effect size*: 0,41, 12,6%). Foi identificada diferença significativa no teste FT entre o PCI e controle ($46,3 \pm 13$ vs. $40,5 \pm 11,1$, *Effect size*: 0,52, 14,1%). O PCI promoveu aumento significativo na resistência muscular localizada (RML) nos membros superiores e tronco em comparação com o protocolo controle.

Palavras-chave: pré-condicionamento isquêmico, resistência muscular localizada, flexão de braços, flexão de tronco.

ABSTRACT

Ischaemic preconditioning (PCI) is a method employed to occlude blood flow non-invasively through a pneumatic tourniquet before performing an exercise. In general, authors affirm that PCI results in improvements in the functioning of myocardial cells, increasing cardioprotection and metabolic and muscular performance. In view of the above, there seems to be some gaps in scientific knowledge about the effects of PCI on muscle strength. Thus, the aim of the present study was to verify the acute effect of PCI before the localized muscular endurance tests for upper limbs and trunk in trained youths. The study included 33 men (age: 26.2 ± 6.9 years, Weight: $83,4 \pm 11.6$ kg, height: $175,4 \pm 5.8$ cm, BMI: 27.1 ± 3.5 kg. m²), normotensive, trained recreationally in ER (4.6 ± 3.3 years). The present study was conducted in a total of 3 visits on non-consecutive days, always at the same time of day to avoid circadian influence. During the first visit to the laboratory, participants responded the Physical Activity Readiness Questionnaire and an anthropometric evaluation was performed. At the second to third visit, the volunteers were randomly divided with counterbalanced entry and alternated into two experimental protocols separated by 7 days: a) PCI protocol with 220 mmHg + Arm flexion tests (FB) and trunk flexion (FT) B) control protocol with neck flexion and trunk flexion (control). All the variables tested presented normal distribution ($P < 0.05$). Significant differences ($P < 0.05$) were found in the comparison between the groups for FB and FT. The results showed a significant difference in the FB test between PCI and control (42.5 ± 11.9 vs. 37.7 ± 11.6 , Effect size: 0.41, 12.6%). A significant difference was identified in the FT test between PCI and control (46.3 ± 13 vs. 40.5 ± 11.1 , Effect size: 0.52, 14.1%). In conclusion, PCI promoted a significant increase in RML in the upper limbs and trunk compared to the control protocol.

Keys words: Ischemic preconditioning, localized muscular resistance, arm flexion, trunk flexion.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	09
2 METODOLOGIA.....	11
2.1 Sujeitos do estudo.....	11
2.2 Desenho do estudo.....	11
2.3 Protocolo de flexão de braços e flexão de tronco.....	12
2.4 Avaliação antropométrica.....	12
2.5 Protocolo de procedimento isquêmico (PCI).....	13
2.6 Análise estatística.....	13
3 RESULTADOS.....	14
4 DISCUSSÃO.....	15
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	17
6 REFERÊNCIAS.....	18
7 Anexos.....	23
7.2 PAR-Q.....	22
7.2 Anamnese sobre patologias existentes.....	23

LISTA DE FIGURA

Figura 1 Desenho experimental do estudo.....	12
Figura 2 Protocolo do PCI.....	13
Figura 3 Gráfico Flexão de braço.....	14
Figura 4 Gráfico Flexão de tronco.....	14

1. INTRODUÇÃO

A isquemia é caracterizada por períodos de bloqueio do fluxo sanguíneo (BFS) e redução da disponibilidade de oxigênio para um determinado tecido. Por outro lado, a reperfusão se caracteriza pela fase de restauração do fluxo sanguíneo e o restabelecimento da oxigenação (ELTZSCHIG; ECKLE, 2011). A isquemia se manifesta em doenças cardiovasculares e seus tratamentos (JEAN-ST-MICHEL *et al.*, 2011), entretanto, a isquemia prolongada pode gerar danos irreversíveis ao tecido atingido, como disfunções e apoptose celular, onde a magnitude dos danos pode ser amplificada durante a fase de reperfusão sanguínea (MATSUMURA *et al.*, 1998; EEFTING *et al.*, 2004; ANDREAS *et al.*, 2011).

O pré-condicionamento isquêmico (PCI) é um método de trabalho empregado para ocluir o fluxo sanguíneo de maneira não invasiva, através de um torniquete pneumático, que pode ser utilizado antes de realização de um exercício (BARBOSA *et al.*, 2014; MAROCOLO *et al.*, 2016). É considerado uma manobra que causa efeitos locais na musculatura aplicada, entretanto apresenta efeitos sistêmicos que atingem outros músculos e órgãos (MURRY; JENNINGS; REIMER, 1986; PRZYKLENK *et al.*, 1993).

