

## Respostas metabólicas e inflamatórias agudas em homens ativos submetidos ao treinamento corretivo postural

### Acute metabolic and inflammatory responses in active men undergoing postural corrective training

Carla Nascimento dos Santos Rodrigues<sup>1</sup> , João Manoel Alves<sup>1</sup> , Vanessa de Oliveira Furino<sup>1</sup> ,  
Diego Adorna Marine<sup>1</sup> , Marco Antônio de Lima<sup>1</sup> , Fernando Fabrizzi<sup>2</sup> ,  
Ana Cláudia Garcia de Oliveira Duarte<sup>1</sup> 

1. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP, Brasil

2. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Penápolis (FAFIPE/FUNEPE), Penápolis, SP, Brasil

#### RESUMO

**Introdução:** A prática de exercícios físicos tem se tornado recorrente ao longo da vida na busca pela promoção da saúde. Dentre inúmeros métodos oferecidos pelo mercado fitness, o Treinamento Corretivo Postural (TCP) tem por objetivo, por meio de um modelo ginástico, aumentar a aderência à prática, com reduzido risco de lesões musculoesqueléticas. **Objetivo:** Analisar os efeitos de uma sessão inicial do TCP sobre a lactacidemia, glicemia, frequência cardíaca, interleucina-6, fator de necrose tumoral- $\alpha$  e creatina quinase em indivíduos saudáveis sem experiência prévia ao método. **Métodos:** 16 homens ativos, sem doenças preexistentes ( $28,5 \pm 5,0$  anos;  $72,16 \pm 8,1$  kg,  $1,75 \pm 0,06$  m e índice de massa corporal  $23,31 \pm 2,1$ ) três visitas ao laboratório. Duas para coleta de dados e uma para realização da sessão do TCP. **Resultados:** A sessão apresentou níveis estáveis para as variáveis de glicemia, creatina quinase, fator de necrose tumoral- $\alpha$  e interleucina-6 sanguíneas. Foram encontradas diferenças significativas para lactacidemia nos minutos 20' ( $4,9 \pm 1,5$  mmol/L) e 30' ( $4,1 \pm 1,6$  mmol/L) da sessão. **Conclusão:** A sessão avaliada não apresenta níveis metabólicos e inflamatórios extenuantes.

**Palavras-chave:** exercício físico; metabolismo; inflamação; creatina quinase.

#### ABSTRACT

**Introduction:** The practice of physical exercises has become recurrent throughout life in the search of health promotion. Among numerous methods offered by the fitness market, the Corrective Postural Training TCP aims, through a gymnastics model, to increase adherence to the practice, with a reduced risk of muscle-joint injuries. **Objective:** To analyze the effects of an initial session of TCP on lactacidemia, blood glucose, heart rate, interleukin-6, tumor necrosis factor- $\alpha$  and creatine kinase in healthy individuals without previous experience with the method. **Methods:** 16 active men, without preexisting diseases ( $28.5 \pm 5.0$  years;  $72.16 \pm 8.1$  kg;  $1.75 \pm 0.06$  m and body mass index  $23.31 \pm 2.1$ ) underwent three visits to the laboratory. Two visits for data collection and one for the TCP session. **Results:** The session showed stable levels for the variables of blood glucose, creatine kinase, tumor necrosis factor- $\alpha$  and interleukin-6. Significant differences were found for lactic acid in the 20' ( $4.9 \pm 1.5$  mmol/L) and 30' ( $4.1 \pm 1.6$  mmol/L) minutes of the session. **Conclusion:** The evaluated session has no strenuous metabolic and inflammatory levels.

**Keywords:** exercise; metabolism; inflammation; creatine kinase.

Recebido em: 25 de setembro de 2020; Aceito em: 12 de abril de 2021.

Correspondência: Carla Nascimento dos Santos Rodrigues, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Educação Física e Motricidade Humana, Laboratório de Nutrição e Metabolismo Aplicados ao Exercício, Rodovia Washington Luiz, Km 235, 13565-905, São Carlos SP. ufscar.carla@gmail.com

## Introdução

A busca pela promoção da saúde e qualidade de vida tem sido alvo crescente de interesse dos seres humanos. A mudança dos hábitos diários, particularmente a prática de exercícios físicos (EF), tornou-se recorrente. Os benefícios incluem a melhoria da capacidade cardiorrespiratória, hipertrofia muscular, emagrecimento e outros [1].

Dentre os modelos mais utilizados, destacam-se o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT), treinamento funcional e o treinamento resistido [2]. A característica de rendimento e alta intensidade de treinos distanciam estes métodos cada vez mais de um público sedentário da prática regular de atividades físicas. Com o objetivo de aumentar a aderência à prática, reduzir o risco de lesões musculoesqueléticas e oferecer um método de treinamento que considere também a relação do sujeito com o meio, o Treinamento Corretivo Postural (TCP) foi criado [3].

O TCP é um método que visa o equilíbrio biomecânico para melhora da realização das atividades diárias. Baseado nos princípios do treinamento físico, sua demanda se dá por meio de ações musculares dinâmicas e posturais executadas em ângulos e amplitudes que promovem melhores adaptações bioquímicas e mecânicas [3].

