

RODNEY COELHO DA PAIXÃO

**EFEITO AGUDO DO PRÉ-CONDICIONAMENTO ISQUÊMICO SOBRE O
DESEMPENHO DE ATLETAS EM DIFERENTES MODALIDADES E TIPOS DE
EXERCÍCIO FÍSICO**

UBERABA, MG

2013

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

Rodney Coelho da Paixão

**EFEITO AGUDO DO PRÉ-CONDICIONAMENTO ISQUÊMICO SOBRE O
DESEMPENHO DE ATLETAS EM DIFERENTES MODALIDADES E TIPOS DE
EXERCÍCIO FÍSICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, área de concentração “Esporte e Exercício” (Linha de Pesquisa: Aspectos Biodinâmicos e Metabólicos do Exercício Físico e Esporte), da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Orientador: Dr. Moacir Marocolo Júnior

UBERABA, MG

2013

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

P172e Paixão, Rodney Coelho da
Efeito agudo do pré-condicionamento isquêmico sobre o desempenho de atletas em diferentes modalidades e tipos de exercício físico / Rodney Coelho da Paixão. -- 2013.
70 f. : il., fig., graf., tab.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) -- Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2013.
Orientador: Prof. Dr. Moacir Marocolo Júnior

1. Isquemia. 2. Reperfusão. 3. Teste de esforço. 4. Desempenho atlético I. Marocolo Júnior, Moacir. II. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. III. Título.

CDU 616-005.4

Rodney Coelho da Paixão

**EFEITO AGUDO DO PRÉ-CONDICIONAMENTO ISQUÊMICO SOBRE O
DESEMPENHO DE ATLETAS EM DIFERENTES MODALIDADES E TIPOS DE
EXERCÍCIO FÍSICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, área de concentração “Esporte e Exercício” (Linha de Pesquisa: Aspectos Biodinâmicos e Metabólicos do Exercício Físico e Esporte), da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Orientador: Dr. Moacir Marocolo Júnior

Aprovada em 16 de Setembro de 2013.

Banca examinadora:

Dr. Moacir Marocolo Júnior – orientador
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Dr. Octávio Barbosa Neto
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Dr. Guilherme Gularte de Agostini
Universidade Federal de Uberlândia

À minha mãe amada!
Obrigado pelo companheirismo!
Obrigado por acreditar e batalhar ao meu lado pela realização dos sonhos!
Obrigado pelo cuidado para com a minha formação profissional e pessoal!
Eternamente agradecido pela sua amizade, carinho e amor!

Ao reconhecimento de nosso egoísmo e individualismo,
podemos apenas imaginar quão grande é o amor de Deus por nós.
Assim, vejo que o modelo mais próximo que temos desse puro sentimento
é justamente o amor de um pai/de uma mãe para com um filho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a toda minha família, por me apoiar e confiar no meu trabalho.

Obrigado “vó” e “vô” pelo cuidado, carinho, e por não medir esforços para me fazer feliz hoje e sempre.

Obrigado Roney, meu irmão, pelo amor!

Um salve a todos os amigos de Uberlândia. Às vezes é necessário bater as asas e voar para lugares geograficamente distantes, mas saber que existe um canto onde te querem bem e querem a sua felicidade é algo realmente confortante, encantador e maravilhoso.

Um salve aos amigos (colegas de turma, Professores e demais funcionários) da Escola Estadual Messias Pedreiro, onde completei os três anos do Ensino Médio, e da Escola Estadual Clarimundo Carneiro, onde estudei durante todo o Ensino Fundamental. É sempre prazeroso encontrá-los e comemorar praticamente 20 anos de amizade!

Obrigado 64ª turma de Educação Física da Universidade Federal de Uberlândia. Não tenho palavras para descrever o quanto esse período de faculdade foi importante, marcante e feliz na minha vida! Levo todos no meu coração!

O meu muito obrigado a todos àqueles que me receberam de braços abertos na cidade de Uberaba, Minas Gerais. Como sempre, o Senhor Deus colocou pessoas maravilhosas em meu caminho. Trabalhei ao lado de pessoas especiais! Fiz novas amizades!

Um salve aos *brothers* da Rep. Sem Maldade. Que os laços se estreitem cada vez mais e que a amizade seja eterna!

Agradeço meus colegas de Mestrado pelas críticas construtivas e “puxões de orelha”. Amigo é aquele que te repreende quando necessário! Obrigado pelas valiosas discussões nos “corredores” e em sala de aula, pelas palavras de apoio, e enfim por tornarem esse período mais feliz. Tenho visto que são vocês aqueles que realmente entendem e sentem algo parecido quando ouvem a seguinte pergunta: “Ah, você só faz Mestrado?”. Afinal, não é fácil chegar até aqui! Cada um com sua história de vida, um caminho percorrido, etc. Obrigado por sonharem juntos e consolidarem essa fase como algo realmente marcante! Agradeço especialmente

Cíntia Garcia por estar sempre pronta a ajudar, Rodrigo Barboza pela parceria, e Rafaela Santos pela atenção, ensinamentos e carinho em todos os momentos!

Obrigado, funcionários da Universidade Federal do Triângulo Mineiro pela atenção costumeira e pelo zelo em suas funções!

Obrigado, Professores do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Triângulo Mineiro por trabalharem em prol da consolidação e desenvolvimento desse Curso, e por compartilharem das suas experiências e conhecimentos. Com certeza nossa formação acadêmica e pessoal estará atrelada ao que vocês nos ensinaram.

Agradeço ao Professor Moacir Marocolo Júnior pela confiança no meu trabalho. Pela atenção desde a nossa primeira reunião. Pelo trabalho em conjunto e pelos momentos alegres! Obrigado, meu caro!

Obrigado aos professores da Universidade Federal de Uberlândia! A minha história no Mestrado passa indubitavelmente pela Graduação e pelos ensinamentos de todos vocês. Obrigado por me receberem sempre de braços abertos nessa casa!

Eu agradeço à Professora Geni de Araújo Costa (Universidade Federal de Uberlândia) pela confiança no meu trabalho, pelo apoio, pelas palavras sábias e pela atenção costumeira. Obrigado minha rainha, minha amiga!

Meus agradecimentos às pessoas que fizeram parte da minha trajetória acadêmica na Cidade do Porto e na Cidade do Cabo. Estou certo de que as experiências vividas me permitiram ampliar a visão sobre Ensino, Pesquisa e Extensão. Também, me fizeram entender um pouco mais sobre o que realmente é ser um Professor.

Obrigado aos amigos da Cidade do Porto e da Cidade do Cabo! Grato pelos momentos felizes e por me abrirem as portas de suas casas! Grato pelo ombro amigo que apaziguava a saudade da família e de toda a turma no Brasil, e que me deu forças para seguir sempre em frente. As lembranças estão e serão levadas para sempre na minha memória e no meu coração.

Mãe, eu te amo! Sou apaixonado por você (cada dia mais)!

Obrigado Bondoso Senhor Deus, por intermédio do seu Filho Amado Jesus Cristo, pela misericórdia, perdão e graça! Obrigado por estar sempre atento a cada um dos nossos passos. Obrigado pela proteção constante. Obrigado pela vida! Obrigado pelo Seu imensurável amor!

“O orgulho pode ser um problema para todos nós.
Que não olhemos de cima para outros, mas em vez disso,
vejamos o Deus que está muito acima de nós.”

Anne M. Cetas

RESUMO

Embora o pré-condicionamento isquêmico (PCI) esteja sendo recentemente divulgado como uma alternativa para melhorar o rendimento esportivo, o conhecimento científico sobre o tema e conseqüentemente sua real aplicabilidade ainda são bastante limitados. Portanto, o objetivo dessa pesquisa foi analisar o efeito agudo do PCI sobre o desempenho de atletas em diferentes modalidades e tipos de exercício físico. Para isso foram conduzidos dois estudos. Em ambos os casos foi adotado um delineamento cruzado [PCI vs. CONTROLE (CTRL)] e a manobra de PCI foi realizada imediatamente antes do exercício, sendo quatro ciclos de 5min em isquemia/5min em reperfusão em cada coxa. O Estudo-1 (E1) verificou o desempenho de quinze atletas amadores ($30,2 \pm 7,2$ anos) de ciclismo em exercício supramáximo [Teste Anaeróbio Wingate (TW)], e o Estudo-2 (E2) o desempenho de onze atletas profissionais ($25,4 \pm 6,9$ anos) de basquete em esforços intensos e de alta demanda aeróbia. No E1, os sujeitos realizaram três TW sucessivos intercalados por 10min de intervalo para a avaliação do desempenho anaeróbio [potência máxima (Pmax) e média (Pmed) e índice de fadiga (IF)]. A concentração de lactato ([Lac]) foi avaliada no sexto minuto depois de cada TW. No E2, os sujeitos realizaram o “*YoYo Intermittent Recovery Test Level 1*” (YoYoIR1). Para a comparação entre os protocolos (PCI vs. CTRL) utilizou-se o teste t pareado (dados paramétricos) ou o teste Mann Whitney (dados não paramétricos), com nível de significância de 0,05. Foram encontrados os seguintes resultados para o E1: o PCI diminuiu a Pmax e a Pmed ($p < 0,05$) no primeiro TW (Pmax 868 ± 105 vs. 887 ± 105 W; Pmed 724 ± 74 vs. 748 ± 77 W) e a Pmed no segundo TW (707 ± 81 vs. 729 ± 82 W). Não houve diferenças significativas para IF e [Lac]. No E2, não foram encontradas diferenças significativas para o desempenho no YoYoIR1. Conclui-se que o efeito agudo do PCI é prejudicial sobre o desempenho de ciclistas amadores em exercício supramáximo e que não promove melhoras sobre a capacidade de realizar esforços intensos e de alta demanda aeróbia entre jogadores profissionais de basquete. Tomados em conjunto, esses dados sugerem cautela na utilização do PCI, uma vez que não foram alcançados resultados positivos nos testes (TW e YoYoIR1) e sujeitos (ciclistas amadores e jogadores profissionais de basquete) dos estudos.

Palavras-chave: Isquemia. Reperfusão. Teste de Esforço. Desempenho Atlético.

ABSTRACT

Although ischemic preconditioning (IPC) had been recently released as an alternative to improve sports performance, the scientific knowledge about the theme and consequently its actual applicability are still quite limited. Therefore, the aim of this research was to investigate the acute effect of IPC on the performance of athletes in different sports and types of exercise. For this, two studies were conducted. In both cases we adopted a crossover design [IPC vs. CONTROL (CTRL)] and the IPC maneuver was performed immediately before exercise, being four cycles of 5min in ischemia/5min in reperfusion in each thigh. The Study-1 (S1) verified the performance of fifteen cycling amateur athletes (30.2 ± 7.2 years) in supramaximal exercise [Wingate Anaerobic Test (WT)], and the Study-2 (S2) the performance of eleven basketball professional athletes (25.4 ± 6.9 years) in intense efforts with high aerobic demand. In S1, subjects performed three successive WT intercalated by 10min intervals for the assessment of anaerobic performance [maximum (Pmax) and medium power (Pmed) and fatigue index (FI)]. In S2, subjects performed the "YoYo Intermittent Recovery Test Level 1" (YoYoIR1). For comparison between protocols (IPC vs. CTRL) paired t test (parametric data) or Mann Whitney test (nonparametric data) was used with a significance level of 0.05. We found the following results in S1: IPC decreased Pmax and Pmed ($p < 0.05$) in the first WT (Pmax 868 ± 105 vs. 887 ± 105 W; Pmed 724 ± 74 vs. 748 ± 77 W) and Pmed in the second WT (707 ± 81 vs. 729 ± 82 W). There were no significant differences for FI and [Lac]. In S2, there were no significant differences on YoYoIR1 performance. We conclude that the acute effect of IPC is detrimental on the performance of amateur cyclists on supramaximal exercise and does not promote improvement on the ability to perform intense efforts with high aerobic demand among basketball professional players. Taken together, these data suggest caution in the use of IPC, since no positive results were achieved in the tests (WT and YoYoIR1) and subjects (amateur cyclists and professional basketball players) of the studies.

Keywords: Ischemia. Reperfusion. Exercise Test. Athletic Performance.

LISTA DE FIGURAS

Figuras		Página
1	Desenho experimental do estudo.....	28
2	Manobra de Pré-condicionamento Isquêmico.....	30
3	Comparação dos valores de Pmax no TW1 (Estudo 1).....	32
4	Valores individuais para Pmax no TW1 (Estudo 1).....	33
5	Comparação dos valores de Pmed no TW1 e TW2 (Estudo 1).....	34
6	Esquema representativo do YoYoIR1 (Estudo 2).....	45
7	Comparação da distância percorrida no YoYoIR1 (Estudo 2).....	46
8	Desempenho individual no YoYoIR1 (Estudo 2).....	47

LISTA DE TABELAS

Tabelas		Página
1	Estudos com humanos envolvendo PCI e Exercício Físico.....	18
2	Características gerais dos participantes (Estudo 1).....	27
3	Valores de [Lac] e Índice de Fadiga em cada teste (Estudo 1).....	35
4	Características gerais dos voluntários (Estudo 2).....	45

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO.....	14
2 JUSTIFICATIVA.....	19
3 OBJETIVOS.....	20
3.1 Objetivo Geral.....	20
3.2 Objetivos Específicos.....	20
4 MÉTODOS.....	21
4.1 Caracterização do Estudo.....	21
4.2 Casuística.....	21
5 ESTUDOS PRODUZIDOS.....	23
5.1 Estudo 1 - O pré-condicionamento isquêmico exerce efeito agudo prejudicial sobre o desempenho anaeróbio em ciclistas.....	24
5.2 Estudo 2 - Efeito agudo do pré-condicionamento isquêmico sobre o desempenho físico de jogadores de basquete.....	40
6 CONCLUSÃO.....	52
7 COMENTÁRIOS, CRÍTICAS E SUGESTÕES.....	52
REFERÊNCIAS.....	56
APÊNDICES E ANEXOS.....	61

1 INTRODUÇÃO

A isquemia representa um período de restrição ao fluxo de sangue e disponibilidade limitada de oxigênio, enquanto a reperfusão é caracterizada como a fase de restauração do fluxo sanguíneo e reoxigenação tecidual (ELTZSCHIG; ECKLE, 2011). De fato, eventos de isquemia-reperfusão (IR) têm recebido grande atenção e sua importância e aplicabilidades podem ser confirmadas frente ao considerável volume de estudos disponíveis na literatura científica (CARDEN; GRANGER, 2000; ELTZSCHIG; ECKLE, 2011; PIPER; MEUTER; SCHAFFER, 2003).

O bloqueio à circulação sanguínea pode ser útil quando se pretende trabalhar com um campo “livre de sangue”, como em situações de análise da condição vascular do paciente ou durante procedimentos cirúrgicos (KLENERMAN, 1982; PAAKKONEN; ALHAVA; HANNINEN, 1981). Para realizar a oclusão, pode-se aplicar uma pressão externa por meio de bandagens, cintos de pressão e torniquetes pneumáticos (FLETCHER; HEALY, 1983; MURPHY; WINTER; BOUCHIER-HAYES, 2005).