O primeiro estudo sobre PCI foi realizado por Murry, Jennings e Reimer (1986) que investigou seus efeitos sobre a isquemia sustentada por 40 minutos na artéria coronária circunflexa em coração de cachorros. Os resultados demonstraram que o grupo que realizou PCI antes de sofrer isquemia de 40 minutos teve uma área de infarto limitada a 25% daquela observada no grupo controle, concluindo que breves momentos de isquemia e reperfusão proporcionam um efeito protetor ao miocárdio.

De uma maneira geral, autores afirmam que o PCI apresenta melhorias no funcionamento das células do miocárdio, aumentando a cardioproteção (MURRY; JENNINGS; REIMER, 1986) e no desempenho metabólico e muscular (LAWSON; DOWNEY, 1993; PANG *et al.*, 1995).

Segundo Przyklenk *et al.* (1993), o PCI por gerar efeitos “a distância” e também pode ser denominado como pré-condicionamento isquêmico remoto (PCIR). Nesse sentido, o PCIR pode aumentar o fluxo sanguíneo no músculo esquelético (WANG, SATDH, WARREN, 2004), no fígado (KANORIA *et al.*, 2006), no coração (ZHOU *et al.*, 2007) e nos rins (ALI *et al.*, 2007).

Nesse sentido, investigações sobre procedimentos que possam minimizar lesões pós isquemia-reperusão em sido comum na literatura científica, se dividindo em farmacológicos e não farmacológicos. Dentre os não farmacológicos, o PCI tem se destacado e tem sido adotado ao longo de décadas (TAPURIA *et al.*, 2008; RIKSEN; SMITS; RONGEN, 2004).

As evidências relacionadas ao músculo esquelético têm mostrado que os mecanismos são semelhantes ao músculo cardíaco (PANG *et al.*, 1995; LOUKOGEORGAKIS *et al.*, 2007). Ademais, causam efeitos distintos, como a melhoria na função endotelial, entrega de O₂ e substratos energéticos ao músculo ativo, aumento dos estoques de ATP e CP, aumento do PH intracelular, retardando acidose e fadiga muscular, resultando na melhoria da função e metabolismo muscular pós reperusão (LAWSON; DOWNEY, 1993; PANG *et al.*, 1995; KIMURA *et al.*, 2007).

Com base nessa hipótese deu-se início a pesquisas no músculo esquelético associado ao exercício físico com objetivo de investigar se o PCI aumentaria o desempenho muscular pós reperusão (LIBONATI *et al.*, 1998).

Vários estudos associaram este método com a prática esportiva (MAROCOLO *et al.*, 2015^a) em diversas modalidades, dentre elas, o ciclismo (DE GROOT *et al.*, 2010; CRISAFULLI *et al.*, 2011), a corrida (FOSTER *et al.*, 2014), a natação (JEAN ST-MICHAEL *et al.*, 2011; MAROCOLO *et al.*, 2015^b), o mergulho e apnéia (KJELD *et al.*, 2014) e o treinamento resistido (COCHRANE *et al.*, 2013; MAROCOLO *et al.*, 2016^a; MAROCOLO *et al.*, 2016^b; TANAKA *et al.*, 2016; PARADIS-DESCHÊNES *et al.*, 2016; GRAPAR *et al.*, 2016, FRANZ;).

As pesquisas sobre os efeitos do PCI no treinamento resistido ainda são muito escassas, Libonati *et al.* (1998) foram os primeiros a investigar os efeitos do PCI na força isométrica através da preensão manual. Já Cochrane *et al.*, (2013) estudaram os efeitos do PCI associado ao exercício excêntrico na potência de membros inferiores através do teste de salto vertical e recuperação muscular. Marocolo *et al.* (2016^a) pesquisaram o PCI na melhoria do desempenho de número de repetições na cadeira extensora e Marocolo *et al.* (2016^b) no desempenho do número de repetições do teste de força de flexão de cotovelo ao longo de quatro semanas. Paradis-deschênes *et al.* (2016) investigaram os efeitos do PCI na perfusão muscular, consumo de oxigênio e força muscular através da extensão isométrica de joelhos e Grapar zargi *et al.* (2016) na redução da atrofia muscular dos

quadríceps pós cirurgia de ligamento cruzado anterior. Recentemente, Franz *et al.* (2018) demonstraram que o PCI atenuou o dano muscular, a dor de início tardio e preservou a função muscular após exercício resistido excêntrico.

Face ao exposto, o presente estudo se concentrou em verificar os efeitos do PCI sobre a resistência muscular localizada de membros superiores e tronco, em indivíduos recreacionalmente treinados.