Bioquimicamente, o aumento instantâneo da requisição energética proporcionada pelo exercício físico resulta em ajustes fisiológicos por novas demandas metabólicas [4], que incluem a captação da glicose circulante ou obtida via glicólise dos músculos/fígado a fim de gerar energia; mobilização de lipídeos frente a atividades de longa duração e produção de lactato de forma dependente da intensidade [5].

O estresse mecânico pode ser outra resposta a demanda do EF que resulta em danos e inflamação no tecido muscular [6,7]. As microlesões musculares promovem a lise do tecido muscular causando extravasamento da enzima creatina quinase (CK) na corrente sanguínea, tornando-se um importante biomarcador de lesão muscular [8].

Em processos inflamatórios, citocinas como interleucina-6 (IL-6) e Fator de Necrose Tumoral- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) alteram seus níveis conferindo um efeito anti-inflamatório frente à atividade física realizada [9].

Frente ao exposto, o objetivo do presente estudo foi analisar os efeitos de uma sessão do (TCP) sobre a lactacidemia (LAC), glicemia (GLI), frequência cardíaca (FC), IL-6, TNF- $\alpha$  e creatina quinase (CK) em homens ativos e saudáveis sem experiência prévia ao método.

## Métodos

### Sujeitos

Dezesseis homens ativos, sem doenças preexistentes, participaram do estudo (28,5  $\pm$  5,0 anos, 72,16  $\pm$  8,1 kg, 1,75  $\pm$  0,06 m) e índice de massa corporal (IMC) 23,31  $\pm$  2,1 kg/m<sup>2</sup>. Critérios de inclusão: sexo masculino, adultos (entre 20 e 40 anos), recrea-

cionalmente ativos (150 minutos semanais) ao longo dos últimos seis meses. Critérios de exclusão: ser usuário de esteroides anabolizantes; ser tabagista; histórico de doenças cardiovasculares, diabetes mellitus tipo 2, hipertensão arterial sistêmica; histórico de doença metabólica que preconizasse o uso de medicamentos capazes de afetar o metabolismo dos carboidratos ou lipídeos e/ou qualquer alteração no perfil lipídico e marcadores inflamatórios. Quatorze voluntários foram selecionados ( $n = 14$ ).

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Humana (CEP) da Universidade Federal de São Carlos (parecer nº 65352917.9.0000.5504). Todos os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

### Desenho experimental

Os sujeitos selecionados participaram de três visitas ao laboratório no Departamento de Educação Física e Motricidade Humana (DEFMH) localizado na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Em um intervalo de aproximadamente 15 dias, as visitas foram caracterizadas por: familiarização do método (F1), sessão aguda de TCP (SA2) e coleta sanguínea 24h após a sessão (C3) (Figura 1).

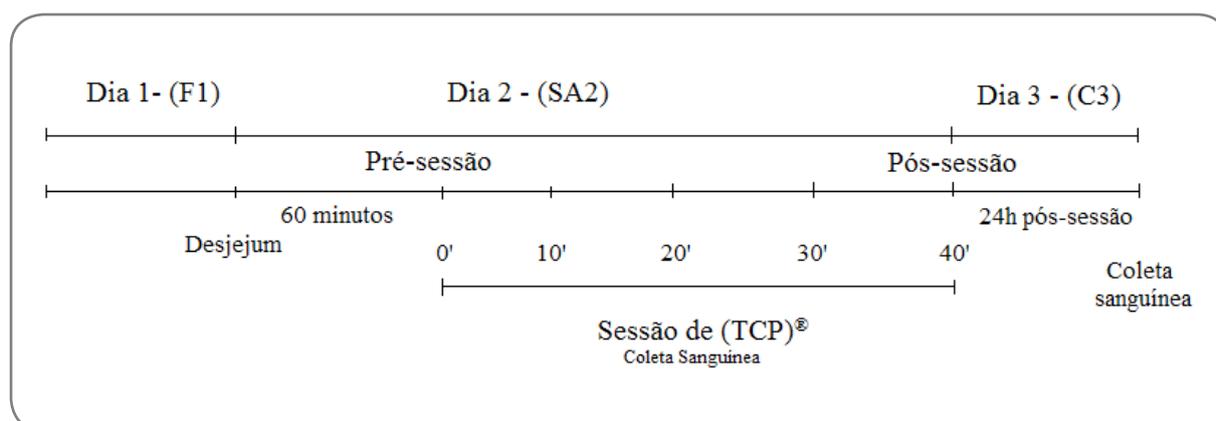
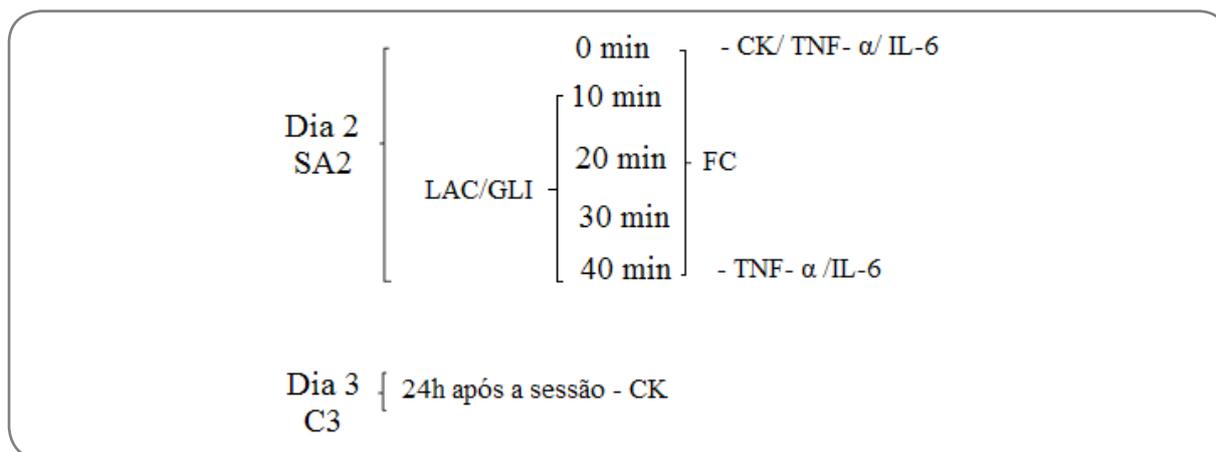