No entanto, embora apresentem eficácia comprovada no que diz respeito à restrição do fluxo de sangue, recomenda-se cautela na utilização desses instrumentos (PAAKKONEN et al., 1981), uma vez que o uso de torniquetes por longos períodos está envolvido com danos teciduais, inclusive irreversíveis (MAKITIE; TERAVALINEN, 1977). Achados prévios indicam ainda que as lesões teciduais de IR não ocorrem somente devido ao período de oclusão, mas também em resposta ao reestabelecimento do fluxo sanguíneo (GOTTLIEB et al., 1994), em um processo denominado de “síndrome da reperfusão” (MURPHY et al., 2005)

Nesse contexto, a análise de procedimentos que possam minimizar danos teciduais gerados por IR tem sido comum na literatura científica. Para além das abordagens farmacológicas (INIGUEZ et al., 2008; OPIE, 1989), a adoção de métodos não farmacológicos tem merecido destaque e, dentre esses, o pré-condicionamento isquêmico (PCI) tem sido amplamente adotado ao longo das últimas décadas (DAS; DAS, 2008; EISEN et al., 2004; RIKSEN; SMITS; RONGEN, 2004; TAPURIA et al., 2008).

A introdução do termo PCI na literatura científica foi realizada por Murry et al. (1986) quando publicaram um estudo revelando os benefícios de tal procedimento em modelo animal. Demonstrou-se que a indução de breves períodos de oclusão, garantia às células do miocárdio maior resistência em eventos futuros de isquemia sustentada. Cães que participaram do PCI antes de uma oclusão contínua de 40min demonstraram uma área de infarto aproximadamente 75% menor em comparação ao grupo controle (MURRY et al., 1986). Em um contexto amplo, esses achados contribuíram decisivamente com o avanço do conhecimento científico e tiveram grande aceitação prática, uma vez que em procedimentos cirúrgicos existe a necessidade de restrição ao fluxo de sangue, mas também a preocupação com os danos teciduais decorrentes do processo de IR (KLENERMAN, 1982; MURPHY et al., 2005). De fato, o estudo pioneiro desses pesquisadores (MURRY et al., 1986) tornou-se uma referência clássica e um dos artigos mais frequentemente citados na literatura científica cardiovascular (DAS; DAS, 2008).

Desde então, diversos estudos sobre o efeito do PCI foram conduzidos com a proposta de investigar os possíveis mecanismos envolvidos nesse procedimento (CRESTANELLO et al., 2002; LI; HE, 1995). Em meio a esses trabalhos, Li e He (1995) verificaram que a ativação e o aumento na densidade de receptores de adenosina estavam envolvidos com o efeito cardioprotetor do PCI entre coelhos. E Crestanello et al. (2002) demonstraram que os efeitos benéficos do PCI sobre o músculo cardíaco de ratos eram parcialmente explicados pela preservação da função mitocondrial durante a fase de reperfusão.

Interessantemente, estudos com humanos também têm sido conduzidos (KHARBANDA et al., 2002; KONSTANTINOV et al., 2004). Kharbanda et al. (2002), ao investigarem as consequências de um evento isquêmico sustentado entre indivíduos jovens (idade média de 33 anos), verificaram pelo método de pletismografia que o PCI foi eficiente na prevenção da disfunção endotelial. Konstantinov et al. (2004) também apresentaram resultados positivos ao comprovarem que os estímulos desencadeados pelo PCI modificavam a expressão de genes pró-inflamatórios.

Além disso, a aplicação do PCI em humanos também foi extrapolada para o ambiente desportivo. Vale destacar, entretanto, que contrariamente ao que se

observa na área clínica, em que a aplicação do PCI tem sido amplamente investigada há décadas (DAS; DAS, 2008), a relação entre “PCI e Exercício Físico” (PCI-EF) registra ainda um número bastante reduzido de informações. Embora os dados já disponíveis sobre o PCI (bases moleculares, aplicabilidade, mecanismos de atuação, etc.) possam fornecer importantes subsídios à sua utilização no contexto esportivo, é necessário ter cautela na transferência desses dados, uma vez que o exercício revela particularidades que podem alterar o padrão de resposta à manobra.

O primeiro trabalho que relacionou breves períodos de oclusão e reperfusão ao rendimento humano em exercício físico (LIBONATI et al., 1998) emergiu mais de 10 anos após o experimento pioneiro que propôs a utilização do PCI na área clínica (MURRY et al., 1986). Libonati et al. (1998) sugeriram uma associação entre os eventos intermitentes de IR do PCI, com as próprias fases de IR relacionadas as contrações musculares. Utilizando um ergômetro apropriado, mediu-se o rendimento de força para flexões de punho em dois ensaios separados em sujeitos jovens. No primeiro ensaio, 15 contrações voluntárias isométricas máximas foram realizadas com intervalo de 10 segundos de repouso. No segundo ensaio, o mesmo protocolo foi adotado, mas os indivíduos foram submetidos a uma oclusão na região do antebraço por dois minutos (pressão de 220mmHg) e depois a 10 segundos de reperfusão antes do início do exercício. Os autores demonstraram que a geração de força foi maior para o grupo PCI em comparação ao grupo sem PCI. Além disso, observou-se um fluxo sanguíneo maior, de aproximadamente três a quatro vezes, na região do antebraço após o protocolo de oclusão, levantando a hipótese de que essa hiperemia poderia ser um dos mecanismos envolvidos no PCI.

Mesmo após Libonati et al. (1998) publicarem esses resultados positivos, os anos imediatamente subsequentes não apresentaram registros de quaisquer outros trabalhos sobre o tema, e apenas muito recentemente a investigação dessa relação entre PCI-EF tem sido destacada na literatura científica (Tabela 1). O primeiro desses “novos estudos” foi conduzido em 2010, quando De Groot et al. (2010) observaram o efeito do PCI para sujeitos envolvidos em teste incremental máximo em cicloergômetro. Como resultado, observou-se melhora nos valores de potência pico e no consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}). Desde então, alguns achados

confirmam os benefícios da utilização do PCI sobre o desempenho atlético humano, ainda que sua eficácia não tenha sido comprovada em todos os casos e aspectos analisados (BAILEY et al., 2012; CLEVIDENCE; MOWERY; KUSHNICK, 2012; CRISAFULLI et al., 2011; JEAN-ST-MICHEL et al., 2011).

Na pesquisa conduzida por Bailey et al. (2012) o PCI atenuou o aumento das concentrações de lactato sanguíneo em níveis submáximos e diminuiu o tempo de corrida para a distância de 5km. Por outro lado, no estudo de Clevidence et al. (2012) o rendimento de ciclistas amadores não foi melhorado para as intensidades submáximas e nem no tempo até a exaustão. Dentre os aspectos analisados, não houve diferenças para consumo de oxigênio, ventilação, quociente respiratório e lactato sanguíneo, sendo observada diferença significativa apenas para a frequência cardíaca (PCI resultou em aumento na intensidade relativa de 30%) (CLEVIDENCE et al., 2012). Para além dos achados positivos (Tabela 1), nos trabalhos de Crisafulli et al. (2011) e Jean St-Michel et al. (2011), o PCI não provocou alterações significativas em VO_{2max} , volume sistólico e débito cardíaco, e nem sobre o rendimento em exercício submáximo, respectivamente.

Nesse sentido, considerando a divergência entre os achados disponíveis na literatura científica e as próprias características da manobra de PCI (possíveis mecanismos de ação), acreditamos que os resultados obtidos no ambiente esportivo estejam diretamente envolvidos com o tipo de exercício realizado. A ampliação do conhecimento científico sobre esse assunto depende, portanto, de investigações que analisem o efeito do PCI em atividades com diferentes características (metabolismo predominante, metabolismo determinante, volume, intensidade, etc.).

Tabela 1 – Estudos com humanos envolvendo PCI e Exercício Físico.

Estudo	Público Alvo*	Protocolo	Região do PCI	Exercício Físico	Principais Resultados
Libonati et al. (1998)	11 sujeitos ativos (homens e mulheres)	- 2min a 220mmHg - 10s de reperfusão antes do exercício	Antebraço	Flexão isométrica do punho (ergômetro)	Aumento de força para contração isométrica voluntária máxima
De Groot et al. (2010)	15 ciclistas bem treinados (homens e mulheres)	- 3 x 5min (5min reperfusão entre séries) - 220mmHg	Coxa	Teste incremental máximo (cicloergômetro de membros inferiores)	Aumento do VO_{2max} Aumento da Pmax
Crisafulli et al. (2011)	17 sujeitos fisicamente ativos (homens)	- 3 x 5min (5min reperfusão entre séries) - 50mmHg acima da PAS	Coxa	Teste incremental máximo (cicloergômetro de membros inferiores)	Aumento da Pmax
Jean St-Michel et al. (2011)	18 nadadores de elite (homens e mulheres)	- 4 x 5min (5min reperfusão entre séries) - 15mmHg acima da PAS	Braço	Teste máximo 100m (piscina de 50m)	Melhora do tempo
Clevidence, Mowery e Kushnick (2012)	12 ciclistas amadores (homens)	- 3 x 5min (5min reperfusão entre séries) - 220mmHg	Coxa	Teste submáximo (cicloergômetro de membros inferiores)	Não houve melhora de desempenho
Bailey et al. (2012)	13 sujeitos treinados (homens)	- 4 x 5min (5min reperfusão entre séries) - 220mmHg	Coxa	Teste 5km de corrida (esteira)	Melhora do tempo

* Segundo classificação original. VO_{2max} – consumo máximo de oxigênio; Pmax – potência máxima; PAS – pressão arterial sistólica.

2 JUSTIFICATIVA

Em nível competitivo, a vitória pode ser determinada por diferenças mínimas (DE GROOT et al., 2010) e isso faz com que entre os atletas haja uma busca incessante pela melhora do desempenho. A comunidade científica, por sua vez, tem se mostrado cada vez mais interessada na investigação de procedimentos que possam acelerar e/ou maximizar as adaptações provocadas pelo treinamento (DI PRAMPERO, 2003; KILDUFF et al., 2013; VENTURA et al., 2003; WEST et al., 2013). Assim, o PCI tem ganhado destaque no cenário desportivo, inclusive devido ao seu baixo custo, simplicidade e segurança (BAILEY et al., 2012; CLEVIDENCE et al., 2012; CRISAFULLI et al., 2011; DE GROOT et al., 2010; JEAN-ST-MICHEL et al., 2011). No ciclismo, observou-se o efeito do PCI em testes incrementais submáximos (CLEVIDENCE et al., 2012) e máximos (CRISAFULLI et al., 2011; DE GROOT et al., 2010), mas não há dados referentes a atividades de alta intensidade e curta duração. Já para o basquete, mesmo sendo um dos esportes mais populares e praticados em todo o mundo (CHING; KHALILI-BORNA, 2013; COHEN; METZL, 2000), a literatura não apresenta qualquer informação sobre a relação existente entre PCI e desempenho.

Além disso, embora a maioria dos achados relacione o PCI com efeitos positivos (BAILEY et al., 2012; CRISAFULLI et al., 2011; DE GROOT et al., 2010; JEAN-ST-MICHEL et al., 2011), há também àqueles que não confirmam a sua eficiência (CLEVIDENCE et al., 2012). Vale ressaltar ainda que, sendo a especificidade um dos princípios básicos do treinamento (BARNETT et al., 1973), deve se ter cautela na transferência desses resultados, uma vez que o PCI pode apresentar diferentes padrões de resposta. Desse modo, frente à própria complexidade do tema e ao número reduzido de informações disponíveis na literatura científica, ainda não se pode afirmar com clareza em quais modalidades, tipos de exercício físico (volume, intensidade, etc.) e níveis de treinamento (atleta amador vs. atleta profissional) o PCI é realmente eficiente para promover a melhora do desempenho. Por isso, a análise do efeito agudo do PCI em situações específicas do ciclismo e do basquete faz-se necessária tanto para aspectos de aplicação prática quanto para o avanço do conhecimento científico sobre o assunto.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o efeito agudo do pré-condicionamento isquêmico sobre o desempenho de atletas em diferentes modalidades e tipos de exercício físico.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

ESTUDO 1

- Verificar o efeito agudo do pré-condicionamento isquêmico sobre o desempenho de atletas amadores de ciclismo em exercício supramáximo.

ESTUDO 2

- Verificar o efeito agudo do pré-condicionamento isquêmico sobre a capacidade de realizar esforços intensos e de alta demanda aeróbia entre jogadores profissionais de basquete.

4 MÉTODOS

Para atender ao objetivo geral do presente estudo, o mesmo protocolo de PCI foi utilizado em diferentes situações. Nesse sentido, a investigação do efeito agudo do PCI sobre o desempenho físico de atletas contou tanto com uma amostra de ciclistas amadores (Estudo 1) quando com jogadores profissionais de basquete (Estudo 2).

Segue abaixo a “Caracterização do Estudo”, a qual foi semelhante em ambos os trabalhos, bem como a “Casuística” adotada em cada situação.

Respeitada as peculiaridades dos demais métodos e procedimentos envolvidos em cada estudo, os aspectos específicos de cada caso estão contemplados na seção “Estudos Produzidos”, mais especificamente em suas subseções “Estudo 1” e “Estudo 2”.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

O presente estudo caracterizou-se como sendo experimental e de delineamento cruzado (*crossover*).

O projeto foi submetido à análise pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Triângulo Mineiro e foi aprovado sob o número de registro 2296/2012.

Os dados coletados durante a realização deste trabalho foram e serão utilizados apenas para fins de pesquisa e somente os pesquisadores envolvidos terão acesso às informações. Estas precauções são adotadas com o intuito de preservar a privacidade, a saúde e o bem-estar dos voluntários.

4.2 CASUÍSTICA

Estudo 1 - O recrutamento da amostra foi feito por mídia impressa, sendo que vários cartazes foram afixados em lojas especializadas de ciclismo da cidade de Uberaba, Minas Gerais. Em reunião, os ciclistas que demonstraram interesse em

participar receberam maiores informações sobre os objetivos, procedimentos, riscos e benefícios envolvidos no estudo. Os sujeitos aceitaram participar voluntariamente do estudo, sem quaisquer ônus para os pesquisadores.

Estudo 2 - Para o recrutamento da amostra, uma reunião prévia foi agendada com o preparador físico de uma equipe profissional e participante da Liga Nacional de Basquete. Nesse encontro, foram esclarecidos os objetivos e procedimentos envolvidos no estudo. Em seguida, após permissão do preparador físico e da comissão técnica, foi realizada uma reunião com os jogadores da equipe, e aqueles que demonstraram interesse em participar receberam maiores informações sobre os objetivos, procedimentos, riscos e benefícios envolvidos no estudo. Os sujeitos aceitaram participar voluntariamente do estudo, sem quaisquer ônus para os pesquisadores.