2. METODOLOGIA

2.1 Sujeitos do estudo

Foram incluídos no estudo 33 homens (idade: $26,2 \pm 6,9$ anos, peso: $83,4 \pm 11,6$ kg, estatura: $175,4 \pm 5,8$ cm, IMC: $27,1 \pm 3,5$ kg.m⁻²), normotensos, treinados recreacionalmente em exercício resistido (ER) ($4,6 \pm 3,3$ anos).

Foram excluídos do estudo, os sujeitos que responderam positivamente a quaisquer dos itens do *Physical Activity Readiness Questionnaire* (PAR-Q) (Shephard 1988), os que faltaram uma das sessões dos procedimentos de coleta no laboratório, os que apresentaram algum tipo de lesão osteomioarticular nos membros superiores ou inferiores e os fumantes. Após serem explicados os riscos e benefícios da pesquisa os sujeitos assinaram o termo de consentimento livre esclarecido elaborado de acordo com a declaração de Helsinque. Este estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa local, sob o nº do parecer 2.699.294.

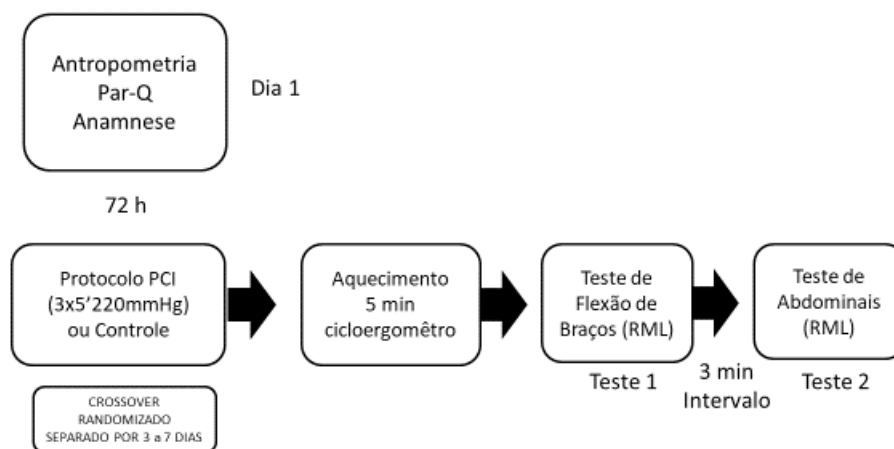
2.2 Desenho do Estudo

O presente estudo foi realizado em um total de 3 visitas em dias não consecutivos (3 a 7 dias de intervalo), sempre no mesmo horário do dia, para evitar a influência circadiana. A primeira visita era a visita do recrutamento, onde os procedimentos eram explicados, e os participantes assinavam o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Além disso, era solicitado que preenchessem o PAR-Q e realizada uma avaliação antropométrica. Durante a 2° e 3° visita os indivíduos realizaram com entrada contrabalançada e alternada em dois

protocolos experimentais: a) protocolo de PCI com 220 mmHg + testes de flexão de braços (FB) e flexão de tronco (FT); b) protocolo controle com FB e FT (controle).

Durante o período do estudo, os participantes foram instruídos a abster-se de exercício, bem como evitar cafeína, chocolate, suplementos nutricionais, ingestão de álcool, 48 horas antes, durante e após todo estudo, dormir por um mínimo de seis horas na noite anterior à sessão dos exercícios, não realizarem a manobra de valsalva durante a execução dos exercícios.

Figura 1: Desenho experimental do estudo 1



2.3 Protocolo de flexão de braços e flexão de tronco

A flexão de braços é realizada em 1 minuto, com o máximo de repetições possíveis. O avaliado fica em decúbito ventral, mãos sobre o chão, braços estendidos, alinhados e na altura do ombro. A cada movimento o cotovelo deve flexionar abaixando o corpo até o peito tocar o chão e na volta braços estendidos (ACSM, 1999)

Na flexão de tronco o avaliado deita em decúbito dorsal, joelho flexionado a 90°, plantas do pé no solo e mão sobre a nuca, pés fixos com ajuda do avaliador. Flexionar tronco e quadril até que os cotovelos toquem nos joelhos, voltar a posição inicial até que os cotovelos toquem o solo. O teste consistiu em avaliar o número máximo de repetições (MATSUDO, 1987).

2.4 Avaliação antropométrica

A estatura e a massa corporal foram aferidas com precisão de 0,5 cm e 0,1 kg, respectivamente. Utilizou-se um estadiômetro e balança da marca Filizola® e todas as medidas foram tomadas seguindo as recomendações do ACSM (2011). Estas medidas foram equacionadas posteriormente para obtenção do índice de massa corporal (IMC) em kg m^{-2} .