Figura 1 - Desenho experimental

Antes do encontro presencial, os voluntários responderam a anamnese por meio de questionário online. O encontro presencial (F1) foi caracterizado pela assinatura do TCLE, coleta das medidas antropométricas e familiarização do método. Após sete dias, o segundo encontro (SA2) (indivíduos em jejum e individual), realizou-se a sessão aguda de TCP e as coletas sanguíneas (TNF- $\alpha$  e IL-6, LAC, GLI, CK), coletadas por um profissional qualificado. A sessão se deu após 60' do desjejum. 24 horas após a sessão, no terceiro encontro (C3), foi efetivada a última coleta sanguínea de CK e posteriormente os voluntários foram dispensados.

### Variáveis sanguíneas

As coletas sanguíneas foram realizadas nos dias 2 (SA2) (tempos: 0', 10', 20' 30' e 40' da sessão aguda) e 24 horas após a sessão, dia 3 (C3), como descritos na Figura 2.



**Figura 2** - Sessão Aguda de TCP (SA2), Coleta (C3), Frequência Cardíaca (FC), Fator de Necrose Tumoral- $\alpha$  (TNF-  $\alpha$ ) e Interleucina 6 (IL-6), Creatina Quinase (CK), Lactacidemia (LAC) e Glicemia (GLI)

O sangue coletado foi acondicionado em tubos secos ou com EDTA (dependendo da variável analisada) por aproximadamente 2 horas. Em seguida os tubos foram centrifugados a 3000 rpm por 15 minutos a 4°C, para a obtenção de plasma e/ou soro. As análises do perfil inflamatório foram realizadas em parceria com o laboratório de Patologia da Universidade Federal de São Carlos (DMP-UFSCar). As quantificações foram determinadas pelo método de Ensaio Imunoenzimático (ELISA), seguindo as especificações correspondente ao kit *DuoSet ELISA*. A técnica se baseou no modelo ELISA sanduíche: microplacas de alta afinidade foram sensibilizadas com anticorpos monoclonais anticitocinas e permaneceram “overnight”. Logo após, lavadas 3 vezes com 300  $\mu$ L/poço de solução salina tamponada de fosfato (PBS) pH 7,2-Tween-20 0,05% (PBS-Tw), e incubadas com a solução bloqueadora contendo albumina (PBS pH 7,2 + 4% Albumina bovina) por 1h, a temperatura ambiente (TA). Em seguida após mais um ciclo de lavagens, as amostras foram adicionadas e efetuadas curvas padrão de citocinas recombinantes. As placas foram mantidas a TA por 2 horas e, em seguida realizada uma nova lavagem. Então adicionados anticorpos anticitocinas biotinizados ou conjugado com enzima peroxidase e mantidos por 1 hora e 30 minutos a TA. Após 5 lavagens com PBS, foi adicionado 100  $\mu$ l da solução reveladora contendo tetrametilbenzidina (TMB). A reação foi bloqueada com 50  $\mu$ L de ácido sulfúrico 1 molar (M) e a leitura realizada no espectrofotômetro 450 nanomolar (nm). As concentrações das amostras foram calculadas a partir da curva de titulação dos padrões de citocinas e as concentrações finais expressas em pg/mL.

As análises de GLI, LAC e CK foram realizadas no Laboratório de Nutrição e Metabolismo Aplicados ao Exercício (LNMAE) no DEFMH. Para as determinações de GLI e LAC, foram manuseados os equipamentos portáteis *Accu-Chek Active da Roche* e o *Accutrend Lactate 3012522m mol/l* da Roche respectivamente, ambos calibrados com sangue. Para análise de CK, utilizou-se o aparelho *Reflotron Plus* da marca Roche. Para essas análises, o sangue foi coletado através da punção do dedo com a lanceta *Accu-chek Safe-T Pró*, da marca Roche (posteriormente descartadas) e aplicados nas fitas reagentes. Após o período estipulado para cada equipamento extraiu-se os resultados.