5 ESTUDOS PRODUZIDOS

5.1 ESTUDO 1

“O pré-condicionamento isquêmico exerce efeito agudo prejudicial sobre o desempenho anaeróbio em ciclistas”

5.2 ESTUDO 2

“Efeito agudo do pré-condicionamento isquêmico sobre o desempenho físico de jogadores de basquete”

5.1 Estudo 1

O pré-condicionamento isquêmico exerce efeito agudo prejudicial sobre o desempenho anaeróbio em ciclistas

RESUMO

Ainda que previamente o pré-condicionamento isquêmico (PCI) tenha demonstrado resultados positivos sobre o rendimento atlético humano, não é possível afirmar qual o seu efeito em atividades de alta intensidade e curta duração. Assim, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito agudo do PCI sobre o desempenho de atletas amadores de ciclismo em exercício supramáximo. Quinze ciclistas participaram desse estudo ($30,2 \pm 7,2$ anos) com delineamento cruzado em dois momentos diferentes [PCI vs. CONTROLE (CTRL)]. A manobra de PCI consistiu de 4 ciclos de 5min em isquemia/5min em reperfusão em cada coxa. Depois do PCI (ou CTRL), os voluntários executaram o Teste Anaeróbio Wingate (TW). Foram realizados três TW sucessivos com 10 min de intervalo entre cada, para a avaliação do desempenho anaeróbio [Potência Máxima (Pmax) e Média (Pmed) e Índice de Fadiga (IF)]. A concentração sanguínea de lactato [Lac] foi avaliada no sexto minuto depois de cada TW. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste Shapiro Wilk. O teste t pareado (dados paramétricos) ou o teste Mann-Whitney (dados não paramétricos) foram utilizados para comparar os valores de Pmax, Pmed, IF e [Lac] entre os protocolos ($p < 0,05$). Os resultados encontrados indicam que o PCI diminuiu a Pmax e Pmed ($p < 0,05$) no primeiro TW (Pmax = 868 ± 105 vs. 887 ± 105 W; Pmed = 724 ± 74 vs. 748 ± 77 W) e apenas a Pmed no segundo TW (707 ± 81 vs. 729 ± 82 W). Não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$) para [Lac] e IF entre PCI e CTRL. Portanto, conclui-se que o PCI exerce efeito agudo prejudicial sobre o desempenho de ciclistas amadores em exercício supramáximo.

Palavras-chave: Isquemia. Reperfusão. Teste de Esforço. Desempenho Atlético.

ABSTRACT

Although the ischemic preconditioning (IPC) has previously demonstrated positive effects on human athletic performance, it is not possible to assert what is the effect of IPC in short term and high intensity activities. Thus, the aim of this study was to investigate the acute effect of IPC on performance of amateur cyclists in supramaximal exercise. Fifteen cyclists (30.2 ± 7.2 yrs) attended this study in a crossover model in two different days [IPC or CONTROL (CTRL)]. IPC maneuver consisted of 4 cycles of 5 min occlusion/5 min reperfusion in each thigh. After IPC (or CTRL), volunteers performed the Wingate Anaerobic Test (WT). Three successive WT were conducted with 10min rest among them to evaluate anaerobic performance (maximal [P_{\max}] and medium [P_{med}] power output and fatigue index [FI]). Blood lactate concentrations [Lac] were assessed at 6th min after each WT. All data set was submitted to Shapiro Wilk normality test. Paired t test (parametric data) or Mann-Whitney test (non parametric data) was used to compare P_{\max} , P_{med} , FI and [Lac] values between protocols ($p < 0.05$). The findings indicate that IPC decreased the P_{\max} and P_{med} ($p < 0.05$) in the first WT ($P_{\max} = 868 \pm 105$ vs. 887 ± 105 W; $P_{\text{med}} = 724 \pm 74$ vs. 748 ± 77 W) and in the second WT only the P_{med} (707 ± 81 vs. 729 ± 82 W). No significant differences ($p > 0.05$) were found in [Lac] and FI between IPC and CTRL. Therefore, it concludes that IPC has a detrimental acute effect on performance of amateur cyclists in supramaximal exercise.

Keywords: Ischemia. Reperfusion. Exercise Test. Athletic Performance.

INTRODUÇÃO

Em 1986, Murry e colaboradores publicaram um estudo clássico revelando que a indução de períodos breves e intermitentes de isquemia, garantia maior resistência ao miocárdio em eventos futuros de fluxo sanguíneo restrito. Naquela ocasião, os animais que participaram de uma manobra de pré-condicionamento isquêmico (PCI), demonstraram redução de 75% de área de infarto após um período de 40min em isquemia sustentada, quando comparados ao grupo controle (MURRY et al., 1986). Desde então, o PCI tem sido um procedimento amplamente utilizado na área clínica (DAS; DAS, 2008), especialmente com a proposta de controlar e/ou minimizar as injúrias teciduais provocadas por processos de isquemia-reperfusão relacionados aos eventos cirúrgicos (LOUKOGEORGAKIS et al., 2005).

Algumas pesquisas mais recentes tem analisado o efeito do PCI em situações esportivas, e majoritariamente, os dados encontrados apontam que essa manobra pode ser benéfica para o desempenho atlético humano (BAILEY et al., 2012; CRISAFULLI et al., 2011; DE GROOT et al., 2010; JEAN-ST-MICHEL et al., 2011). Somada à relativa simplicidade e o baixo custo envolvidos na aplicação da manobra, a magnitude dos ganhos tem encorajado o uso do PCI em sujeitos de diferentes níveis de treinamento e em diferentes modalidades (CRISAFULLI et al., 2011; JEAN-ST-MICHEL et al., 2011). Em contrapartida, nem todos os dados observados se relacionam com resultados positivos (CLEVIDENCE et al., 2012), indicando que pode haver uma relação entre a eficiência do PCI e a especificidade do exercício.

Vale destacar ainda que em nível competitivo a busca por melhores marcas é um aspecto constante entre os atletas, e que a vitória e a derrota podem ser separadas por mínimos detalhes (DE GROOT et al., 2010). Desse modo, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito agudo do PCI sobre o desempenho de atletas amadores de ciclismo em exercício supramáximo.

MÉTODOS

Sujeitos

Quinze ciclistas amadores participaram deste estudo (Tabela 2). Foram adotados os seguintes critérios de inclusão: ser do sexo masculino, ter idade igual ou superior a 18 anos, não realizar suplementação de creatina, não fazer uso de esteroides anabólicos, possuir experiência mínima de 24 meses com a modalidade, já ter participado de uma ou mais competições de nível regional ou superior; e possuir frequência de treinos igual ou superior a duas vezes por semana. Foram excluídos do estudo os sujeitos que não cumpriram integralmente os critérios de inclusão.

Entre os sujeitos da amostra, 53,4% disseram receber orientação de preparadores físicos quanto ao planejamento do treinamento. Desses, todos afirmaram estar no período preparatório inicial da temporada no momento da coleta de dados.

As normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde (Resolução 466/2012) envolvendo pesquisas com seres humanos foram respeitadas. Todos os voluntários assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (em anexo) previamente ao início dos testes.

Tabela 2 - Características gerais dos participantes (média \pm desvio padrão).

Idade (anos)	30,2 \pm 7,2
Índice de Massa Corporal (kg/m ²)	23,9 \pm 2,5
Gordura Corporal (%)	10,4 \pm 3,8
Experiência com a Modalidade (anos)	8,6 \pm 3,7
Frequência Semanal de Treinamento (dias)	3,9 \pm 1,8

Desenho experimental

Cada voluntário realizou três visitas ao laboratório, com no mínimo cinco e no máximo sete dias de intervalo entre cada uma. A primeira visita foi direcionada à familiarização com os testes e local de realização da pesquisa, aplicação de questionário para levantamento das características gerais dos participantes (Apêndice C), e determinação das características antropométricas. Nas visitas seguintes foram realizados os testes propriamente ditos, seguindo um modelo cruzado (*crossover*) de dois protocolos, os quais: PCI e Controle (CTRL). A fim de evitar quaisquer influências nos resultados da pesquisa em decorrência da ordem dos testes, os indivíduos foram alternadamente alocados na sequência CTRL (visita 2) e PCI (visita 3) (n = 8) ou PCI (visita 2) e CTRL (visita 3) (n = 7).

Foi solicitado aos voluntários que se apresentassem para a coleta de dados adequadamente hidratados e descansados. Todos eles foram aconselhados a não realizarem qualquer tipo de treino (qualquer modalidade) nas 24 horas precedentes aos testes. Ademais, recomendou-se manter os hábitos alimentares durante todo o período de estudo. Para evitar que aspectos motivacionais interferissem sobre o desempenho dos voluntários, foi informado aos participantes que ambos os protocolos (PCI e CTRL) poderiam melhorar o desempenho e que, portanto, o objetivo principal da pesquisa era determinar qual desses apresentaria maior eficácia.

As condutas realizadas durante as sessões de teste foram integralmente seguidas em todas as visitas. Logo, a fase inicial foi composta pela manobra de PCI (ou CTRL), seguida por um período de 5min de aquecimento e 5min de repouso antes do início do Teste Anaeróbio Wingate (TW). Em cada sessão, foram realizados três TW intercalados por 10min de recuperação passiva (Figura 1).

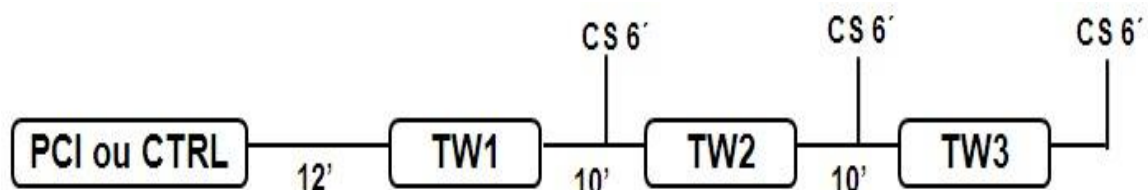


Figura 1 - Desenho experimental do estudo.

CS 6' - coleta de sangue 6min após o TW.

A massa corporal (MC), em kilogramas, e a estatura (EST), em metros, foram medidas em uma balança com estadiômetro (Filizola[®]). Estes dados foram utilizados para calcular o índice de massa corporal pela fórmula: MC / EST^2 .

Para estimar a densidade corporal utilizou-se um adipômetro científico (Lange[®]) e o protocolo sugerido por Jackson e Pollock (1978) de sete dobras cutâneas (peitoral, axilar, tricipital, subescapular, abdominal, suprailíaca e coxa). A equação proposta por Siri (1993) foi adotada para o cálculo do percentual de gordura.

Manobra de Pré-Condicionamento Isquêmico

Dois torniquetes pneumáticos manuais (28-100 ITS-MC[®]) com 10 cm de largura e 80 cm de comprimento foram posicionados logo abaixo da prega glútea (coxa direita e coxa esquerda) dos voluntários. A pressão foi aplicada circunferencialmente e durante todo o período da manobra os indivíduos permaneceram sentados em uma cadeira.

O PCI teve duração total de 40 minutos, sendo quatro ciclos de 5 min em isquemia (pressão externa de 250 mmHg) e 5 min em reperfusão (sem pressão). A manobra foi realizada alternadamente entre os membros (Figura 2).

Para o protocolo CTRL adotou-se pressão externa insuficiente para promover isquemia (20 mmHg), conforme sugerido em estudos anteriores envolvendo PCI e exercício físico (BAILEY et al., 2012; JEAN-ST-MICHEL et al., 2011).

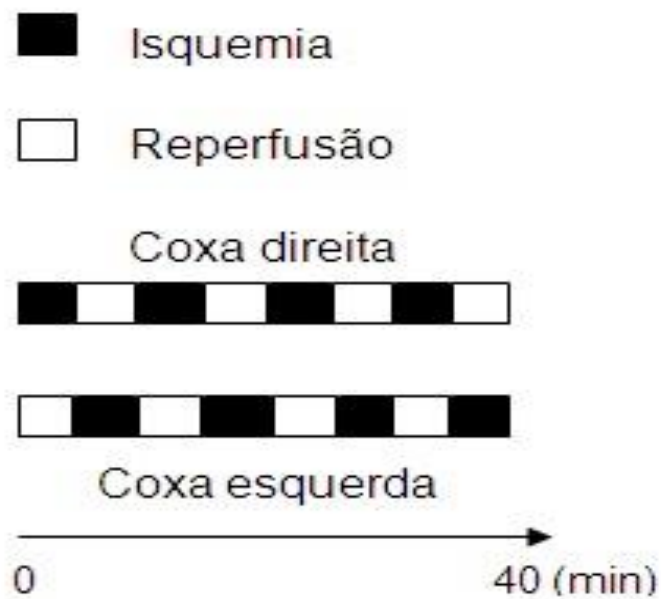


Figura 2 – Manobra de Pré-Condicionamento Isquêmico

Teste Anaeróbio Wingate

Os voluntários completaram um período de 5min de aquecimento pedalando a uma cadência de aproximadamente 60rpm e contra uma resistência fixa de 2kp. Durante o aquecimento, o atleta realizou dois *sprints* de 5s, sendo um ao final do terceiro minuto e outro ao final do quarto minuto.

Para o TW propriamente dito, os voluntários começaram pedalando durante 5s sem carga e a uma cadência de 60rpm para vencer a inércia. Depois disso aplicou-se uma resistência fixa de 0,10kp/kg e foi solicitado aos sujeitos que pedalassem o mais rápido possível durante os 30s de teste. Os voluntários receberam incentivos verbais padronizados. A potência máxima (Pmax), a potência média (Pmed) e o índice de fadiga (IF) foram avaliados por meio de um software específico (Biotec 2100 - CEFISE®). Durante os testes, não foi autorizado levantar o tronco do selim. Ao final do TW (0-30s) os voluntários pedalaram sem carga por mais 30s e depois permaneceram sentados em uma cadeira e em recuperação passiva até o início do próximo teste.

Coleta e análise de sangue

Para a coleta de sangue os voluntários permaneceram sentados e a região da polpa digital de um dos dedos da mão foi limpa com solução de álcool etílico hidratado 70%. Os sujeitos foram orientados a não encostarem o dedo em qualquer superfície, bem como não assoprá-lo antes da coleta.

Foi utilizado um lancetador automático de penetração de alta velocidade com retração ativa da agulha (Roche®). Uma vez feita a punção, a primeira gota de sangue foi descartada e a partir daí o sangue extraído foi utilizado para preencher toda a região necessária da tira reagente (Roche®). Para medir a concentração de lactato sanguíneo ([Lac]) utilizou-se um lactímetro portátil (Accutrend®). Em cada dia de testes foram realizadas três coletas. Essas coletas ocorreram sempre seis minutos após o término de cada TW.

Análise Estatística

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste Shapiro Wilk. O teste t pareado (dados paramétricos) ou o teste Mann-Whitney (dados não paramétricos) foram utilizados para comparar o desempenho anaeróbio (Pmax, Pmed, IF) e a [Lac] entre PCI e CTRL. O pacote estatístico utilizado foi o Graph Pad Prism5 e o nível de significância foi de 0,05.

RESULTADOS

Os resultados encontrados indicam menor desempenho para Pmax no protocolo PCI para o primeiro TW (TW1), conforme apresentado na Figura 3. No segundo TW (TW2) (PCI = 850 ± 110 vs. CTRL = 862 ± 101 W; $p= 0,127$) e no terceiro TW (TW3) (PCI = 797 ± 112 vs. CTRL = 825 ± 128 W; $p=0,08$) os valores de Pmax não foram significativamente diferentes.