2.5 Protocolo de condicionamento isquêmico (PCI)

A sessão do protocolo de PCI consistiu em 3 ciclos de 5 minutos de oclusão a 220 mmHg de pressão, usando um garrote pneumático 57 cm x 9 cm aplicada em torno da região subaxilar do braço (komprimeter Riester®, Jungingen, Alemanha) com alternância de 5 minutos de reperfusão a 0 mmHg. Isso resultou numa intervenção total de 30 minutos.

O protocolo de PCI pode ser visto na figura 2 a seguir.

Figura 2: Protocolo de PCI.

PRÉ-CONDICIONAMENTO ISQUÊMICO							TESTES
220 mmHg	0 mmHg	220 mmHg	0 mmHg	220 mmHg	0 mmHg	Intervalo	
5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min	30 min	

2.6 Análise estatística

Os resultados são apresentados em valores de média \pm desvio padrão. A normalidade foi testada e não reprovada pelo teste de *Shapiro-Wilk* e a homoscedasticidade foi confirmada pelo teste de *Levene*. ANOVA com medidas repetidas foi utilizada para testar interações e comparar as médias. Diferenças significativas foram identificadas através do teste de *post-hoc* de *Tukey*. Além disso, as estimativas dos tamanhos de efeito (ES) foram calculadas usando a diferença de média padronizada para determinar a magnitude dos efeitos do tratamento. A magnitude do ES foi interpretada usando a escala proposta por Rhea (2004). Todas as análises foram realizadas no *software* SPSS (SPSS Inc., V.21, Chicago, IL, USA) e considerado valor de alpha em 5% ($p < 0.05$).

3. RESULTADOS

Foi identificada diferença de 4,8% no teste FB (figura 3) entre o PCI e o controle ($42,5 \pm 11,9$ vs. $37,7 \pm 11,6$, Effect size: 0,41, 12,6%).

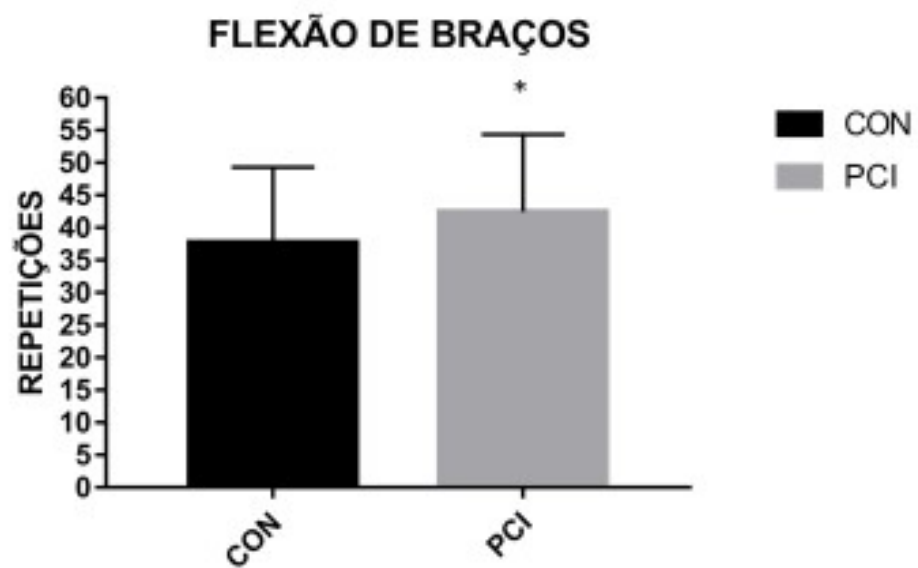


Figura 3: CON: protocolo controle; PCI = protocolo de pré-condicionamento isquêmico
* Diferenças significativas entre PCI vs. CON ($p < 0,05$)

Foi identificada diferença de 5,8% no teste FT (figura 4) entre o PCI e o controle (46,3±13 vs. 40,5±11,1, Effect size: 0,52, 14,1%).