### Frequência cardíaca

A FC foi registrada pelo monitor da marca Polar entre o minuto 0' até o 40' da sessão com intervalos de 5 minutos.

### Sessão de TCP

A sessão foi constituída por uma vídeoaula (40 minutos) elaborada com movimentos naturais, funcionais e coordenativos de forma simultânea. A atividade muscular foi padronizada harmonicamente, com movimentos acíclicos e baixo impacto, realizados predominantemente no plano frontal. Alguns destes movimentos foram: deslocamentos laterais, flexão e extensão (joelho, cotovelo, ombro e quadril) e marcha estacionária. A frequências musical se manteve entre 124 bpm a 132 bpm.

### Análise estatística

Foram utilizados testes paramétricos para os dados que apresentavam distribuição normal (*Kolmogorov-Smirnov*) e igualdade de variância (*Levene*). O teste não paramétrico (*Wilcoxon*) foi utilizado quando os dados não apresentavam distribuição normal e/ou igualdade de variância (para IL-6 e TNF- $\alpha$ ). Para comparações pré e pós-sessão da variável CK foi requerido o teste t pareado. O teste paramétrico de análise de variância para um fator (ANOVA unifatorial) foi empregado na identificação de possíveis alterações induzidas pelo fator exercício TCP nas variáveis LAC e GLI durante a sessão. Quando detectado diferença estatística pelo o teste de ANOVA unifatorial, o teste de comparações múltiplas (*Post-hoc*) de Tukey foi empregado.

O programa estatístico requerido foi o SPSS para Windows, versão 17.0 (IBM SPSS, Chicago, IL). Os resultados estão apresentados como média e desvio padrão. O nível de significância adotado foi o de  $p < 0,05$ . Para confecção dos gráficos, optou-se pelo software *GraphPad Prism* (versão 6).

## Resultados

As informações gerais referentes à caracterização da amostra estão expressas na tabela I.

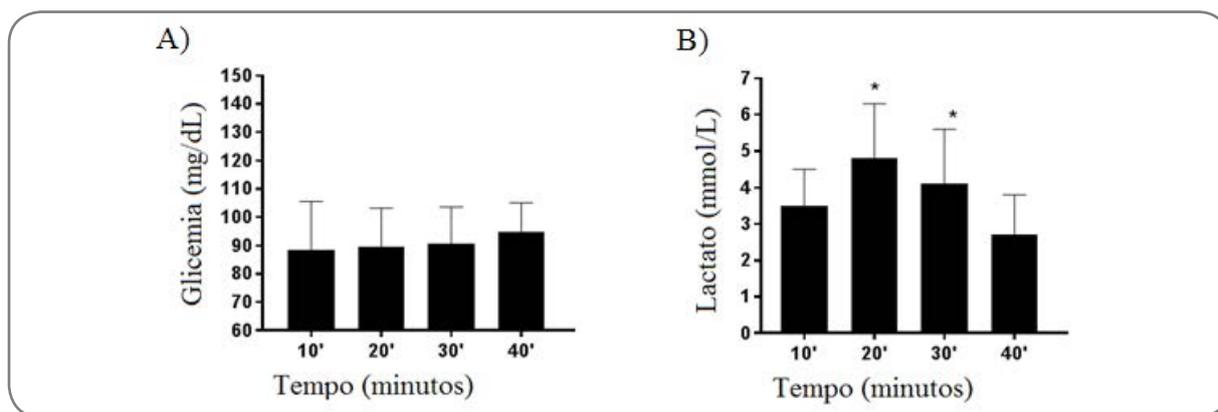
**Tabela I** - Parâmetros antropométricos e hemodinâmicos em homens adultos fisicamente ativos

Variáveis (n = 14)	Média $\pm$ DPM
Idade (anos)	28,5 $\pm$ 5,0
Massa corporal (kg)	72,2 $\pm$ 8,1
Estatutura (metros)	1,7 $\pm$ 0,1
IMC	23,3 $\pm$ 2,1
PAS (mmHg)	120,2 $\pm$ 14,0
PAD (mmHg)	79,3 $\pm$ 12,7

DPM = Desvio padrão da média; IMC = índice da massa corporal; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica

Em relação a glicemia, a média ao longo da sessão foi de  $92,96 \pm 5,17$  mg/dL ( $p = 0,57$ ). Não foram encontradas diferenças significativas entre os pontos coletados (10':  $88,5 \pm 17,1$  mg/dL; 20':  $89,7 \pm 13,6$  mg/dL; 30':  $90,6 \pm 12,9$  mg/dL; pós (40'):  $95,0 \pm 10,0$  mg/dL) (Figura 3).

O valor médio da concentração da LAC foi de 3,8 mmol/L. Os tempos 20' ( $4,9 \pm 1,5$  mmol/L) e 30' ( $4,1 \pm 1,6$  mmol/L) ( $p = 0,01$ ) apresentaram alterações significativas, comparados aos valores das médias imediatamente após a sessão ( $2,8 \pm 1,1$  mmol/L). Não foram encontradas diferenças significativas entre os valores 10' ( $3,6 \pm 1,0$  mmol/L) e imediatamente após a sessão (40') ( $2,8 \pm 1,2$  mmol/L) (Figura.3).