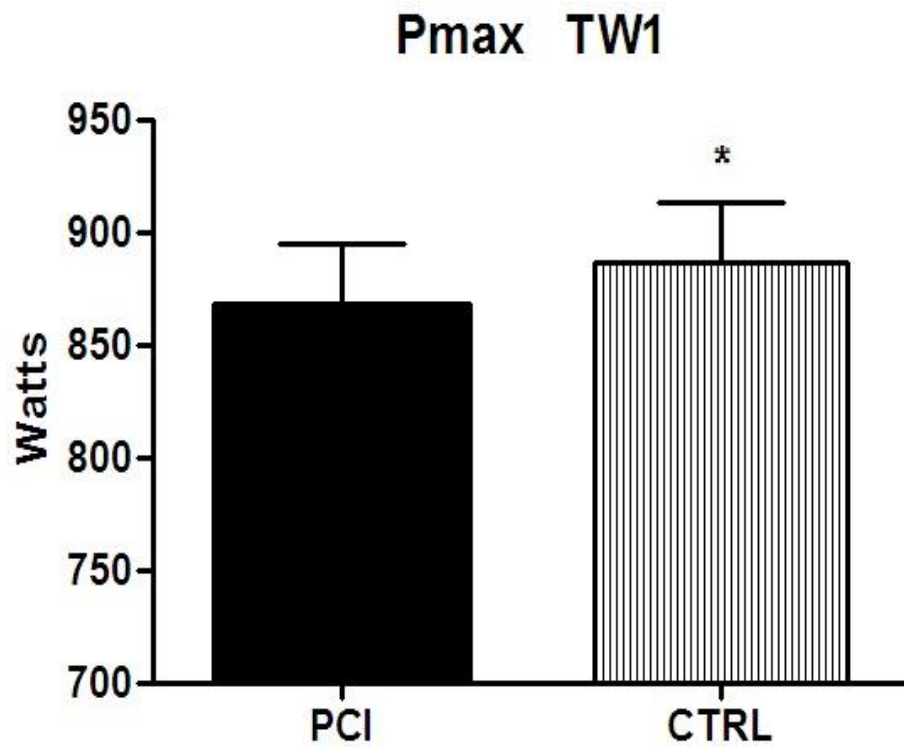


Figura 3 - Comparação dos valores de Pmax no TW1. * - indica diferença significativa ($p=0.025$). (PCI= 868 ± 105 vs. CTRL = 887 ± 105 W).

A Figura 4 apresenta o desempenho individual de todos os atletas, considerando-se a Pmax no TW1. No total, onze voluntários apresentaram maiores valores para Pmax quando o exercício foi precedido pelo protocolo controle (CTRL>PCI).

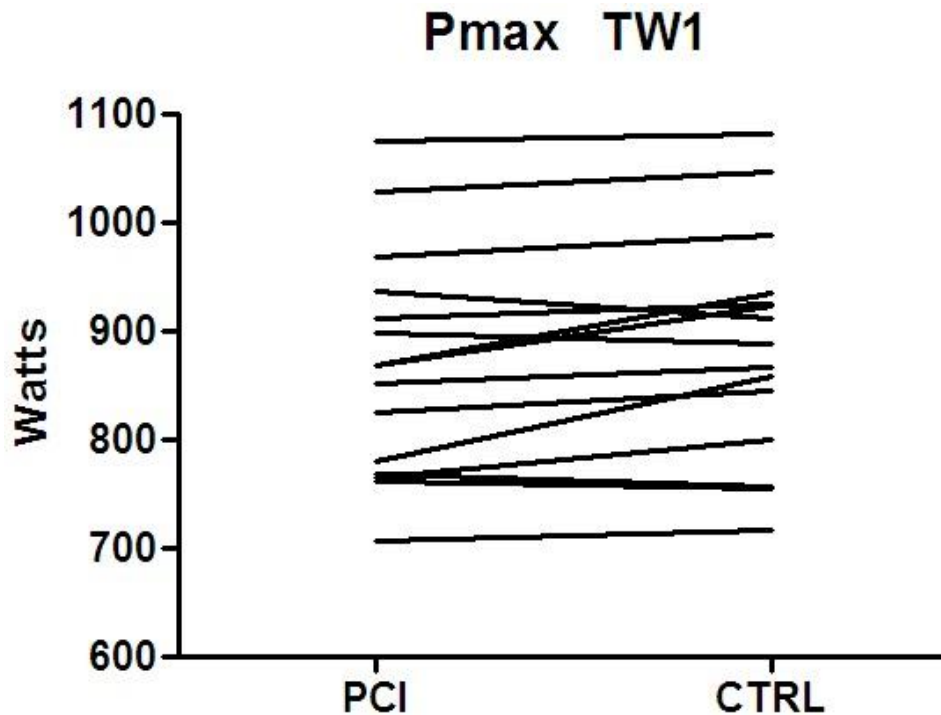


Figura 4 - Valores individuais para Pmax no TW1.

Entre os valores de Pmed foram observadas diferenças significativas tanto para o primeiro quanto para o segundo TW (Figura 5A e 5B). Novamente, o protocolo PCI apresentou efeito agudo prejudicial sobre o desempenho no teste.

As variáveis [Lac] e IF não apresentaram diferenças significativas entre os protocolos (PCI vs. CTRL) para nenhum dos testes (TW1, TW2 ou TW3), conforme indicado na Tabela 3.

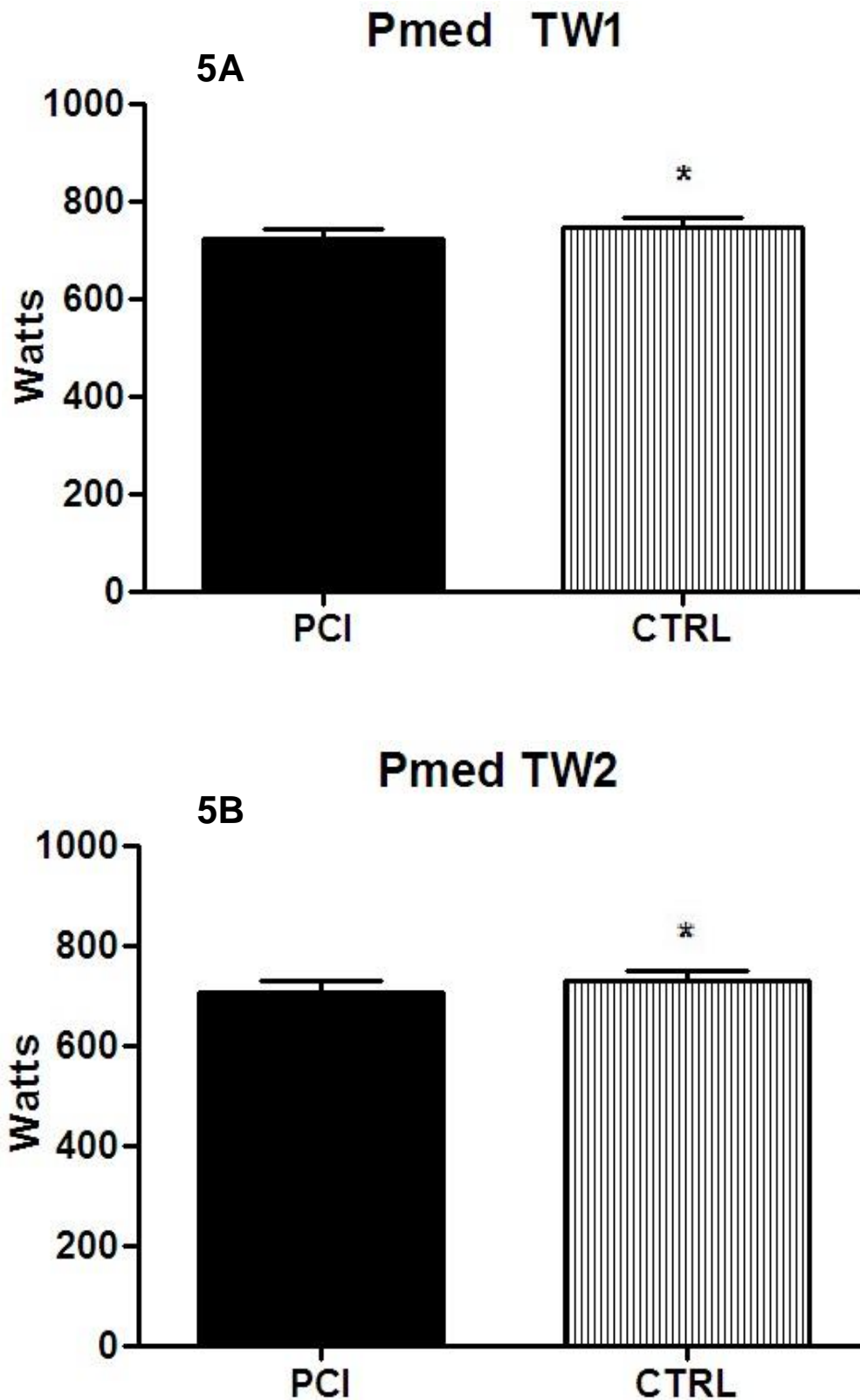


Figura 5 - Comparação dos valores de Pmed no TW1 e TW2. (5A: TW1 - PCI = 724 ± 74 vs. CTRL = 748 ± 77 W; p= 0,007) / (5B: TW2 - PCI = 707 ± 81 vs. CTRL = 729 ± 82W; p= 0,003). * - indica diferença significativa.

Tabela 3 - Valores de [Lac] e Índice de Fadiga em cada teste.

	TW1		TW2		TW3	
	PCI	CTRL	PCI	CTRL	PCI	CTRL
[Lac] (mmol/L)	12,8±1,5	12,2±1,9	13,3±1,8	14,2±1,7	13,5±1,8	14,3±1,7
IF (%)	32,3±7,8	32,4±4,7	34,0±8,5	32,9±5,8	32,7±6,9	32,9±6,0

DISCUSSÃO

Nosso principal resultado demonstra que o PCI exerce efeito agudo prejudicial sobre Pmax e Pmed em exercício supramáximo, independentemente da concentração de lactato. Em nosso conhecimento, esse é o primeiro estudo a analisar o efeito do PCI em atividade de alta intensidade e curta duração. Além disso, não foram reportadas diferenças no desempenho anaeróbio para esforços sucessivos em ambos os protocolos, exceto para Pmed no segundo TW (Pmed CTRL > PCI). Vale destacar que os resultados apresentados são provenientes de um método padrão para a avaliação do desempenho anaeróbio (BAR-OR, 1987) e que nosso desenho experimental seguiu um modelo cruzado (*crossover*), o que confere credibilidade aos achados.

Tendo em vista as diferentes características apresentadas pelos sistemas energéticos em relação ao substrato utilizado, formação de produtos, e velocidade e capacidade de regeneração de ATP, sabe-se que o sistema fosfagênico (SF) desempenha papel crucial em atividades de alta intensidade e curta duração (BAKER; MCCORMICK; ROBERGS, 2010). Bogdanis et al. (1995) demonstraram que o conteúdo de fosfocreatina (PCr) depois de um *sprint* de 30s em cicloergômetro foi de apenas 19% do valor de repouso. Mais especificamente, o SF é a fonte energética determinante para os primeiros segundos em exercícios supramáximos (ex: primeiro segmento do TW: 0-5s) (GREENHAFF; TIMMONS, 1998).

Quanto à resíntese de PCr, mesmo em situações em que os estoques musculares são consideravelmente depletados, um reestabelecimento quase

completo ocorre em até 5min (BAKER et al., 2010). Em nosso desenho experimental, o primeiro TW começou aproximadamente 12min depois do PCI e 6min após o término do aquecimento (final da manobra de PCI; retirada dos torniquetes; posicionamento no cicloergômetro; 5min de aquecimento; saída do cicloergômetro; 5min de repouso; posicionamento no cicloergômetro; 30s prévios ao TW; início do teste propriamente dito). Portanto, ainda que a disponibilidade de PCr tenha diminuído momentaneamente em resposta a um dos eventos que sucederam o TW (PCI ou aquecimento), admite-se que o seu conteúdo não foi determinante para provocar o efeito negativo observado.

Por outro lado, o prejuízo sobre o desempenho anaeróbio pode estar relacionado com o consumo de PCr (KIDA et al., 1991). Ao trabalharem com modelo animal, Kida et al. (1991) verificaram que a manobra de PCI foi capaz de preservar os níveis de PCr durante um evento de isquemia sustentada. De fato, embora esse aspecto seja extremamente importante para a preservação da integridade tecidual em condições isquêmicas, em exercício tal efeito pode não ser tão desejado assim. Uma vez que o TW exige esforço máximo do sujeito avaliado, qualquer aspecto que desfavoreça o conteúdo ou o consumo de PCr pode comprometer o desempenho final.

Interessantemente, alguns trabalhos têm indicado que para além da isquemia, os efeitos relacionados à compressão mecânica pelos torniquetes também devem ser considerados (MURPHY et al., 2005; PATTERSON; KLENERMAN, 1979). Patterson e Klenerman (1979) demonstraram que o uso de torniquetes estava envolvido com danos ao sarcolema em fibras do quadríceps e que o comprometimento tecidual foi maior no local em que esses instrumentos foram posicionados do que na região distal do membro. Saunders et al. (1979), ao analisarem o efeito da utilização de torniquetes sobre a função muscular no período pós-operatório, verificaram que a maioria dos sujeitos apresentavam alterações eletromiográficas para os músculos do quadríceps. Adicionalmente, no estudo de Jacobson et al. (1994), em que as propriedades musculares de coelhos submetidos a um episódio isquêmico foram analisadas, observou-se um déficit sobre a tensão de contração mesmo após 48 horas.

De fato, os estudos conduzidos em modelos animais (PATTERSON; KLENERMAN, 1979; WHETZEL et al., 1997) e entre humanos na área clínica (MURPHY et al., 2005) adotam um tempo de oclusão maior do que àquele utilizado para o PCI no contexto esportivo. No entanto, ainda que o comprometimento em situações que envolvem exercício físico e desempenho não seja tão grave quanto nesses outros casos (ex: necrose tecidual), acreditamos que o efeito agudo negativo possa ser parcialmente explicado por esses fatores.

Estudos prévios demonstram ainda que os tipos de fibras musculares parecem ser diferentemente afetados pelo fluxo sanguíneo restrito, e que as fibras glicolíticas rápidas são as mais sensíveis à isquemia (JACOBSON et al., 1994). Assim, os resultados negativos gerados pelo PCI devem estar parcialmente relacionados a esses fatores, uma vez que a força e velocidade de contração muscular (potência) são extremamente relevantes para o desempenho no TW, especialmente para a Pmax encontrada nos primeiros segundos do teste.

LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O presente estudo não utilizou métodos para investigar a eficiência bioquímica e a contribuição metabólica de cada sistema energético para a realização do TW, especialmente a fim de determinar a taxa de consumo de PCr durante o PCI. Quanto ao período de tempo respeitado entre o final da manobra de PCI e o início do exercício, trabalhou-se unicamente com a resposta imediata (“primeira janela de efeito”). Assim, uma vez que pesquisas da área clínica já demonstraram algumas diferenças entre o efeito agudo e o efeito tardio (“segunda janela de efeito”) do PCI (TAPURIA et al., 2008), os resultados desse estudo não podem ser extrapolados para situações em que o tempo entre a manobra e o exercício seja maior.

