

**CINÉTICA DA CREATINA QUINASE EM DIFERENTES PROTOCOLOS DE TREINAMENTO: ESTUDO CLÍNICO**

Rafaela Zanin Ferreira<sup>1</sup>, Anderson Ranieri Massahud<sup>1</sup>, Luciana Souza Chavasco<sup>2</sup>  
 Marco Antônio Ferreira Baldim<sup>1</sup>, Filipe Gabriel Ferreira<sup>1</sup>, Adriano Prado Simão<sup>3</sup>

**RESUMO**

**Objetivo:** Analisar a cinética da concentração plasmática de CK em coletas seriadas de sangue pré e pós aplicação de um protocolo de treinamento resistido com ênfase nas diferentes ações musculares: concêntrica, excêntrica e isométrica. **Materiais e métodos:** Trata-se de um estudo clínico com 10 indivíduos do sexo masculino, idade entre 18 a 25 anos. Todos executaram os três protocolos de treinamento, para determinação da intensidade foi realizado o Teste de 1 RM. Durante os procedimentos foram coletadas amostras sanguíneas 30 minutos antes e imediatamente após a execução do protocolo. **Resultados:** Os resultados não mostraram significância estatística entre os tipos de contrações musculares. Obteve-se valores de CK total concêntrico basal de  $769,2 \pm 1406,9$  e pós treino de  $981,2 \pm 1659,9$ ; excêntrico basal de  $398,5 \pm 306,2$  e pós treino de  $533,4 \pm 344,0$ ; isométrico basal de  $3477,5 \pm 3440,8$  e pós treino  $3668,7 \pm 3592,0$ . Já a CK-MB os valores de concêntrica basal foi de  $25,9 \pm 14,31$  e pós treino de  $25,4 \pm 13,05$ ; excêntrica basal  $17,1 \pm 8,96$  e pós treino  $20,5 \pm 9,72$ ; isométrico basal  $43 \pm 27,49$  e pós treino  $47 \pm 30,15$ . **Conclusão:** Não existe diferença significativa entre os tipos de contração muscular na cinética da CK. Porém, ressalta-se que, mesmo não ocorrendo aumento estatístico nas concentrações plasmáticas de CK e CK-MB, há uma tendência de elevação destes parâmetros em todas as ações musculares.

**Palavras-chave:** Creatina quinase. Lesão muscular. Treinamento resistido.

1-Profissional de Educação Física, Brasil.

2-Profissional de farmácia, Brasil.

3-Profissional de Fisioterapia, Brasil.

E-mail dos autores:

rafaelazf92@gmail.com

prof.anderson.massahud@unincor.edu.br

luchavasco@hotmail.com

badimnkc@hotmail.com

professor\_filipe.g.ferreira@outlook.com

adriano.simao@unifal-mg.edu.br

**ABSTRACT**

Kinetics of creatine kinase in different protocols training: clinical study

**Objective:** To analyze the kinetics of plasma creatine kinase concentration in serial blood collections before and after application of a resistance training protocol with emphasis on the different muscular actions: concentric, eccentric and isometric. **Materials and methods:** This is a clinical study in which 10 male individuals aged 18 to 25 were physically active. All of them performed the three muscular action protocols distributed in three stages: Step 1 (concentric); Step 2 (eccentric) and Step 3 (isometric). Before performing the experimental procedures, a stage of ambientization and correction of the exercises was performed, after which the Maximum Repetition Test (MR) was performed to determine the intensity of the training. During the experimental procedures blood samples (5ml) were collected 30 minutes before and (5ml) immediately after the protocol was performed. **Results:** The results did not show statistical significance ( $p < 0.05$ ) between the different types of muscular contractions. Basal concentric total CK values of  $769.2 \pm 1406.9$  and post-training of  $981.2 \pm 1659.9$  were obtained; basal eccentric of  $398.5 \pm 306.2$  and post-training of  $533.4 \pm 344.0$ ; isometric baseline of  $3477.5 \pm 3440.8$  and post-training  $3668.7 \pm 3592.0$ . Already the CK-MB values of baseline concentric was of  $25.9 \pm 14.31$  and post workout of  $25.4 \pm 13.05$ ; basal eccentric  $17.1 \pm 8.96$  and post-training  $20.5 \pm 9.72$ ; baseline isometric  $43 \pm 27.49$  and post-training  $47 \pm 30.15$ . **Conclusion:** There is no significant difference between the different types of muscle contraction in CK kinetics. However, it is important to note that, even though there is no statistical increase in plasma concentrations of CK and CK-MB, there is a tendency to increase these parameters in all muscular actions.

**Key words:** Creatine kinase. Muscle lesion. Training weathered.

**INTRODUÇÃO**

A prática de exercícios físicos está intimamente relacionada com a aquisição e manutenção de uma boa qualidade de vida e deve ser considerada uma das estratégias para contribuir positivamente na mudança de outros fatores de risco no surgimento de doenças e agravos à população.