A) Valores médios da glicemia durante a aula de (CP e imediatamente após a sessão. ANOVA unifatorial ( $p = 0,57$ ); B) Valores médios da lactacidemia durante a aula de TCP e imediatamente após a sessão ;\*20' e 30' diferente do tempo 40' (imediatamente após a sessão). ANOVA unifatorial, Tukey, F (6,4) ( $p = ,00$ )

**Figura 3** - Valores médios de glicemia e lactacidemia durante a sessão de TCP em homens adultos fisicamente ativos

Os níveis plasmáticos pré (0') e pós-sessão (40') de TCP para as citocinas IL-6 e TNF- $\alpha$  não apresentaram alterações estatísticas significativas, como descritas na tabela abaixo.

**Tabela II** - Valores médios  $\pm$  desvio padrão dos níveis séricos de IL-6 e TNF- $\alpha$ , em adultos ativos pré e imediatamente após a sessão de TCP

Variáveis (n = 14)	Pré-sessão Média $\pm$ DPM	Imediatamente após a sessão Média $\pm$ DPM	p
IL-6 (pg/mL)	20,04 $\pm$ 5,07	25,96 $\pm$ 10,47	0,14
TNF- $\alpha$ (pg/mL)	21,00 $\pm$ 4,09	24,80 $\pm$ 3,90	0,57

DPM = Desvio padrão da média; IL-6 = interleucina-6; TNF- $\alpha$  = fator de necrose tumoral-alfa

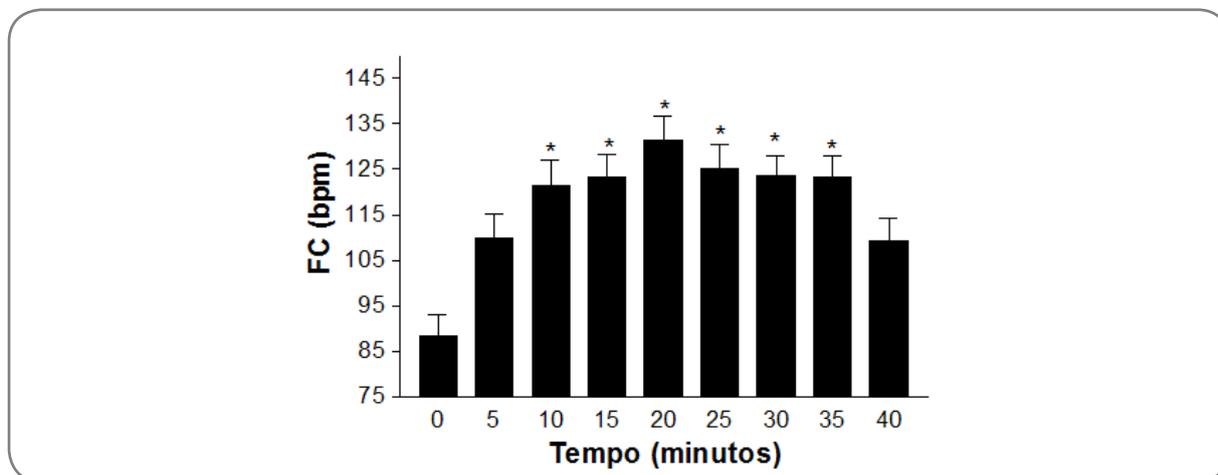
A concentração sanguínea de CK entre os períodos pré (0') e 24h após a sessão de TCP não apresentaram diferenças significativas como descritas na tabela abaixo.

**Tabela III** - Valores médios  $\pm$  desvio padrão das concentrações sanguínea de CK, em adultos ativos, pré e 24h após a sessão de TCP

Variável (n = 14) CK (UL)	Pré-sessão Média $\pm$ DPM	24h após sessão Média $\pm$ DPM	p
	132,6 $\pm$ 67,0	136,1 $\pm$ 54,0	0,67

Teste T pareado; DPM = Desvio padrão da média; CK = creatina quinase

Por fim, os valores médios da FC se elevaram de forma progressiva retornando a níveis basais ao final da sessão. Valores significativos se destacaram a partir dos 10', se mantendo até os 35', quando comparados aos valores médios dos minutos iniciais e finais (Figura 4).



FC = Frequência cardíaca; bpm = batimento por minuto; \*10', 15', 20', 25', 30', e 35' diferente dos tempos 0', 5', 40', ANOVA unifatorial, Tukey, F (6,7) (p = 0,00)

**Figura 4** - Valores médios da frequência cardíaca durante a sessão de TCP em homens adultos fisicamente ativos

## Discussão

As respostas mediadas pela sessão aguda do modelo de treinamento TCP com homens adultos e ativos, caracterizou-se por manter estáveis ao longo da sessão, os níveis glicêmicos, as concentrações sanguíneas de CK (24h pós-sessão), TNF- $\alpha$  e IL-6 (pré e pós-sessão). Alterações significativas foram evidenciadas na lactacidemia, com aumento nos tempos 20' e 30' e para a FC entre o período 10' à 35', comparados ao restante da sessão.