CONCLUSÃO

Em conclusão, os resultados do corrente estudo mostram que o PCI exerce efeito agudo prejudicial no desempenho de exercício supramáximo em ciclistas. Portanto, recomendar e utilizar o PCI imediatamente antes das provas de ciclismo

parece ser uma conduta inapropriada. Estudos futuros sobre o efeito do PCI em atividades de alta intensidade e curta duração devem conduzir a manobra em membros que não estejam diretamente envolvidos no exercício a ser testado (ex: membros inferiores no TW). Além disso, sugere-se que diversos períodos de tempo entre o fim do PCI e o início do exercício sejam analisados, a fim de determinar qual é a “janela ideal” a ser adotada.

REFERÊNCIAS

- 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.
- BAKER, J. S.; MCCORMICK, M. C.; ROBERGS, R. A. Interaction among Skeletal Muscle Metabolic Energy Systems during Intense Exercise. **J Nutr Metab**, v. 2010, p. 905612, 2010.
- BAR-OR, O. The Wingate anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity. **Sports Med**, v. 4, n. 6, p. 381-94, 1987.
- BOGDANIS, G. C. et al. Recovery of power output and muscle metabolites following 30 s of maximal sprint cycling in man. **J Physiol**, v. 482 (Pt 2), p. 467-80, 1995.
- 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.
- 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.
- DAS, M.; DAS, D. K. Molecular mechanism of preconditioning. **IUBMB Life**, v. 60, n. 4, p. 199-203, 2008.
- 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.
- GREENHAFF, P. L.; TIMMONS, J. A. Interaction between aerobic and anaerobic metabolism during intense muscle contraction. **Exerc Sport Sci Rev**, v. 26, p. 1-30, 1998.
- 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.

JACOBSON, M. D. et al. Muscle functional deficits after tourniquet ischemia. **Am J Sports Med**, v. 22, n. 3, p. 372-7, 1994.

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.

KIDA, M. et al. Ischemic preconditioning preserves creatine phosphate and intracellular pH. **Circulation**, v. 84, n. 6, p. 2495-503, 1991.

LOUKOGEORGAKIS, S. P. et al. Remote ischemic preconditioning provides early and late protection against endothelial ischemia-reperfusion injury in humans: role of the autonomic nervous system. **J Am Coll Cardiol**, v. 46, n. 3, p. 450-6, 2005.

MURPHY, C. G.; WINTER, D. C.; BOUCHIER-HAYES, D. J. Tourniquet injuries: pathogenesis and modalities for attenuation. **Acta Orthop Belg**, v. 71, n. 6, p. 635-45, 2005.

MURRY, C. E.; JENNINGS, R. B.; REIMER, K. A. Preconditioning with ischemia: a delay of lethal cell injury in ischemic myocardium. **Circulation**, v. 74, n. 5, p. 1124-36, 1986.

PATTERSON, S.; KLENERMAN, L. The effect of pneumatic tourniquets on the ultrastructure of skeletal muscle. **J Bone Joint Surg Br**, v. 61-B, n. 2, p. 178-83, 1979.

SAUNDERS, K. C. et al. Effect of tourniquet time on postoperative quadriceps function. **Clin Orthop Relat Res**, n. 143, p. 194-9, 1979.

SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. **Nutrition**, v. 9, n. 5, p. 480-91; discussion 480, 492, 1993.

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.

WHETZEL, T. P. et al. The effect of ischemic preconditioning on the recovery of skeletal muscle following tourniquet ischemia. **Plast Reconstr Surg**, v. 100, n. 7, p. 1767-75, 1997.

5.2 Estudo 2

Efeito agudo do pré-condicionamento isquêmico sobre o desempenho físico de jogadores de basquete

RESUMO

O pré-condicionamento isquêmico tem sido recomendado como uma estratégia para melhorar o desempenho em exercícios físicos. No entanto, devido a sua utilização recente no contexto esportivo, ainda não está bem elucidado qual é o impacto da manobra para atletas de modalidades coletivas. Portanto, o objetivo desse estudo foi verificar o efeito agudo do PCI sobre a capacidade de realizar esforços intensos e de alta demanda aeróbia entre jogadores profissionais de basquete. Participaram do estudo onze jogadores ($25,4 \pm 6,9$ anos) vinculados a uma equipe da Liga Nacional de Basquete. A manobra de PCI teve duração de 40min, sendo 4 ciclos de 5min em isquemia (250mmHg) / 5min em reperfusão (sem pressão) em cada coxa. Para o protocolo Controle (CTRL), utilizou-se pressão externa de 20mmHg ao invés de 250mmHg. Imediatamente após o fim do PCI, os atletas realizaram 10min de aquecimento e cerca de 2min depois desse período começaram o teste “YoYo *Intermittent Recovery Test Level 1*” (YoYoIR1). Como resultado do YoYoIR1, considerou-se a distância percorrida durante o teste. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste Shapiro-Wilk e a comparação de desempenho PCI vs. CTRL foi realizada pelo teste t pareado. O nível de significância adotado foi de 5%. Os achados não demonstraram diferenças significativas entre os protocolos analisados ($p=0,21$). Conclui-se que o efeito agudo do PCI não promove melhoras de desempenho físico entre jogadores profissionais de basquete. Sugere-se que estudos futuros adotem um período de tempo maior entre o fim da manobra de PCI e o início do exercício, a fim de analisar uma “janela” de efeito diferente.

Palavras-chave: Isquemia. Reperfusão. Teste de Esforço. Desempenho Atlético.

ABSTRACT

The ischemic preconditioning has been recommended as a strategy to improve performance in physical exercises. However, due to its recent use in the sporting context, is not well elucidated what is the impact of this maneuver for collective sports athletes. Therefore, the aim of this study was to investigate the acute effect of IPC on the ability to perform intense efforts with high aerobic demand among professional basketball players. Eleven athletes (25.4 ± 6.9 years) from a team of the National Basketball League attend this study. The IPC maneuver lasted 40min, being 4 cycles of 5min in ischemia (250mmHg) / 5min in reperfusion (without pressure) on each thigh. For the Control (CTRL) protocol was used external pressure of 20 mmHg instead of 250 mmHg. Immediately after the end of IPC, athletes performed a warm-up of 10min and approximately 2 minutes after started the "YoYo Intermittent Recovery Level 1" (YoYoIR1). The covered distance in test was considered the YoYoIR1 result. Data normality was verified by the Shapiro-Wilk test and the performance comparison to IPC vs. CTRL was performed by the paired t test. The significance level was 5%. The findings showed no significant differences between the protocols analyzed ($p= .21$). We conclude that the acute effect of PCI does not promote improvements in physical performance among professional basketball players. It is suggested that future studies adopt a largest time between the end of IPC maneuver and the beginning of exercise, in order to analyze a "window" with a different effect.

Keywords: Ischemia. Reperfusion. Exercise Test. Athletic Performance.

INTRODUÇÃO

O pré-condicionamento isquêmico (PCI) tem sido recentemente indicado como uma estratégia para melhorar o desempenho humano em exercícios físicos (BAILEY et al., 2012). Frente à considerável magnitude dos resultados alcançados, alguns autores compararam o seu efeito com semanas de treinamento em altitude (DE GROOT et al., 2010), e outros chegaram a credenciar o PCI como um tipo de “doping natural” (CRISAFULLI et al., 2011). Esses resultados animadores somam-se ainda à relativa simplicidade e baixo custo exigidos para a realização do PCI, garantindo então sua aplicabilidade no contexto esportivo.

Dentre os estudos conduzidos até o presente momento, Crisafulli et al. (2011) constataram que o PCI melhorou a potência máxima de sujeitos fisicamente ativos envolvidos em um teste incremental máximo em cicloergômetro. Adicionalmente, trabalhando com o mesmo tipo de teste, De Groot et al. (2010) verificaram um aumento de 1,6% para a potência máxima e de 3% para o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) entre ciclistas treinados (DE GROOT et al., 2010). Já em ambiente aquático, um grupo de nadadores de elite conseguiu completar um *sprint* de 100m em um tempo consideravelmente menor (0,7s mais rápido) quando o exercício foi precedido pelo PCI (JEAN-ST-MICHEL et al., 2011).

Ainda que esses dados possam ser encorajadores para diversos públicos (iniciantes, recreacionais, etc.), a utilização do PCI é especialmente direcionada ao ambiente competitivo, uma vez que entre os atletas, preparadores físicos e treinadores há uma busca contínua pela melhora do rendimento. Mais especificamente em nível profissional, mínimos detalhes podem separar o sucesso e o fracasso, tornando assim o componente físico extremamente relevante (KRUSTRUP et al., 2005).

Curiosamente, todos os estudos já conduzidos sobre “PCI e Exercício Físico” (PCI-EF) preocuparam-se em analisar o efeito dessa manobra em modalidades tradicionalmente individuais (natação, corrida e ciclismo). Embora se admita o valor dessas informações para a aplicação do PCI no ambiente esportivo como um todo, é indubitavelmente importante a realização de pesquisas também entre atletas de modalidades coletivas. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi verificar o efeito

agudo do PCI sobre a capacidade de realizar esforços intensos e de alta demanda aeróbia entre jogadores profissionais de basquete. Nossa hipótese foi de que o PCI melhoraria o rendimento no teste “*YoYo Intermittent Recovery Test Level 1*” (YoYoIR1).

MÉTODOS

Sujeitos

Onze jogadores profissionais vinculados a uma equipe da Liga Nacional de Basquete participaram como voluntários (Tabela 4). No momento da coleta de dados os atletas encontravam-se em fase competitiva (campeonato estadual) e, simultaneamente, preparatória para o principal campeonato da temporada (NBB / Liga Nacional de Basquete).

Para a realização desse estudo foram respeitadas as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde (Resolução 466/2012) envolvendo pesquisas com seres humanos. Todos os voluntários assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (em anexo) previamente ao início dos testes.

Antropometria

A massa corporal, em kilogramas, e a estatura, em metros, foram medidas em uma balança com estadiômetro (Filizola[®]). Para estimar a densidade corporal utilizou-se um adipômetro científico (Lange[®]) e o protocolo proposto por Jackson e Pollock (1978) de três dobras cutâneas (peitoral, abdominal e coxa). A equação proposta por Siri (1993) foi adotada para o cálculo do percentual de gordura.

Protocolo Experimental

O delineamento desse estudo seguiu o modelo cruzado. Portanto, todos os voluntários participaram de ambos os protocolos [PCI ou Controle (CTRL)], sendo que a ordem foi definida aleatoriamente. Os jogadores estavam familiarizados com o

“*YoYo Intermittent Recovery Test Level 1*” (YoYoIR1), uma vez que esse teste era frequentemente adotado pela comissão técnica e já havia sido realizado em outros momentos da temporada.

Manobra de pré-condicionamento isquêmico

Para a realização da manobra de PCI os sujeitos permaneceram sentados em uma cadeira. Um torniquete pneumático manual (28-100 ITS-MC®) foi posicionado em cada coxa e as fases de isquemia e reperfusão foram realizadas alternadamente entre os membros. O PCI teve duração de 40 minutos, sendo quatro ciclos de 5min em isquemia (pressão externa = 250 mmHg) / 5min em reperfusão (sem pressão). Para o protocolo CTRL adotou-se pressão externa insuficiente para promover isquemia (20 mmHg), conforme sugerido em estudos anteriores (BAILEY et al., 2012; CLEVIDENCE et al., 2012; CRISAFULLI et al., 2011; DE GROOT et al., 2010; JEAN-ST-MICHEL et al., 2011).

YoYo Intermittent Recovery Test Level 1

O YoYoIR1 foi empregado para avaliar a capacidade dos atletas de manter-se em esforços repetitivos e de alta demanda aeróbia (BANGSBO; IAIA; KRUSTRUP, 2008). O teste consiste de corridas de 2x20m com 10s de recuperação ativa em uma área previamente delimitada (Figura 6). Conforme descrito por Krustrup et al. (2003), essa versão conta com 4 estágios de 10 a 13 km/h (0 - 160m), 7 estágios de 13,5 a 14 km/h (160 - 440m), e depois com um incremento de 0,5 km/h a cada 8 estágios (ex: depois de 760, 1080, 1400, 1720, 2040m, etc.) até a exaustão. A velocidade é controlada por um sistema de áudio específico para o teste. O YoYoIR1 termina quando o avaliado não atinge a linha de chegada no tempo estabelecido por 2 vezes. O resultado do teste equivale à distância percorrida (KRUSTRUP et al., 2003).



Figura 6 - Esquema representativo do *YoYo Intermittent Recovery Test Level 1*.

Análise Estatística

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste Shapiro Wilk. O teste t pareado foi utilizado para comparar o desempenho entre os protocolos (PCI vs. CTRL), bem como entre o primeiro e o segundo dia (1^o vs. 2^o YoYoIR1). Empregou-se o pacote estatístico Graph Pad Prism5 e nível de significância de 5%.

RESULTADOS

As características gerais da amostra estão apresentadas abaixo.

Tabela 4 Características gerais dos voluntários (média ± desvio padrão).

Idade (anos)	25,4 ± 6,9
Massa Corporal (kg)	97,7 ± 11,2
Estatura (m)	2,0 ± 0,1
Gordura Corporal (%)	10,9 ± 3,5
VO _{2max} (mL/kg/min)*	43,9 ± 2,1
Volume Semanal de Treinamento (horas)	25,6 ± 2,5

*VO_{2max} estimado pelo YoYoIR1, por meio da fórmula: distância percorrida (m) x 0,0084 + 36,4.

A distância percorrida no YoYoIR1 não foi significativamente diferente entre os protocolos ($p=0,21$), conforme apresentado na Figura 7. Considerando-se o número de estágios, foram completados $35,0 \pm 7,8$ para PCI e $37,5 \pm 8,2$ para CTRL. A Figura 8 revela ainda que a maioria dos sujeitos percorreu uma distância menor quando o teste foi precedido pela manobra de PCI.

A comparação de desempenho entre o primeiro e o segundo dia (1º vs. 2º YoYoIR1) não revelou diferenças ($p=0,089$).

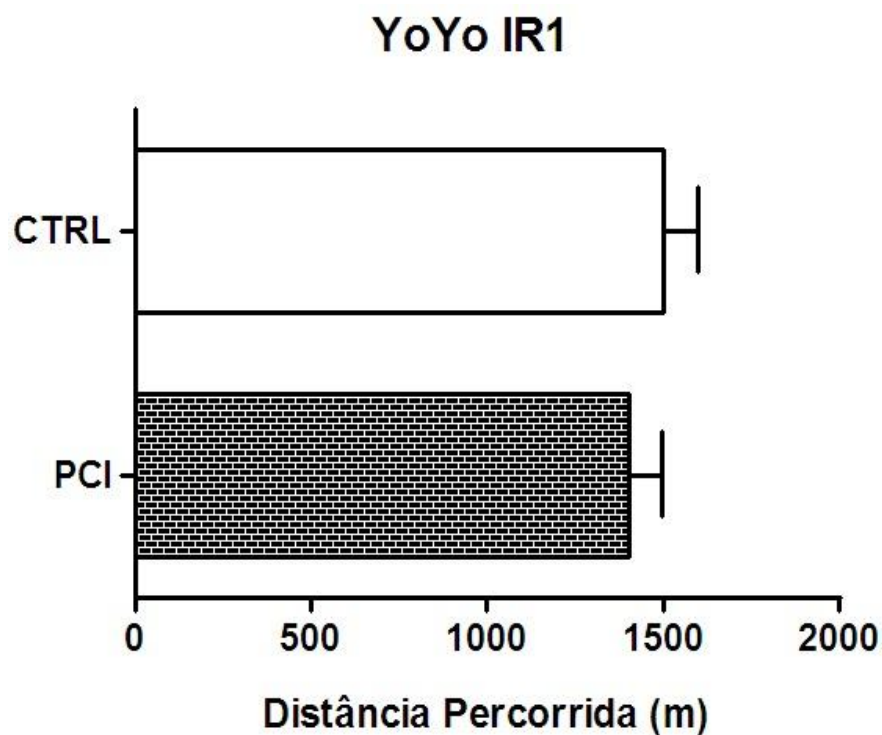


Figura 7 - Comparação da distância percorrida no YoYoIR1.