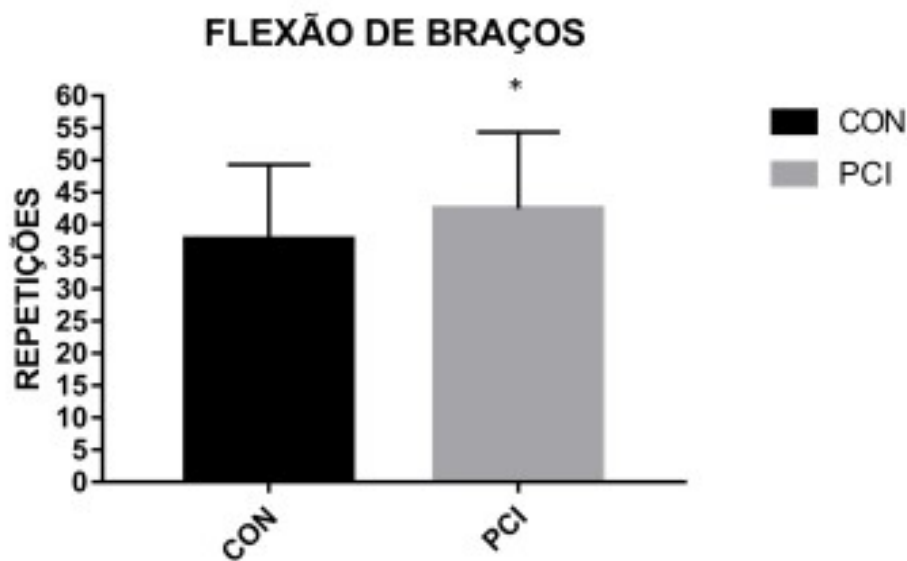


Figura 3: CON: protocolo controle; PCI = protocolo de pré-condicionamento isquêmico
* Diferenças significativas entre PCI vs. CON ($p < 0,05$)

4. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito agudo do PCI na resistência muscular localizada para membros superiores e tronco em adultos recreacionamente treinados. Os principais achados foram que o PCI aumentou o desempenho nos testes de resistência muscular localizada para membros superiores e tronco quando comparado ao protocolo CON.

Alguns estudos também têm demonstrado resultados positivos da aplicação do PCI sobre o desempenho muscular (TANAKA *et al.*, 2016; PARADIS-DESCHENES *et al.*, 2017). Tanaka *et al.* (2016) reportaram que o PCI aumentou a resistência muscular durante o exercício isométrico. O PCI consistiu em três ciclos de cinco minutos de oclusão com pressão maior que 300 mmHg e cinco minutos de reperfusão entre os ciclos. O teste consistiu em 3 tentativas de uma contração isométrica máxima com um minuto de intervalo entre elas.

Paradis-deschênes *et al.* (2016) investigaram os efeitos do PCI na perfusão muscular, consumo de oxigênio e força muscular através da extensão de joelhos isométrica. O protocolo PCI foi de três ciclos de cinco minutos de oclusão com 200

mmHg e cinco minutos de reperfusão entre os ciclos. O protocolo SHAM foi semelhante ao PCI, porém com 20 mmHg de pressão de oclusão. O protocolo de teste consistiu em 5 séries de 5 repetições máximas de extensão de joelhos no dinamômetro isocinético. Os resultados do estudo sugerem que o PCI foi superior ao protocolo placebo (SHAM) em aumentar a perfusão muscular, extração de O₂ pelo músculo e causando o aumento da força muscular.

Paradis-Deschenês *et al.* (2017) mostraram o PCI aumentou significativamente a força, o fluxo sanguíneo em repouso e aumento na extração de O₂ muscular. O teste consistiu em 5 séries de 5 repetições máximas de extensão de joelhos em um dinamômetro isocinético. Ambos protocolos com 3 ciclos de 5 minutos de isquemia e 5 minutos de reperfusão, entretanto PCI 200mmHg e SHAM 20 mmHg.

Entretanto, no presente estudo não foi aplicado o protocolo SHAM (placebo), alguns estudos mostram que a manobra de PCI aumenta o desempenho em comparação ao protocolo CON, mas não supera a intervenção SHAM, o que indica um possível efeito psicofisiológico da manobra (MAROCOLO *et al.*, 2016^a; 2016^b). Marocolo *et al.* (2016^a) investigaram os efeitos do PCI sobre o número de repetições do exercício de extensão de joelhos, ao longo de três séries máximas. Em um outro estudo, Marocolo *et al.* (2016^b) investigaram os efeitos locais e remotos do PCI sobre o desempenho ao longo de quatro sessões no exercício de flexão de cotovelos no banco Scott. Em ambos os estudos, foram identificadas diferenças significativas no número de repetições ao compararem tanto o PCI quanto o SHAM com o protocolo controle. Porém, não foram encontradas diferenças significativas entre PCI e o SHAM, os autores sugeriram que os efeitos do PCI seriam mais motivacionais do que fisiológicos.