Durante o exercício físico, de forma aguda, a manutenção do controle energético para geração de energia, ocorre principalmente através da metabolização de carboidratos e lipídeos, provenientes de substratos intra e extramusculares. São eles: glicogênio, glicose sanguínea, ácidos graxos e reservas de triglicerídeos do tecido adiposo. A intensidade e a duração do exercício são os determinantes da contribuição relativa desses substratos para o metabolismo oxidativo. Enquanto a oxidação de carboidratos, particularmente do glicogênio muscular domina em intensidades de exercício mais altas, a oxidação de gordura se destaca em intensidades mais baixas [10].

A glicose sanguínea é derivada da glicogenólise hepática, gliconeogênese e do intestino quando o carboidrato é ingerido. Durante o exercício físico, com o aumento do aporte sanguíneo, a disponibilidade da glicose se eleva a fim de regular a utilização de energia na musculatura trabalhada. Dependendo da intensidade realizada é mediada pela concentração disponível na corrente sanguínea e/ou pela glicogenólise proveniente principalmente no músculo [10]. A entrada da glicose na célula, permitida primeiramente por difusão, facilita, através do GLUT 4, tanto pela ação da

insulina ou através de mecanismos adjacentes do exercício físico [5,11,12]. Nossos dados evidenciaram que os níveis glicêmicos durante a sessão de TCP permaneceram inalterados. Esses resultados corroboram dados da literatura em que registraram níveis médios de glicemia de  $95,08 \pm 11,55$  mg/dL em 40' em exercício aeróbico de moderada intensidade [13]. Essa estabilidade se deve possivelmente à intensidade da sessão, no qual promoveu um equilíbrio entre o consumo de glicogênio muscular, ácidos graxos pelo músculo em atividade com a glicogenólise hepática, mantendo os níveis glicêmicos ideais para a utilização como fonte energética pelos tecidos periféricos.

Todavia, músculos extremamente ativos apresentam taxas aceleradas de glicólise, gerando lactato. Dependente da intensidade do exercício, a concentração de lactato aumenta no músculo e na corrente sanguínea frente a demandas mais intensas [10]. Durante a sessão avaliada, entre os tempos 20' e 30', as taxas lactacidêmicas apresentaram um aumento significativo, comparados ao demais períodos, atingindo um platô. Estes resultados apontam uma maior intensidade da sessão, proveniente pelos movimentos realizados, envolvendo maiores grupamentos musculares. Contudo a concentração não foi suficiente para causar fadiga, considerando essa condição uma resposta fisiológica condizente ao esforço realizado. O nível médio da lactacidemia foi de 3,57 mmol/L, tal resultado reforça a ideia de que a sessão de TCP se mantém via processo oxidativo [14], devido a valores médios de lactato se manterem dentro do considerado Máxima Fase Estável de Lactato (MFEL).

Em apoio aos achados, dados do nosso grupo de estudo [14], ao mensurar o gasto energético, o  $VO_2$  e a FC em uma sessão similar na modalidade TCP, demonstraram que essas variáveis foram maiores para os mesmos períodos mensurados no presente estudo (20' a 30' da sessão), evidenciando que a demanda metabólica foi similar em ambas as condições. O comportamento da FC está associado à resposta direta da contração muscular em vista da necessidade do músculo em atividade por oxigênio e aporte sanguíneo para nutrição e remoção de metabólitos gerados pelo exercício físico, sendo proporcional à intensidade e capacidade física atual do indivíduo [15]. Concomitantemente com os dados apresentados, as médias da FC se elevaram de forma progressiva mantendo-se estabilizados entre os minutos 10 a 35. Esses momentos representam a maior intensidade de trabalho, entretanto em níveis não extenuantes. Como avaliado em outro trabalho, a mesma sessão foi considerada de moderada intensidade com valores médios de 66% da  $FC_{max}$  [14].

Uma outra forma de avaliar a intensidade do EF é averiguar sua capacidade em gerar microlesões musculares e inflamação através da CK. Bioquimicamente, esta enzima está envolvida no mais simples e rápido dos sistemas energéticos para ressíntese de Adenosina Trifosfato (ATP) na geração de energia [16-18]. Por possuir baixo peso molecular, a CK é a primeira substância a surgir na circulação dependente da quantidade de dano aos sarcômeros induzido por lesão muscular, isquemia e inflamação [19]. Apesar da sessão de TCP avaliada por apresentar um breve aumento da intensidade ao longo do tempo, os valores obtidos para essa variável, como era de se esperar, não foi capaz de gerar danos musculares significativos 24 horas após a

sessão. Tais resultados podem ser explicados devido aos movimentos realizados na sessão serem composto por maior recrutamento da musculatura postural e baixa exigência da contração muscular excêntrica. Segundo alguns autores, ações estáticas, e principalmente excêntricas, assim como a velocidade do movimento são fatores que promovem dano muscular [19,20].