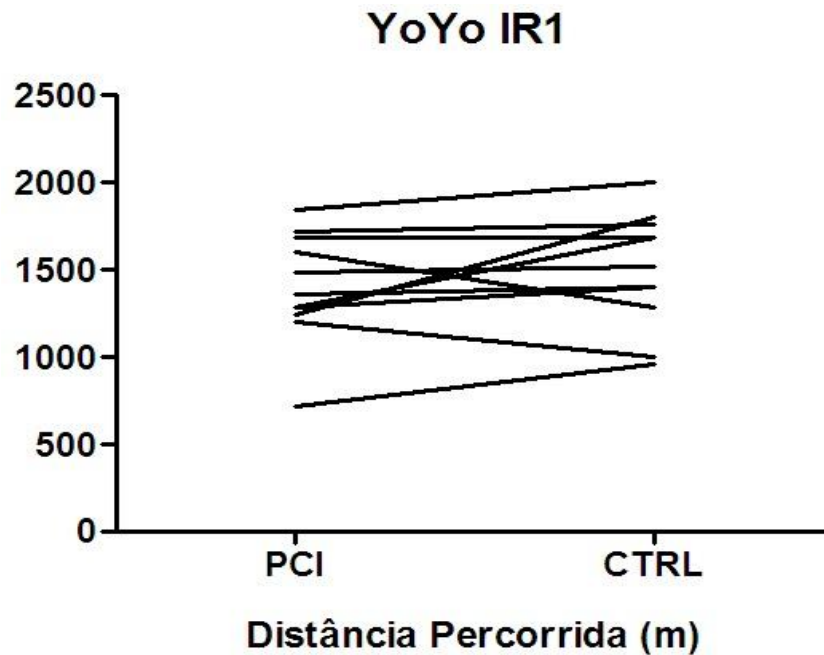


Figura 8 – Desempenho individual no YoYoIR1.

DISCUSSÃO

O PCI tem recentemente ganhado destaque na literatura científica (BAILEY et al., 2012; CLEVIDENCE et al., 2012; CRISAFULLI et al., 2011; JEAN-ST-MICHEL et al., 2011) e de fato, trata-se de um procedimento notável devido ao baixo custo, fácil aplicação e limitado potencial para efeitos colaterais (WHETZEL et al., 1997). No entanto, em nosso conhecimento, não havia até o presente momento quaisquer informações referentes à utilização do PCI em modalidades esportivas coletivas. Assim, ao demonstrarmos originalmente que a manobra de PCI não garante melhor rendimento no YoYoIR1 entre jogadores profissionais de basquete (PCI vs. CTRL), amplia-se o entendimento sobre a relação PCI-EF e contribui-se efetivamente com o avanço do conhecimento científico.

A presente pesquisa foi lançada com a proposta de unir um teste (YoYoIR1) e um procedimento (PCI) que apresentam sensibilidade com o desempenho esportivo. No caso do YoYoIR1, Krustup et al. (2005) verificaram a existência de correlação significativa entre a distância percorrida no teste e as corridas de alta intensidade

executadas durante um jogo de futebol profissional ($r=0,76$; $p<0,05$). Logo, os autores apontaram que o YoYoIR1 poderia ser utilizado como um indicador do rendimento em partidas oficiais de futebol feminino. Desse modo, ainda que a amostra do presente estudo seja composta por jogadores de basquete, acreditamos que devido a semelhança do nível de envolvimento com o esporte (alto rendimento) e do caráter intermitente de ambas as modalidades, a relação entre o YoYoIR1 e o desempenho de jogo mantém-se preservada.

Quanto ao efeito observado para o PCI, o resultado aqui encontrado está em desacordo com dados recentes que demonstraram benefícios sobre o rendimento atlético humano (BAILEY et al., 2012; CRISAFULLI et al., 2011; JEAN-ST-MICHEL et al., 2011). Ao adotarem o PCI entre nadadores altamente treinados, Jean-St-Michel et al. (2011) verificaram que os voluntários foram mais velozes em um *sprint* de 100m. Em outra pesquisa, Bailey et al. (2012) investigaram o rendimento de homens moderadamente treinados em um teste de corrida de 5km, e mostraram que a mesma distância foi completada mais rapidamente em cerca de 34s, quando o exercício foi precedido pelo PCI ($p=0,027$).

De fato, a ineficiência dessa manobra sobre o desempenho no YoYoIR1 contraria a nossa hipótese de estudo. Considerando a associação entre PCI e metabolismo aeróbio, sobretudo em relação ao possível efeito vasodilatador e a maior oxigenação fornecida durante o exercício à musculatura ativa (DE GROOT et al., 2010), acreditávamos que os atletas apresentariam melhores resultados quando participassem da estratégia de pré-condicionamento. De Groot et al. (2010) ao utilizarem o PCI em um grupo de ciclistas treinados e envolvidos em um teste incremental máximo em cicloergômetro, demonstraram que além de maior potência pico, houve aumento na taxa de VO_{2max} .

Adicionalmente, alguns aspectos positivos observados em modelos animais parecem relacionar-se com o exercício físico. Enquanto Li e He (1995) verificaram que o efeito protetor do PCI sobre o miocárdio de coelhos (60min de isquemia sustentada) estava vinculado à ativação da adenosina e ao aumento na densidade de seus receptores (LI; HE, 1995), Radegran e Hellsten (2000) apontaram que a própria contração muscular influencia a atividade da AMP 5´nucleotidase. Por sua vez, Saito et al. (2004) mostraram que quando ratos adultos foram submetidos ao

PCI, diferenças significativas para oxiemoglobina e maior oxigenação do músculo esquelético ocorreram durante a realização do exercício.

Tendo em vista as informações contrárias aos nossos achados na literatura, destacando resultados positivos do PCI sobre o desempenho atlético humano (BAILEY et al., 2012; CRISAFULLI et al., 2011; DE GROOT et al., 2010; JEAN-ST-MICHEL et al., 2011), e o caráter exploratório da presente pesquisa (a análise de potenciais mecanismos sobre PCI e YoYo não foi realizada), não podemos traçar uma explanação definitiva sobre o efeito imediato do pré-condicionamento em modalidades de equipe, especialmente no basquete.

De qualquer modo, considerando que os métodos e procedimentos do presente estudo seguiram o padrão similar àquele que foi adotado em estudos prévios sobre PCI-EF, acreditamos que aspectos externos podem ter contribuído para a falta de eficiência apresentada pelo PCI. Primariamente, o aspecto motivacional pode ter alterado o rendimento no YoYoIR1, uma vez que estudos prévios confirmam a influência do estado psicológico sobre o desempenho físico (SHELDON; ZHAOYANG; WILLIAMS, 2013). Daí, a necessidade de que o avaliado se envolva efetivamente com a proposta de suportar o desconforto característico de testes máximos e de atingir o maior rendimento. Além disso, considerando que a coleta de dados foi realizada durante um período que antecedia a principal competição do ano, típicas variações da condição física ao longo da temporada em atletas podem ter determinado os resultados (KLUSEMANN et al., 2013; KOUTEDAKIS, 1995).

Como limitação desse estudo pode-se indicar a amostra reduzida. De qualquer modo, vale ressaltar que as equipes de basquete são realmente compostas por um número reduzido de atletas, sobretudo em comparação com outras modalidades (ex: futebol, rugby). Além disso, como o efeito do PCI foi analisado exclusivamente em atletas profissionais de basquete, é necessário ter cautela ao se extrapolar esses resultados para jogadores recreacionais ou amadores.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados no corrente estudo, conclui-se que agudamente o PCI não promove melhoras sobre a capacidade de realizar esforços intensos e de alta demanda aeróbia entre jogadores profissionais de basquete. Sugere-se que estudos futuros adotem um período de tempo maior entre o fim da manobra de PCI e o início do exercício, a fim de analisar uma “janela” de efeito diferente.

REFERÊNCIAS

- 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.
- BANGSBO, J.; IAIA, F. M.; KRUSTRUP, P. The Yo-Yo intermittent recovery test : a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. **Sports Med**, v. 38, n. 1, p. 37-51, 2008.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- KLUSEMANN, M. J. et al. Activity Profiles and Demands of Seasonal and Tournament Basketball Competition. **Int J Sports Physiol Perform**, 2013.
- KOUTEDAKIS, Y. Seasonal variation in fitness parameters in competitive athletes. **Sports Med**, v. 19, n. 6, p. 373-92, 1995.

KRUSTRUP, P. et al. Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. **Med Sci Sports Exerc**, v. 37, n. 7, p. 1242-8, 2005.

LI, Y. L.; HE, R. R. Protective effect of preconditioning on ischemic heart and characterization of adenosine receptors in ischemic rabbit hearts. **Zhongguo Yao Li Xue Bao**, v. 16, n. 6, p. 505-8, 1995.

RADEGRAN, G.; HELLSTEN, Y. Adenosine and nitric oxide in exercise-induced human skeletal muscle vasodilatation. **Acta Physiol Scand**, v. 168, n. 4, p. 575-91, 2000.

SAITO, T. et al. Ischemic preconditioning improves oxygenation of exercising muscle in vivo. **J Surg Res**, v. 120, n. 1, p. 111-8, 2004.

SHELDON, K. M.; ZHAOYANG, R.; WILLIAMS, M. J. Psychological need-satisfaction, and basketball performance. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 14, n. 5, p. 675-681, 2013.

SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. **Nutrition**, v. 9, n. 5, p. 480-91; discussion 480, 492, 1993.

WHETZEL, T. P. et al. The effect of ischemic preconditioning on the recovery of skeletal muscle following tourniquet ischemia. **Plast Reconstr Surg**, v. 100, n. 7, p. 1767-75, 1997.

6 CONCLUSÃO

Tomando em conjunto os resultados de ambos os estudos (“Estudo 1” e “Estudo 2”), sugere-se cautela para a recomendação e utilização do PCI no cenário esportivo, uma vez que não houve resultados positivos para as atividades (TAW e YoYoIR1) e públicos analisados (ciclistas amadores e jogadores profissionais de basquete).

7 COMENTÁRIOS, CRÍTICAS E SUGESTÕES

Anteprojeto Inicial: Alterações e/ou Adequações

A proposta de estudo sobre a relação entre pré-condicionamento isquêmico (PCI) e exercício físico já estava presente no anteprojeto inicial. Nesse primeiro momento, previa-se investigar os efeitos do treinamento físico e do PCI por um período de oito semanas. Os voluntários participariam de treinos de corrida com uma frequência semanal de quatro vezes. Ao longo do estudo, estavam propostas três coletas de sangue para a análise de biomarcadores de estresse oxidativo.

No entanto, como fruto das discussões levantadas ao longo das reuniões do nosso grupo de pesquisa, o projeto foi reformulado para adequar-se a infraestrutura oferecida pela Instituição, bem como ao cronograma do curso de Mestrado, uma vez que alunos da pós-graduação estariam envolvidos em todas as fases do estudo. Assim, enquanto a ideia principal em se estudar a associação entre PCI e exercício físico foi mantida, as modalidades investigadas foram alteradas (ciclismo e basquete) e o estudo passou a ser do tipo transversal.

Assumindo como objetivo principal a investigação do efeito agudo do PCI sobre o desempenho físico de ciclistas e jogadores de basquete, o projeto se aproximou do ambiente esportivo competitivo e para isso trabalhou tanto com atletas amadores quanto com profissionais.

Contribuição Científica

Diferentemente do que muitas vezes ocorre no âmbito esportivo recreacional, em nível competitivo há uma busca incessante por vitórias, o que leva os atletas a adotarem diversas estratégias com o objetivo de maximizar o seu rendimento. Assim, com a realização do presente estudo pretendeu-se ampliar o conhecimento prático e científico sobre a utilização da manobra de PCI, já que esta tem sido associada a melhora do desempenho físico.

Por se tratar de uma abordagem bastante recente, nenhum dos trabalhos conduzidos até então sobre o tema havia sido realizado no Brasil. Além disso, notamos a ausência de estudos que tivessem analisado o efeito agudo do PCI no basquete e em atividades de alta intensidade e curta duração no ciclismo. Desse modo, os dados aqui encontrados destacam-se pela sua originalidade tanto no contexto nacional quanto na literatura científica internacional.

Evolução Intelectual

O Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Triângulo Mineiro me ofereceu oportunidades ímpares ao longo desses vários meses do Curso de Mestrado. Deparei-me com um corpo docente bastante comprometido com nossa área de conhecimento e cheio de energia e disposição para melhorá-la. E de certo modo, isso foi transmitido a todos nós, discentes, durante as aulas, encontros, reuniões, etc. Em outras palavras, “foi dado o exemplo”!

Destaco também a oportunidade de que mestrandos de diferentes linhas de pesquisa e com diferentes formações (Educação Física, Fisioterapia, Nutrição, Psicologia) frequentassem as mesmas aulas e trabalhassem em conjunto. Logo, cada um contribuiu ao seu modo para a evolução intelectual da turma e do próprio Programa. Posso afirmar que aprendi bastante a partir dessas “diferenças” e que isso ampliou o meu olhar sobre a Educação Física e sobre o Ensino Superior como um todo.

Metas Atingidas

Ao finalizar o curso de Graduação em Educação Física pela Universidade Federal de Uberlândia, eu já havia definido que não mediria esforços para ingressar em um curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu*. Quando escolhi o curso de Mestrado da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, tive a meta inicial de conseguir a aprovação para frequentar alguma disciplina como aluno especial. Assim, durante o segundo semestre de 2011 cursei e fui aprovado em uma das disciplinas da linha de pesquisa “Aspectos biodinâmicos e metabólicos do exercício físico e esporte”. Ao final desse mesmo ano, participei do processo seletivo e fui aprovado como aluno regular, com início das atividades no primeiro semestre de 2012.

Desde então, algumas metas foram traçadas e atingidas, quais como: concluir integralmente os créditos obrigatórios em disciplinas, aprender ao máximo com as vivências do Estágio Supervisionado, participar de eventos científicos, melhorar as habilidades na língua Inglesa (frente a sua utilidade para a atuação profissional), coletar e analisar os dados do projeto de pesquisa, ser aprovado no exame de qualificação, ampliar a visão sobre a área da Educação Física e sobre o Ensino Superior como um todo, ampliar a visão sobre o que é ciência e sobre como fazer ciência, divulgar a produção da nossa pesquisa, e finalizar e apresentar a Dissertação.