O aumento do desempenho da resistência muscular localizada causado pelo PCI, pode ser justificado pelos efeitos fisiológicos no músculo esquelético (LAWSON; DONWEY, 1993; PANG *et al.*, 1995). Desta forma, o PCI é uma intervenção que causa mudanças positivas na cinética de absorção de O₂ pulmonar (PAGANELLI *et al.*, 1989), no VO₂ sistêmico (DE GROOT *et al.*, 2010), na desoxigenação da Hb/ Mb muscular (BARBOSA *et al.*, 2014; TANAKA *et al.*, 2016; PARADIS-DESCHÊNES *et al.*, 2016), na vasodilatação muscular (KIMURA *et al.*, 2007; LI *et al.*, 2012) e pela abertura dos canais de K⁺ dependentes de ATP

aumentando os estoques de energia após aplicação do PCI (LAWSON; DONWEY, 1993; PANG *et al.*, 1995).

No estudo de Tanaka *et al.* (2016) o PCI acelerou a desoxigenação da Hb/Mb muscular durante o exercício, aumentando o tempo para fadiga no exercício isométrico. Há evidências que indicam uma possível melhora no metabolismo mitocondrial (ANDREAS *et al.*, 2011). Além disso, Crisafulli *et al.* (2011) especularam um possível mecanismo de diminuição de fadiga, fazendo com que os exercícios se prolonguem por maior tempo. Tal mecanismo seria uma inibição espontânea nas fibras aferentes do tipo III e IV, causados pela liberação de opioides após aplicação do PCI, com isso aumentando o desempenho neuromuscular (AMANN *et al.*, 2009; 2011, DRAGSIS *et al.*, 2013)

Paradis-Deschênes *et al.* (2016) também corroboram com os achados do presente estudo ao avaliarem os efeitos do PCI na oxigenação e hemodinâmica muscular em contrações máximas. Os resultados indicaram um aumento da força total e uma maior velocidade de desoxigenação da Hb/Mb, por conta de uma maior perfusão sanguínea em repouso e durante as contrações máximas, promovendo maior extração de O₂. Além disso, Barbosa *et al.* (2015) investigaram os efeitos do PCIR no retardo no desenvolvimento da fadiga no exercício de preensão manual. Os resultados do PCIR foram superiores ao controle no retardo do aparecimento da fadiga, prolongando o tempo para falha muscular da tarefa. Entretanto, não foram reportadas melhorias na oxigenação muscular após intervenção de PCI.

O presente estudo apresentou algumas limitações. Podemos destacar a não aplicação da manobra SHAM, para verificar um possível efeito placebo da intervenção como observadas em estudos anteriores (MAROCOLO *et al.*, 2016^a, 2016^b). O tempo de aplicação da manobra foi de 40 min, o que pode diminuir a aplicação prática do método. Entretanto, essa intervenção ainda carece de investigações do efeito do PCI nos exercícios sobre a duração da manobra, tempo entre manobra e testes, número de ciclos, variáveis fisiológicas, bioquímicas e moleculares em humanos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados obtidos, podemos inferir que o PCI aumentou significativamente o número de repetições nos testes de RML de membros superiores e tronco em comparação com o protocolo controle. Desta forma, recomendamos a aplicação da manobra de PCI antes de testes de RML, em provas de condicionamento físico e em atletas em competições que necessitem de melhoria aguda no desempenho da resistência muscular.

Sugere-se a realização de mais estudos ampliando as pesquisas na área do PCI, a fim de analisar a eficiência da sua aplicabilidade e resultados.

6. REFERÊNCIAS

ACSM. American College of Sports Medicine: Programa de condicionamento Físico da ACSM. 2. ed. São Paulo: Manole, 1999. 142p

ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 41, n. 3, p. 687, 2009. ISSN 1530-0315.

ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, 2011. ISSN 0195-9131.

ALI, Z. A. *et al.* Remote ischemic preconditioning reduces myocardial and renal injury after elective abdominal aortic aneurysm repair: a randomized controlled trial. **Circulation**, v. 116, n. 11 Suppl, pp. I98-105, 2007.

ANDREAS, M. *et al.* Effect of ischemic preconditioning in skeletal muscle measured by functional magnetic resonance imaging and spectroscopy: a randomized crossover trial. **J Cardiovasc MagnReson**, v. 13, pp. 32, 2011.

AMANN, Markus et al. Opioid-mediated muscle afferents inhibit central motor drive and limit peripheral muscle fatigue development in humans. **The Journal of Physiology**, v. 587, n. 1, p. 271-283, 2009.

AMANN, Markus et al. Implications of group III and IV muscle afferents for high-intensity endurance exercise performance in humans. **The Journal of Physiology**, v. 589, n. 21, p. 5299-5309, 2011.

BARBOSA, T. C. *et al.* Remote ischemic preconditioning delays fatigue development during handgrip exercise. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 25, n. 3, p. 356-64, 2014.