Ainda, observa-se que a sessão de TCP apresenta baixa resposta inflamatória, uma vez que não apresentou alterações nos níveis plasmáticos de TNF- $\alpha$  e IL-6 imediatamente após a sessão. Durante sessão aguda de exercícios físicos, citocinas são produzidas e liberadas com a finalidade de induzir uma resposta inflamatória. A citocina IL-6 quando associada à resposta imune é a primeira molécula sinalizadora sintetizada por macrófagos e linfócitos em condição de lesão tecidual ou infecção. Na presença de lesão tecidual, a citocina pró-inflamatória TNF- $\alpha$  é uma das principais moduladoras da resposta inflamatória de fase aguda [21,22]. A cinética dessas citocinas, a partir da contração muscular imediatamente após a sessão, é dependente da intensidade e duração da sessão, dano muscular, conteúdo de glicogênio muscular e da glicose sanguínea [22-25]. Apesar dos achados para a sessão de TCP mostrarem leves aumentos na concentração plasmática de IL-6 e TNF- $\alpha$ , a sessão não foi influenciada de maneira significativa quando comparadas aos valores de repouso, o que demonstra que a sessão não apresentou níveis inflamatórios extenuantes. Esses resultados se assemelham à prévios estudos que têm demonstrado pequenos aumentos ou nenhum efeito do exercício aeróbio agudo de baixa ou moderada intensidade sobre IL-6 e TNF- $\alpha$  [21,26-29].

## Conclusão

Considerando o comportamento fisiológico, por meio dos resultados obtidos advindos da manutenção dos níveis glicêmicos e leve alteração lactacidêmica, a sessão de TCP avaliada é uma sessão aeróbica de moderada intensidade, com baixa condição inflamatória e baixo dano muscular. Dessa forma, essa sessão de TCP pode ser considerada uma possível sessão de treinamento para indivíduos sedentários, em processos de reabilitação física, ou mesmo como abordagem de recuperação ativa de atletas pós-esforço físico extenuante. Embora a literatura seja limitada em estudos com métodos e movimentos semelhantes ao TCP, são necessários mais estudos sob os efeitos fisiológicos promovidos pelo método em outras sessões, demonstrando assim seus benefícios na prevenção de doenças metabólicas.

### Potencial conflito de interesse

Nenhum conflito de interesses com potencial relevante para este artigo foi reportado.

### Fontes de financiamento

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), com bolsa de estudos a pesquisadora Carla Nascimento dos Santos Rodrigues e a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

### Vinculação acadêmica

Este artigo representa parte da dissertação de Carla Nascimento dos Santos Rodrigues, orientado pela professora Dra. Ana Claudia Garcia de Oliveira Duarte na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências em Ciências Fisiológicas (PIPGCF)

### Contribuição dos autores

**Concepção e desenho da pesquisa:** Rodrigues CNS, Fabrizzi F; Duarte ACG. **Obtenção de dados:** Rodrigues CNS; Furino VO; Marine DA; Lima MA. **Análise e interpretação dos dados:** Rodrigues CNS; Alves JM, Fabrizzi F; Duarte ACGO. **Análise estatística:** Rodrigues CNS, Marine DA. **Obtenção de financiamento:** não. **Redação do manuscrito:** Rodrigues CNS, Alves JM. **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Rodrigues CNS; Furino VO; Marine DA; Lima MA, Alves JM, Fabrizzi F, Duarte ACGO.