Participações e Perspectivas Futuras

Durante um período do primeiro ano do curso de Mestrado participei de reuniões semanais direcionadas a discussão dos projetos de pesquisa a serem realizados por discentes e docentes do Programa de Pós-Graduação em Educação Física. Também, ingressei no grupo de pesquisa “Biodinâmica do Desempenho”, registrado na base corrente do Diretório do CNPq. No início do segundo ano de Mestrado, estive envolvido em atividades de ensino e pesquisa na *University of Cape Town (Sports Science Institute)* e na *University of the Western Cape (Faculty of Community and Health Sciences)*, ambas localizadas na Cidade do Cabo, África do Sul.

Como perspectiva futura na carreira acadêmica, tenho o objetivo de ingressar brevemente em um curso de Doutorado relacionado à área da Educação Física. Entendo que esse é um passo extremamente importante tanto para a ampliação do conhecimento científico quanto para a atuação profissional. Além disso, pretendo atuar nos campos de Ensino, Pesquisa e Extensão em Nível Superior, especialmente em Universidade públicas.

Produção Técnico-Científica

Mobilidade Internacional

Participação em atividades de Ensino e Pesquisa pelo “*Sports Science Institute*” da “*University of Cape Town*” e pela “*Faculty of Community and Health Sciences*” da “*University of the Western Cape*”, ambas localizadas na Cidade do Cabo – África do Sul (Fevereiro e Março de 2013).

Aprovação em Concursos Públicos

Aprovado em 1º lugar em Concurso Público para Formação de Cadastro Reserva para o cargo de Professor na Classe de Auxiliar, nível A, para a Universidade do Estado da Bahia (UNEB) (Edital 046/2013).

Aprovado em 4º lugar em Concurso Público para Professor Temporário para a Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM) (Edital 35/2013).

Aprovado em 4º lugar em Concurso Público para Professor Temporário para o Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia (IFET) - Triângulo Mineiro, Campus Uberlândia (Edital 07/2013).

Aprovado em 2º lugar em Concurso Público para Professor Temporário para a Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM) (Edital 79/2012).

Participação em eventos científicos

4º Simpósio em Fisiologia do Exercício e 4º Curso Introdutório à Liga Acadêmica de Fisiologia do Exercício, 2012. Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG.

II Congresso Internacional e V Congresso Latino-Americano de Educação Física do Triângulo Mineiro, 2012. Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG.

VI Semana Científica PET Educação Física: Ciência e Compromisso Social: implicações na saúde, esporte e educação, 2012. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.

Trabalho aprovado em evento científico

“Efeito do pré-condicionamento isquêmico sobre a potência muscular de ciclistas amadores.” 36º Simpósio Internacional de Ciências do Esporte: Transformando ideias em ações na atividade física e no esporte. CELAFISCS, 2013.

REFERÊNCIAS

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.

BAKER, J. S.; MCCORMICK, M. C.; ROBERGS, R. A. Interaction among Skeletal Muscle Metabolic Energy Systems during Intense Exercise. **J Nutr Metab**, v. 2010, p. 905612, 2010.

BANGSBO, J.; IAIA, F. M.; KRUSTRUP, P. The Yo-Yo intermittent recovery test : a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. **Sports Med**, v. 38, n. 1, p. 37-51, 2008.

BAR-OR, O. The Wingate anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity. **Sports Med**, v. 4, n. 6, p. 381-94, 1987.

BARNETT, M. L. et al. Motor skills learning and the specificity of training principle. **Res Q**, v. 44, n. 4, p. 440-7, 1973.

BOGDANIS, G. C. et al. Recovery of power output and muscle metabolites following 30 s of maximal sprint cycling in man. **J Physiol**, v. 482 (Pt 2), p. 467-80, 1995.

CARDEN, D. L.; GRANGER, D. N. Pathophysiology of ischaemia-reperfusion injury. **J Pathol**, v. 190, n. 3, p. 255-66, 2000.

CHING, B. K.; KHALILI-BORNA, D. Medical coverage of youth basketball events. **Curr Sports Med Rep**, v. 12, n. 3, p. 156-61, 2013.

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.

COHEN, A. R.; METZL, J. D. Sports-specific concerns in the young athlete: basketball. **Pediatr Emerg Care**, v. 16, n. 6, p. 462-8, 2000.

CRESTANELLO, J. A. et al. Ischemic preconditioning improves mitochondrial tolerance to experimental calcium overload. **J Surg Res**, v. 103, n. 2, p. 243-51, 2002.

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.

DAS, M.; DAS, D. K. Molecular mechanism of preconditioning. **IUBMB Life**, v. 60, n. 4, p. 199-203, 2008.

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.

DI PRAMPERO, P. E. Factors limiting maximal performance in humans. **Eur J Appl Physiol**, v. 90, n. 3-4, p. 420-9, 2003.

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

ELTZSCHIG, H. K.; ECKLE, T. Ischemia and reperfusion--from mechanism to translation. **Nat Med**, v. 17, n. 11, p. 1391-401, 2011.

FLETCHER, I. R.; HEALY, T. E. The arterial tourniquet. **Ann R Coll Surg Engl**, v. 65, n. 6, p. 409-17, 1983.

GOTTLIEB, R. A. et al. Reperfusion injury induces apoptosis in rabbit cardiomyocytes. **J Clin Invest**, v. 94, n. 4, p. 1621-8, 1994.

GREENHAFF, P. L.; TIMMONS, J. A. Interaction between aerobic and anaerobic metabolism during intense muscle contraction. **Exerc Sport Sci Rev**, v. 26, p. 1-30, 1998.

INIGUEZ, M. et al. Novel pharmacologic strategies to protect the liver from ischemia-reperfusion injury. **Recent Pat Cardiovasc Drug Discov**, v. 3, n. 1, p. 9-18, 2008.

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.

JACOBSON, M. D. et al. Muscle functional deficits after tourniquet ischemia. **Am J Sports Med**, v. 22, n. 3, p. 372-7, 1994.

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.

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

KIDA, M. et al. Ischemic preconditioning preserves creatine phosphate and intracellular pH. **Circulation**, v. 84, n. 6, p. 2495-503, 1991.

KILDUFF, L. P. et al. Preconditioning Strategies to Enhance Physical Performance on the Day of Competition. **Int J Sports Physiol Perform**, 2013.

KLENERMAN, L. The tourniquet in operations on the knee: a review. **J R Soc Med**, v. 75, n. 1, p. 31-2, 1982.

KLUSEMANN, M. J. et al. Activity Profiles and Demands of Seasonal and Tournament Basketball Competition. **Int J Sports Physiol Perform**, 2013.

KONSTANTINOV, I. E. et al. The remote ischemic preconditioning stimulus modifies inflammatory gene expression in humans. **Physiol Genomics**, v. 19, n. 1, p. 143-50, 2004.

KOUTEDAKIS, Y. Seasonal variation in fitness parameters in competitive athletes. **Sports Med**, v. 19, n. 6, p. 373-92, 1995.

KRUSTRUP, P. et al. The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. **Med Sci Sports Exerc**, v. 35, n. 4, p. 697-705, 2003.

KRUSTRUP, P. et al. Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. **Med Sci Sports Exerc**, v. 37, n. 7, p. 1242-8, 2005.

LI, Y. L.; HE, R. R. Protective effect of preconditioning on ischemic heart and characterization of adenosine receptors in ischemic rabbit hearts. **Zhongguo Yao Li Xue Bao**, v. 16, n. 6, p. 505-8, 1995.

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. Remote ischemic preconditioning provides early and late protection against endothelial ischemia-reperfusion injury in humans: role of the autonomic nervous system. **J Am Coll Cardiol**, v. 46, n. 3, p. 450-6, 2005.

MAKITIE, J.; TERAVALINEN, H. Ultrastructure of striated muscle of the rat after temporary ischemia. **Acta Neuropathol**, v. 37, n. 3, p. 237-45, 1977.

MURPHY, C. G.; WINTER, D. C.; BOUCHIER-HAYES, D. J. Tourniquet injuries: pathogenesis and modalities for attenuation. **Acta Orthop Belg**, v. 71, n. 6, p. 635-45, 2005.

MURRY, C. E.; JENNINGS, R. B.; REIMER, K. A. Preconditioning with ischemia: a delay of lethal cell injury in ischemic myocardium. **Circulation**, v. 74, n. 5, p. 1124-36, 1986.

OPIE, L. H. Reperfusion injury and its pharmacologic modification. **Circulation**, v. 80, n. 4, p. 1049-62, 1989.

PAKKONEN, M.; ALHAVA, E. M.; HANNINEN, O. Effect of tourniquet ischaemia on muscle energy metabolism in meniscectomy patients. **Br J Sports Med**, v. 15, n. 3, p. 167-71, 1981.

PATTERSON, S.; KLENERMAN, L. The effect of pneumatic tourniquets on the ultrastructure of skeletal muscle. **J Bone Joint Surg Br**, v. 61-B, n. 2, p. 178-83, 1979.

PIPER, H. M.; MEUTER, K.; SCHAFER, C. Cellular mechanisms of ischemia-reperfusion injury. **Ann Thorac Surg**, v. 75, n. 2, p. S644-8, 2003.

RADEGRAN, G.; HELLSTEN, Y. Adenosine and nitric oxide in exercise-induced human skeletal muscle vasodilatation. **Acta Physiol Scand**, v. 168, n. 4, p. 575-91, 2000.

RIKSEN, N. P.; SMITS, P.; RONGEN, G. A. Ischaemic preconditioning: from molecular characterisation to clinical application--part I. **Neth J Med**, v. 62, n. 10, p. 353-63, 2004.

SAITO, T. et al. Ischemic preconditioning improves oxygenation of exercising muscle in vivo. **J Surg Res**, v. 120, n. 1, p. 111-8, 2004.

SAUNDERS, K. C. et al. Effect of tourniquet time on postoperative quadriceps function. **Clin Orthop Relat Res**, n. 143, p. 194-9, 1979.

SHELDON, K. M.; ZHAOYANG, R.; WILLIAMS, M. J. Psychological need-satisfaction, and basketball performance. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 14, n. 5, p. 675-681, 2013.

SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. **Nutrition**, v. 9, n. 5, p. 480-91; discussion 480, 492, 1993.

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.

VENTURA, N. et al. The response of trained athletes to six weeks of endurance training in hypoxia or normoxia. **Int J Sports Med**, v. 24, n. 3, p. 166-72, 2003.

WEST, D. J. et al. Influence of ballistic bench press on upper body power output in professional rugby players. **J Strength Cond Res**, v. 27, n. 8, p. 2282-7, 2013.

WHETZEL, T. P. et al. The effect of ischemic preconditioning on the recovery of skeletal muscle following tourniquet ischemia. **Plast Reconstr Surg**, v. 100, n. 7, p. 1767-75, 1997.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

ARTIGO 1

Você está sendo convidado (a) a participar do estudo *Efeitos do pré-condicionamento isquêmico sobre o desempenho físico de ciclistas*, por apresentar os critérios necessários. Os avanços na área do treinamento esporte ocorrem por meio de estudos como este, por isso a sua participação é importante. O objetivo deste estudo é analisar os efeitos do pré-condicionamento isquêmico sobre o desempenho de atletas amadores de ciclismo em exercício supramáximo e caso você participe será necessário realizar sessões de exercícios físicos e fazer coletas de sangue. Você poderá ter algum desconforto enquanto utilizar o torniquete, devido à compressão que será exercida para induzir a isquemia, ou quando receber uma picada para colher o sangue do seu dedo, no entanto a equipe de pesquisadores responsáveis pelo estudo estará preparada para agir e lhe garantir toda a segurança necessária.

Você poderá obter todas as informações que quiser e poderá não participar da pesquisa ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem prejuízo no seu atendimento. Pela sua participação no estudo, você não receberá qualquer valor em dinheiro, mas terá a garantia de que todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa não serão de sua responsabilidade. Seu nome não aparecerá em qualquer momento do estudo, pois você será identificado com um número.

Eu, (*nome do voluntário*), li e/ou ouvi o esclarecimento acima e compreendi para que serve o estudo e qual procedimento a que 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 meu tratamento. Sei que meu nome não será divulgado, que não terei despesas e não receberei dinheiro por participar do estudo. Eu concordo em participar do estudo.

Uberaba,

Assinatura do voluntário

Documento de Identidade

Assinatura do pesquisador responsável

Assinatura do pesquisador orientador

Telefone de contato dos pesquisadores

Moacir Marocolo Júnior 34 9264-2803

Rodney Coelho da Paixão 34 9161-1746

Em caso de dúvida em relação a esse documento, você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, pelo telefone 3318-5854.

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

ARTIGO 2

Você está sendo convidado (a) a participar do estudo *Efeitos do pré-condicionamento isquêmico sobre o desempenho físico de jogadores de basquete*, por apresentar os critérios necessários. Os avanços na área do treinamento e esporte ocorrem por meio de estudos como este, por isso a sua participação é importante. O objetivo deste estudo é analisar os efeitos do pré-condicionamento isquêmico sobre a capacidade de realizar esforços intensos e de alta demanda aeróbia em jogadores profissionais de basquete e caso você participe será necessário realizar testes físicos máximos. Você poderá ter algum desconforto enquanto utilizar o torniquete devido à pressão que será exercida para induzir a oclusão durante a manobra de pré-condicionamento isquêmico, no entanto a equipe de pesquisadores responsáveis pelo estudo estará preparada para agir e lhe garantir toda a segurança necessária.

Você poderá obter todas as informações que quiser e poderá não participar da pesquisa ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem prejuízo no seu atendimento. Pela sua participação no estudo, você não receberá qualquer valor em dinheiro, mas terá a garantia de que todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa não serão de sua responsabilidade. Seu nome não aparecerá em qualquer momento do estudo, pois você será identificado com um número.

Eu, (*nome do voluntário*), li e/ou ouvi o esclarecimento acima e compreendi para que serve o estudo e qual procedimento a que 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 meu tratamento. Sei que meu nome não será divulgado, que não terei despesas e não receberei dinheiro por participar do estudo. Eu concordo em participar do estudo.

Uberlândia,

Assinatura do voluntário

Documento de Identidade

Assinatura do pesquisador responsável

Assinatura do pesquisador orientador

Telefone de contato dos pesquisadores

Moacir Marocolo Júnior 34 9264-2803

Rodney Coelho da Paixão 34 9161-1746

Em caso de dúvida em relação a esse documento, você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, pelo telefone 3318-5854.

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA
ARTIGO 1



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO

MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Nome:

Data de nascimento:

Telefone:

e-mail:

Qual estilo de ciclismo você pratica e há quanto tempo?

Qual tem sido a frequência semanal de treinos?

Esses treinos tem planejamento/periodização? Se sim, como?

Já disputou competições de ciclismo? Quantas? Em qual nível (regional, nacional, etc.)?

Qual e quando foi a última competição?

Em qual fase de treinamento você se encontra (pré-temporada, pós-competição, etc.)?

Já realizou testes físicos em laboratório relacionados ao ciclismo? Se sim, quais?