BECK, T. W.. The importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 8, p. 2323-2337, 2013.

COCHRANE, D. J. et al. Does intermittent pneumatic leg compression enhance muscle recovery after strenuous eccentric exercise? **International Journal of Sports Medicine**, v. 34, n. 11, p. 969–974, 2013.

CRISAFULLI, A. *et al.* Ischemic preconditioning of the muscle improves maximal exercise performance but not maximal oxygen uptake in humans. **J Appl Physiol**, v. 111, n. 2, p. 530-6, 2011.

DRAGASIS, Stylianos et al. The role of opioid receptor agonists in ischemic preconditioning. **European Journal of Pharmacology**, v. 720, n. 1-3, p. 401-408, 2013.

DE GROOT, P.C. *et al.* Ischemic preconditioning improves maximal performance in humans. **European Journal Applied Physiology**, v. 108, n. 1, p. 141–146, 2010.

EEFTING, F. et al. Role of apoptosis in reperfusion injury. **Cardiovascular research**, v. 61, n. 3, p. 414-426, 2004.

ELTZSCHIG, H. K.; ECKLE, T.. Ischemia and reperfusion—from mechanism to translation. **Nature medicine**, v. 17, n. 11, p. 1391, 2011.

FAUL, F. et al. G* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. **Behavior Research Methods**, v. 39, n. 2, p: 175-191, 2007.

FOSTER, G. P. *et al.* Ischemic preconditioning improves oxygen saturation and attenuates hypoxic pulmonary vasoconstriction at high altitude. **High altitude medicine & biology**, v. 15, n. 2, p. 155–161, 2014.

FRANZ, A.; WOOD, W.; MARTIN, P. Fat Body Cells Are Motile and Actively Migrate to Wounds to Drive Repair and Prevent Infection. **Developmental Cell**, v. 44, n. 4, 460-470, 2018.

GRAPAR, Z. T. *et al.* The effects of preconditioning with ischemic exercise on quadriceps femoris muscle atrophy following anterior cruciate ligament reconstruction: a quasi-randomized controlled trial. **Eur. J.Phys. Rehabil. Med**, v. 52, n. 3, p. 310–320, 2016.

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

KANORIA, S. *et al.* Remote ischaemic preconditioning of the hind limb reduces experimental liver warm ischaemia-reperfusion injury. **Br J Surg**, v. 93, n. 6, p. 762-8, 2006.

KIMURA, M. *et al.* Repetition of ischemic preconditioning augments endothelium-dependent vasodilation in humans: role of endothelium-derived nitric oxide and endothelial progenitor cells. **Arterioscler Thromb Vasc Biol.** v.27, p.1403–1410, 2007.

KJELD, T. *et al.* Ischemic preconditioning of one forearm enhances static and dynamic apnea. **Medicine Science of Sports Exercise**, v. 46, n. 1, p. 151–5, 2014

LAWSON, C. S.; DOWNEY, J. M. Preconditioning: state of the art myocardial protection. **Cardiovascular Research.** v. 27, n. 4, p. 542–550, 1993.

LEE, H. T. *et al.* Preconditioning with ischemia or adenosine protects skeletal muscle from ischemic tissue reperfusion injury. **Journal of Surgical Research.** v. 63. p. 29-34, 1996.

LIBONATI, J. R. *et al.* Brief periods of occlusion and reperfusion increase skeletal muscle force output in humans. **Cardiologia.** v. 43, n. 12, p. 1355-60, 1998.

LOUKOGEORGAKIS, S. P. *et al.* Transient limb ischemia induces remote preconditioning and remote postconditioning in humans by a K(ATP)-channel dependent mechanism. **Circulation**, v. 116, n. 12, p. 1386-1395, 2007.

MAROCOLO M. *et al.* Myths and facts about the effects of ischemic preconditioning on performance. **International Journal of Sports Medicine**, v.37, p. 87–96, 2015^a.

MAROCOLO M. *et al.* Are the Beneficial Effects of Ischemic Preconditioning on Performance Partly a Placebo Effect? **International Journal of Sports Medicine.** v. 36, n. 10, p. 822-825, 2015^b.M,

MAROCOLO, M. *et al*, H.-J. Beneficial Effects of Ischemic Preconditioning in Resistance Exercise Fade Over Time. **International Journal of Sports Medicine**, v. 37, n. 10, p. 819-824, 2016^b.

MAROCOLO M. *et al.* Ischemic preconditioning and placebo intervention improves resistance exercise performance. **Journal Strength Conditioning Research.** v. 30, n. 5, p. 1462–1469, 2016^a.