## Referências

1. Ferrari HG. Domínios de intensidade e sobrecarga metabólica em aulas de Body Pump e Body Combat. *Fitness & Performance Journal* 2006;5(6):370-5. doi: 10.3900/fpj.5.6.370.p
2. Thompson WR. Worldwide survey of fitness trends for 2017. *ACSM's Health & Fitness Journal* 2016;20:(6)8-17. doi: 10.1249/fit.0000000000000252
3. Duarte ACGO. Por que método treinamento corretivo postural (TCP)<sup>®</sup> Pressupostos teóricos e princípios práticos básicos. In: V Colóquio de pesquisa qualitativa em motricidade humana: motricidade, educação e experiência -CPQMH/II Congresso Internacional de Educação Física Esporte e Lazer-CIE-FEL/VI Shoto Workshop [online]; 2012 out 4-6; São Carlos. São Carlos: Motricidade; 2012. p.141-57. [cited 2021 May 20] Available from: <http://motricidades.org/conference/index.php/cpqmh/5cpqmh/paper/view/2144>
4. Brum P, Forjaz C, Tinucci T, Negrão C. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Rev Paul Educ Fis* 2004;(18):21-31.
5. Lehninger A, Nelson D, Cox M. *Princípios de Bioquímica*. Barcelona: Omega; 2013.
6. Lieber R, Shah S, Fridén J. Cytoskeletal disruption after eccentric contraction-induced muscle injury. *Clin Orthop Relat Res* 2002;(403S):90-9. doi: 10.1097/00003086-200210001-00011
7. Petersen A, Pedersen B. The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol* 2005;98(4):1154-62. doi: 10.1152/jappphysiol.00164.2004
8. Silva F, Macedo D. Exercício físico, processo inflamatório e adaptação: uma visão geral. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2011;13(4). doi: 10.5007/1980-0037.2011v13n4p320
9. Carey AL, Steinberg GR, Macaulay SL, Thomas WG, Holmes AG, Ramm G, Kemp BE. Interleukin-6 increases insulin-stimulated glucose disposal in humans and glucose uptake and fatty acid oxidation in vitro via AMP-activated protein kinase. *Diabetes* 2006;55(10):2688-97. doi: 10.2337/db05-1404
10. Hargreaves M, Spriet LL. Skeletal muscle energy metabolism during exercise. *Nature Metabolism*. Springer Science and Business Media 2020;2(9):817-28. doi: 10.1038/s42255-020-0251-4
11. Pádua M, Pádua T, Pauli J, Souza C, Silva A, Ropelle E, et al. Exercício físico reduz a hiperglicemia de jejum em camundongos diabéticos através da ativação da AMPK. *Rev Bras Med Esporte* 2009;15(3):179-84. doi: 10.1590/s1517-86922009000300003
12. Irigoyen M, De Angelis K, Schaan B, Fiorino P, Michelini L. Exercício físico no diabetes melito associado à hipertensão arterial sistêmica associado à hipertensão arterial sistêmica. *Rev Bras Hipertens* 2003;10:109-16.
13. Barrile S, Coneglian C, Gimenes C, Conti M, Arca E, Rosa Junior G, et al. Efeito agudo do exercício aeróbio na glicemia em diabéticos 2 sob medicação. *Rev Bras Med Esporte* 2015;21(5):360-3. doi: 10.1590/1517-869220152105117818
14. Lima M. Respostas cardiorrespiratórias frente ao método Treinamento Corretivo Postural. 2018 [Dissertação]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. [cited 2019 October 15]. Available from: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/10777/DISSERTA%C3%87%C3%83O-%20LI-MA%2c%20M.A..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
15. Sandoval AE. *Medicina do esporte: princípios e prática*. Porto Alegre: ArtMed; 2005.
16. Westgard JO, Barry PL, Hunt MR, Groth T. A multi-rule Shewhart chart for quality control in clinical

chemistry. Clin Chem 1981;27(3):493-501.

17. Sacher R, McPherson R. Widman: Interpretação clínica dos exames laboratoriais. 11ª ed. São Paulo: Manole; 2002.

18. Sayers S, Clarkson P. Short-term immobilization after eccentric exercise. Part II: Creatine Kinase and Myoglobin. Med Sci Sports Exerc 2003;35(5):762-8. doi: 10.1249/01.mss.0000064933.43824.ed

19. Koch AJ, Pereira R, Machado M. The creatine kinase response to resistance exercise. J Musculoskelet Interact 2014;14(1):68-77.

20. Chapman D, Newton M, Sacco P, Nosaka K. Greater muscle damage induced by fast versus slow velocity eccentric exercise. Int J Sports Med 2006;27(8):591-8. doi: 10.1055/s-2005-865920

21. Petersen A, Pedersen B. The anti-inflammatory effect of exercise. J Appl Physiol 2005;98(4):1154-62. doi: 10.1152/jappphysiol.00164.2004

22. Pedersen B, Febbraio M. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. Nat Rev Endocrinol 2012;8(8):457-465. doi: 10.1038/nrendo.2012.49

23. Reihmane D, Jurka A, Tretjakovs P, Dela F. Increase in IL-6, TNF- $\alpha$ , and MMP-9, but not sICAM-1, concentrations depend on exercise duration. Eur J Appl Physiol 2012;113(4):851-8. doi: 10.1007/s00421-012-2491-9

24. Rosa Neto J, Lira F, Mello M, Santos R. Importance of exercise immunology in health promotion. Amino Acids 2010;41(5):1165-72. doi: 10.1007/s00726-010-0786-x

25. Febbraio M, Steensberg A, Keller C, Starkie R, Nielsen H, Krstrup P, et al. Glucose ingestion attenuates interleukin-6 release from contracting skeletal muscle in humans. J Physiol 2003;549(2):607-12. doi: 10.1113/jphysiol.2003.042374

26. Nieman D, Henson D, Smith L, Utter A, Vinci D, Davis J, et al. Cytokine changes after a marathon race. J Appl Physiol 2001;91:109-14. doi: 10.1152/jappphysiol.2001.91.1.109 .

27. Neves PRS, Tenório TRS, Muniz M, Valle Neto LM, Botero JP, Oyama LM, et al. Efeitos de diferentes intensidades de exercício sobre a concentração sérica de interleucinas. Rev Bras Educ Fís Esp 2014;28(4):45-52. doi: 10.1590/1807-55092014000400545

28. Magalhães DM, Rocha NP, Vaz LC, Faria MAS, Nunes-Silva A, Rocha NP, et al. Changes in inflammatory molecules following moderate intensity continuous and high intensity intermittent acute exercises in young healthy men. Annals of Research in Sport and Physical Activity. Coimbra University Press; 2018;(ex2018):160-1. doi: 10.14195/2182-7087\_ex2018\_54

29. Brown M, McClean CM, Davison GW, Brown JCW, Murphy MH. The acute effects of walking exercise intensity on systemic cytokines and oxidative stress. Eur J Appl Physiol 2018;118(10):2111-20. doi: 10.1007/s00421-018-3930-z