Você pratica regularmente alguma outra modalidade? Qual? Há quanto tempo?

Está realizando alguma dieta ou suplementação? Se sim, como isto está sendo feito? Há acompanhamento profissional?

Sofreu alguma lesão nos últimos 6 meses?

Já sofreu algum tipo de fratura? Se sim, qual foi o período de imobilização?

Está fazendo o uso de esteroides anabólicos?

Faz uso regular de algum medicamento? Se sim, qual?

Você possui alguma doença crônica (hipertensão, diabetes, etc.)?

Possui alguma restrição para a prática de exercício físicos?

Uberaba, _____

Assinatura do voluntário de pesquisa

Assinatura do pesquisador responsável

APÊNDICE D – CARTAZ PARA RECRUTAMENTO DE VOLUNTÁRIOS
ARTIGO 1



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Senhores,
a partir de Setembro acontecerá uma pesquisa vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da UFTM envolvendo **CICLISMO E DESEMPENHO**.

Para isso, estamos recrutando ciclistas que queiram participar como voluntários!

*Os resultados poderão servir como importante parâmetro para melhora do rendimento em treinos e competições!!!

Aqueles que se interessarem favor incluir nome na lista

- Uma reunião será agendada para explicar os detalhes desse projeto.



APÊNDICE E – DOCUMENTO ENTREGUE AOS VOLUNTÁRIOS

ARTIGO 1



Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Programa de Pós-Graduação em Educação Física

Nome do voluntário, obrigado por fazer parte como voluntário do nosso projeto.

Abaixo estão alguns resultados encontrados nos testes e procedimentos que foram conduzidos no laboratório vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. A pesquisa contempla outros dados que ainda serão analisados com o rigor científico necessário. Portanto, os resultados e as conclusões finais do estudo lhe serão informadas assim que todo o processo estiver finalizado. Estamos à disposição para sanar eventuais dúvidas e desde já reforçamos o convite para futuros estudos que envolvam o “Mundo da Bike”.

Procedimentos de Teste

Teste de Wingate – utilizado para avaliar a potência e capacidade anaeróbia, inclusive de atletas de ciclismo. No presente estudo, adotou-se o Teste de Wingate (TW) com duração de 30 segundos e carga de trabalho correspondente a 10% da massa corporal (medida no próprio laboratório). Em cada visita ao laboratório foram realizados 3 TW com intervalo de 10 minutos entre cada. Os resultados indicados na tabela foram computados automaticamente por meio de *software* (CEFISE®) desenvolvido para esse tipo de análise. Para os cálculos foram considerados intervalos de 5 segundos.

Dobras Cutâneas / Gordura Corporal (GC) – a determinação do %GC seguiu o protocolo de Pollock de 7 dobras cutâneas (peitoral, axilar média, tricipital, abdominal, supra-iliaca, subescapular, coxa). Para tanto, foi utilizado um adipômetro científico Lange®.

Lactato – os valores encontrados para lactato estão baseados nas coletas realizadas ao longo dos testes. Para tanto, realizou-se punção na popa digital com lanceta automática. Ademais, foram utilizadas fitas específicas e um analisador portátil Accutrend®.



Resultados

Nome: xxxxx

Massa Corporal (kg): 57,1

Estatura (m): 1,64

IMC: 21,2

% Gordura Corporal: 5,5

W máximo	W Médio	W último	W/Kg máximo	W/kg médio	W/kg último	% Fadiga
-----------------	--------------------	---------------------	------------------------	-----------------------	------------------------	-----------------

754,84	650,96	518,42	13,24	11,42	9,10	31,32
742,80	630,18	509,82	13,03	11,06	8,94	31,37
719,59	609,55	474,57	12,62	10,69	8,33	34,05

761,72	615,28	471,99	13,36	10,79	8,28	38,04
752,26	617,57	486,61	13,20	10,83	8,54	35,31
708,41	595,36	471,13	12,43	10,44	8,27	33,50

* W - Watts

Pesquisadores Responsáveis

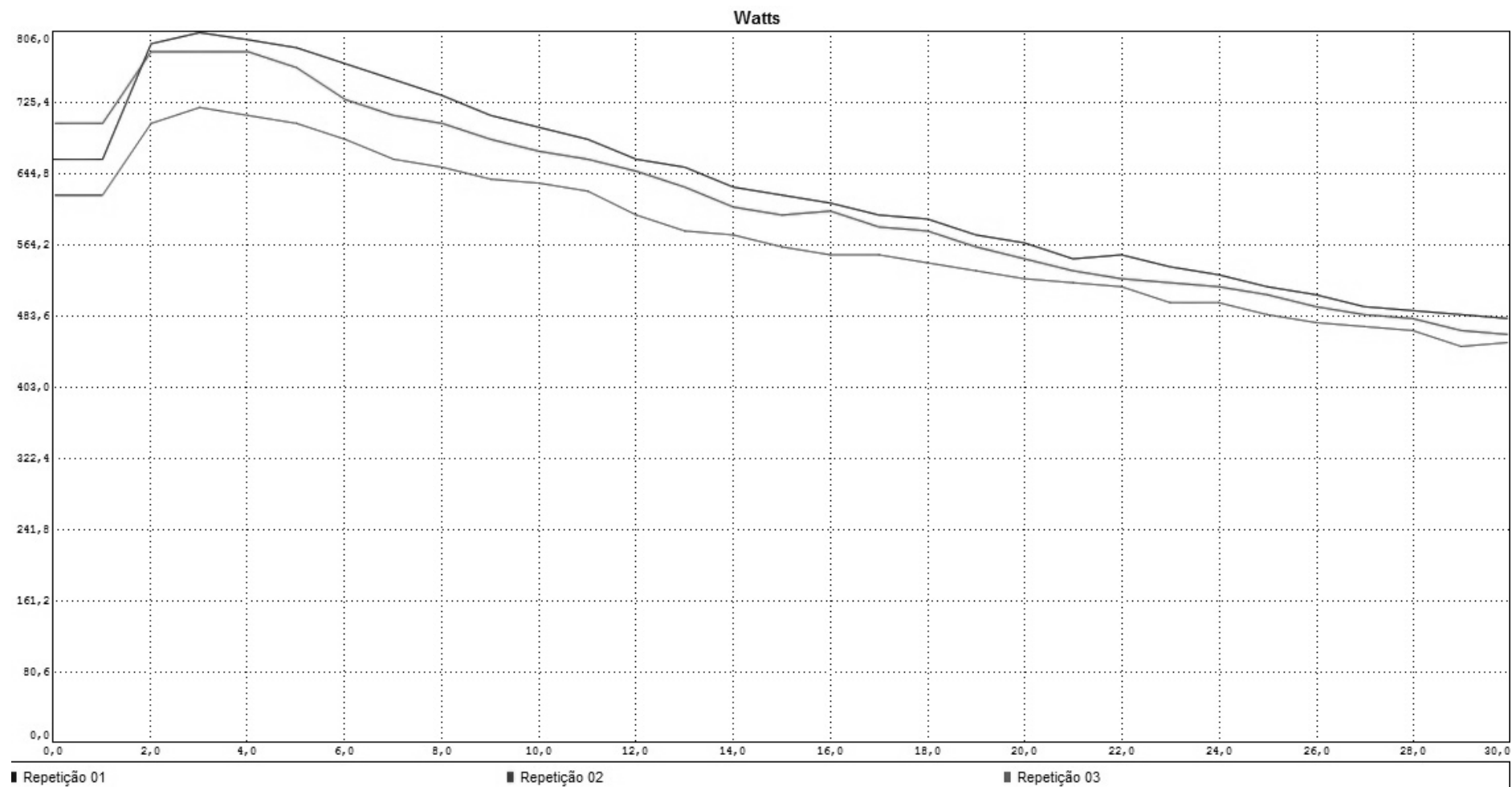
Rodney Paixão – Mestrando em Aspectos Biodinâmicos e Metabólicos do Exercício Físico e Esporte

Celular: 9161- 1746 e-mail: dneyudi@hotmail.com

Moacir Marocolo Júnior – Professor Doutor do Curso de Educação Física da UFTM

APÊNDICE F – CURVA WATTS/TEMPO OBTIDA VIA SOFTWARE

ARTIGO 1



APÊNDICE G – TABELA DE DADOS OBTIDA VIA SOFTWARE

ARTIGO 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Avaliação	Tipo do Teste	Avaliado	Apelido	Modalidade	Posição	Grupo	Temporada	Data	Idade	Sexo	Peso (Kg)	Avaliador	Observações	
2															
3															
4															
5	Repetição	Watts Máximo	Watts Médio	Watts Último	Watts/Kg Máximo	Watts/Kg Médio	Watts/Kg Último	% Fadiga							
6															
7	1	898,91	753,21	591,99	14,20	11,90	9,35	34,14							
8	2	869,46	724,39	551,13	13,74	11,44	8,71	36,61							
9	3	778,23	650,59	503,62	12,29	10,28	7,96	35,29							
10															
11	Repetição	Sequência	Carga	RPM	RPS	Kpm	Km/h	M/s	Watts	Watts/Kg	Trabalho	Força			
12	1	1	6,30	76,15	1,27	2.878,61	23,99	6,66	470,36	7,43	470,36	63,00			
13	1	2	6,30	130,77	2,18	4.943,07	41,19	11,44	807,69	12,76	1.615,38	63,00			
14	1	3	6,30	153,85	2,56	5.815,37	48,46	13,46	950,22	15,01	2.850,67	63,00			
15	1	4	6,30	151,54	2,53	5.728,14	47,74	13,26	935,97	14,79	3.743,88	63,00			

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
16	1	5	6,30	148,46	2,47	5.611,83	46,77	12,99	916,97	14,49	4.584,83	63,00			
17	1	6	6,30	146,15	2,44	5.524,60	46,04	12,79	902,71	14,26	5.416,28	63,00			
18	1	7	6,30	148,46	2,47	5.611,83	46,77	12,99	916,97	14,49	6.418,76	63,00			
19	1	8	6,30	146,92	2,45	5.553,68	46,28	12,86	907,46	14,34	7.259,71	63,00			
20	1	9	6,30	145,38	2,42	5.495,53	45,80	12,72	897,96	14,19	8.081,66	63,00			
21	1	10	6,30	140,77	2,35	5.321,07	44,34	12,32	869,46	13,74	8.694,55	63,00			
22	1	11	6,30	138,46	2,31	5.233,83	43,62	12,12	855,20	13,51	9.407,22	63,00			
23	1	12	6,30	137,69	2,29	5.204,76	43,37	12,05	850,45	13,44	10.205,41	63,00			
24	1	13	6,30	132,31	2,21	5.001,22	41,68	11,58	817,19	12,91	10.623,51	63,00			
25	1	14	6,30	130,77	2,18	4.943,07	41,19	11,44	807,69	12,76	11.307,67	63,00			
26	1	15	6,30	127,69	2,13	4.826,76	40,22	11,17	788,69	12,46	11.830,29	63,00			
27	1	16	6,30	124,62	2,08	4.710,45	39,25	10,90	769,68	12,16	12.314,91	63,00			
28	1	17	6,30	120,77	2,01	4.565,07	38,04	10,57	745,93	11,78	12.680,74	63,00			
29	1	18	6,30	116,92	1,95	4.419,68	36,83	10,23	722,17	11,41	12.999,07	63,00			
30	1	19	6,30	113,85	1,90	4.303,38	35,86	9,96	703,17	11,11	13.360,15	63,00			
31	1	20	6,30	112,31	1,87	4.245,22	35,38	9,83	693,66	10,96	13.873,27	63,00			
32	1	21	6,30	110,77	1,85	4.187,07	34,89	9,69	684,16	10,81	14.367,39	63,00			
33	1	22	6,30	108,46	1,81	4.099,84	34,17	9,49	669,91	10,58	14.737,98	63,00			
34	1	23	6,30	107,69	1,79	4.070,76	33,92	9,42	665,16	10,51	15.298,61	63,00			
35	1	24	6,30	106,15	1,77	4.012,61	33,44	9,29	655,65	10,36	15.735,71	63,00			
36	1	25	6,30	102,31	1,71	3.867,22	32,23	8,95	631,90	9,98	15.797,48	63,00			
37	1	26	6,30	100,77	1,68	3.809,07	31,74	8,82	622,40	9,83	16.182,32	63,00			
38	1	27	6,30	99,23	1,65	3.750,91	31,26	8,68	612,89	9,68	16.548,15	63,00			
39	1	28	6,30	96,15	1,60	3.634,61	30,29	8,41	593,89	9,38	16.628,92	63,00			
40	1	29	6,30	93,85	1,56	3.547,38	29,56	8,21	579,64	9,16	16.809,47	63,00			
41	1	30	6,30	89,23	1,49	3.372,92	28,11	7,81	551,13	8,71	16.533,90	63,00			

ANEXO A – ESPECIFICAÇÕES DO CICLOERGÔMETRO UTILIZADO

ARTIGO 1

As informações estão apresentadas segundo descrição disponível no site da empresa que comercializa o aparelho (CEFISE®).

- Marca: CEFISE
- Modelo: Biotec 2100
- Polia de frenagem acionada por cintas e anilhas
- Selim de competição
- Ajuste de altura do guidom de 1.000 mm a 1.600 mm
- Largura do guidom: 560 mm
- Guidom de competição
- Largura total: 710 mm
- Comprimento total: 1.200 mm
- Pintura eletrostática a pó na cor cinza e grafite
- Peso: 110 kg
- Quadro super reforçado para suportar testes de potência (Wingate e Quebec)
- Compatível com Softwares para determinação de potência e resistência anaeróbia – Wingate Test 1.0 e Ergometric 6.0
- Comprimento do pé de vela modificável (opcional)
- Pé de vela compatível com clip de competição
- Pés com ajustes de nível
- Rodas para transporte
- Controle de velocidade em km/h e rpm
- Carga composta de 01 balança de 0,50 kgf.m, 04 anilhas de 0,10 kgf.m, 01 anilha de 0,25 kgf.m e 20 anilhas de 0,50 kgf.m
- Calibrado dinamicamente de 10 a 1300 watts de 40 a 200 rpm

Aplicação

Testes aeróbios, anaeróbios, máximos, submáximos, ergoespirometria, lactacidemia, treinamentos, aquisição de dados para pesquisa científica, medicina esportiva, reabilitação, etc.

Sistema de aplicação de carga

- Aplicação de carga em kgf.m ou Watts
- Frenagem mecânica por sistema de cinta com a tração através de anilhas ou por pêndulo
- Faixa de aplicação de carga: de 0,50 kgf.m a 11,0 kgf.m (com possibilidade de expansão até 13,5 kgf.m)
- Carga máxima em watts acima de 1300 W

Segundo a CEFISE®, o cicloergômetro Biotec 2100 foi desenvolvido para que os padrões biomecânicos de ciclistas sejam respeitados durante a realização dos testes. Isso permite que os parâmetros de ergoespirometria, lactacidemia e potência anaeróbia estejam mais próximos da situação de campo.

O Biotec 2100 permite que a triangulação entre guidom, selim e pé de vela seja posicionada de acordo com as características individuais de cada atleta. O guidom e o selim são padronizados no formato de competição e possuem ajustes verticais e horizontais.