MATSUDO, V. K R. Testes em Ciências do Esporte. 4.ed. São Caetano do Sul Gráficos Burti Ltda, 1987, 152p

MATSUMURA, K. *et al.* Progression of myocardial necrosis during reperfusion of ischemic myocardium. **Circulation**, v. 97, n. 8, p. 795-804, 1998.

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.

OPIE, L. H. Reperfusion injury and its pharmacologic modification. **Circulation**, v. 80, n. 4, p. 1049-1062, 1989.

PAGANELLI, W., PENDERGAST, D.R., KONESS, J., AND CERRETELLI, P. The effect of decreased muscle energy stores on the VO₂ kinetics at the onset of exercise. **Eur. J. Appl. Physiol**, v. 59, p.321–326, 1989.

PANG, C.Y. *et al.* Acute ischaemic preconditioning protects against skeletal muscle infarction in the pig. **Cardiovascular Research**, v. 29, n. 6, p. 782-788, 1995

PARADIS-DESCHÊNES, P.; JOANISSE, D.R.; BILLAUT, F. Ischemic preconditioning increases muscle perfusion, oxygen uptake, and force in strength-trained athletes. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 41, n. 9, p. 938–944, 2016

PARADIS-DESCHÊNES, P.; JOANISSE, D. R.; BILLAUT, F.. Sex-specific impact of ischemic preconditioning on tissue oxygenation and maximal concentric force. **Frontiers in physiology**, v. 7, p. 674, 2017.

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.

RHEA, M. R. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. **Journal of strength and conditioning research**, v. 18, p. 918-920, 2004.

RIKSEN, N. P.; SMITS, P.; RONGEN, G. A. Ischaemic preconditioning: from molecular characterisation to clinical application-part II. **Neth J Med**, v. 62, n. 11, p. 409-23, 2004.

SHEPHARD, R.J. PAR-Q, Canadian Home Fitness Test and exercise screening alternatives. **Sports Med**, v. 5, n. 3, p. 185-95, 1988.

TANAKA, D. *et al.* Ischemic Preconditioning Enhances Muscle Endurance during Sustained Isometric Exercise. **International Journal of Sports Medicine**. v. 37, n. 5, 2016.

TAPURIA N. *et al.* Remote ischemic preconditioning: a novel protective method from ischemia reperfusion injury - a review. **The Journal of Surgical Research**. New

York. v, 150, n. 3, dez. 2008.

WANG, Y.; SATOH, A.; WARREN, G. Mapping the functional domains of the Golgi stacking factor GRASP65. **Journal of Biological Chemistry**, v. 280, n. 6, p. 1-39, 2004.

ZHOU, D. *et al.* Experimental selection for *Drosophila* survival in extremely low O₂ environment. **PLoSOne**, v. 2, n. 5, p. 490, 2007.

Anexos

ANEXO 1: QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PREVENTIVO PARA REALIZAR EXERCÍCIO FÍSICO (PAR-Q) TESTE

1. Algum médico declarou que você tem problemas de coração e que só teria que realizar atividades físicas com orientação médica?	[] sim	[] não
2. Já desmaiou, perdeu o equilíbrio quando sentiu tontura?	[] sim	[] não
3. Toma algum remédio para problemas cardíacos ou pressão alta	[] sim	[] não
4. Sente dores no peito quando realiza alguma atividade física?	[] sim	[] não
5. Algum motivo que não possa praticar atividade física?	[] sim	[] não
6. Sentiu dores no peito nos últimos meses?	[] sim	[] não
7. Tem algum problema nos ossos ou articulações?	[] sim	[] não

PERGUNTAS 1; 3; 6 SIM = PRONTIDÃO PARA EXERCÍCIO COMPROMETIDA;

PERGUNTAS DE 1 A 7 NÃO = PRONTIDÃO PARA O EXERCÍCIO IMEDIATA

PERGUNTAS 2; 4; 5 E 7 SIM = PRONTIDÃO PARA EXERCÍCIO LIMITADA;

ANEXO 02: ANAMNESE SOBRE PATOLOGIAS EXISTENTES

NOME: _____ GÊNERO: () F () M

FONE: _____ DATA DE NASC: _____

IDADE: _____ PROFISSÃO: _____

PRÁTICA MUSCULAÇÃO QUANTO TEMPO: _____

FUMANTE? SIM () NÃO ()

INDIVÍDUO HIPERTENSO? SIM () NÃO ()

BEBE SIM () NÃO ()

NOS ÚTIMOS 6 MESES SOFREU ALGUMA LESÃO NS BRAÇOS OU PERNAS

SIM () NÃO ()

NOS ÚLTIMOS 6 MESES REALIZOU ALGUMA CIRÚRGIA SIM () NÃO ()