Eles produzem vários efeitos saudáveis nos indivíduos que os praticam de maneira regular, dentre eles, benefícios envolvendo melhorias nas partes fisiológicas, psicológicas e sociais, gerando a sensação de bem-estar emocional (Zamai, 2017).

Na sociedade moderna, cada vez mais tecnológica e industrializada, exercícios físicos praticados de forma contínua são importantes recursos para manutenção do nível de atividade física recomendado, contudo, é necessário observar as práticas mais adequadas às necessidades específicas como efeito protetor do exercício físico para a saúde (Polissen, Ribeiro, 2014).

As lesões musculares esqueléticas são uma constante na vida dos indivíduos que praticam qualquer exercício físico, podendo serem mais constantes naquelas atividades onde ocorre um grande trabalho de força e um aumento da tensão muscular (Clebis, Natali, 2001).

De acordo com Pyne (1994) podemos ter duas vertentes para explicar a lesão muscular provocada pelo exercício físico, a primeira seria que o extravasamento de proteínas musculares para o plasma devesse principalmente ao estresse mecânico, ocasionado pela contração muscular.

Desta forma, o ciclo contração-relaxamento executado pelas miofibrilas, provocando contínuo alongamento e encurtamento do sarcômero, seria suficiente para mudar a estrutura da membrana celular.

A segunda sugere que esta perda de integridade se deve, acima de tudo, a um estresse metabólico, produto de um ataque de espécies reativas de oxigênio ao sarcolema, levando um estado de lesão oxidativa na membrana.

Essas micro lesões causadas, permitem o extravasamento do conteúdo intracelular, permitindo que enzimas e proteínas, como a creatina quinase (CK) apareçam no plasma e no soro sanguíneo.

A CK é uma enzima intracelular localizada em maior proporção no músculo

esquelético, no músculo cardíaco e no cérebro (Wiener, 2000).

Um das técnicas para mensurar as lesões musculares induzidas pelos exercícios é através da atividade sérica de CK. Já está evidenciado que em exercícios extenuantes ou de patologias musculares, o nível de CK eleva-se.

No soro normal a CK total é fornecida principalmente pelo músculo esquelético, pois dão informações específicas sobre o tecido lesionado por conta da sua distribuição tecidual. Níveis elevados de CK sérica em indivíduos considerados saudáveis podem estar relacionados com o seu status de treinamento físico e de recuperação, mas se estes níveis permanecerem elevados em repouso pode ser um indicativo de miopatias (Brancaccio, Maffuli, Limongelli, 2007).

Concentrações plasmáticas de creatina quinase têm sido usadas como um sinalizador e monitoramento do estado do estresse imposto à musculatura esquelética em decorrência do treinamento, contribuindo para planejamento de momentos de mudança de carga e novas estratégias no treinamento (Coelho e colaboradores, 2011).

A queda da carga energética no início da contração acelera tanto a ressíntese anaeróbia, quanto oxidativa do ATP, assim como a degradação dos nucleotídeos. A diminuição na razão ATP/ Adenosina difosfato (ADP) em atividade contrátil intensa induz à inibição do processo contrátil, instaurando a fadiga muscular. Para retardar o processo de fadiga muscular, a CK catalisa a desfosforilação da creatina fosfato para produzir adenosina trifosfato (ATP) (Morales e colaboradores, 2012).

Os exercícios extenuantes causam alterações reversíveis nas estruturas das células musculares esqueléticas, como, elevações no nível da sensibilidade quanto a permeabilidade da membrana do sarcolema e das proteínas musculares, ocorrendo a liberação das enzimas para o meio extracelular, sendo absorvido pelo sistema linfático e devolvido na circulação (Brancaccio, Maffuli, Limongelli, 2007).

Até o presente momento são encontrados poucos trabalhos evidenciados na literatura científica abordando o tema em questão. Os resultados mostram qual protocolo indicará maior lesão muscular, e assim, dando parâmetro para possíveis adaptações ao processo de hipertrofia muscular em um programa de treinamento

resistido, de acordo com as alterações e adaptações fisiológicas que um exercício físico de alta intensidade proporciona.

Tendo em vista, o presente estudo teve como objetivo principal analisar a cinética da concentração plasmática de creatina quinase em coletas seriadas pré e pós aplicação de um protocolo de treinamento resistido com ênfase nas ações concêntrica, excêntrica e isométrica.

De forma específica, marcadores celulares como CK-MB (isoenzima específica para musculatura cardíaca) foram também investigadas.

### Revisão de Literatura

As concentrações plasmáticas de CK são um importante marcador bioquímico e podem ser utilizados para detectar o dano muscular, entre eles, aqueles provocados por exercícios físicos.

Quanto mais intenso e duradouro for o treinamento e exercícios físicos impostos, maior é a quantidade de microtraumas musculares que sujeitam o aumento da permeabilidade do sarcolema permitindo o extravasamento; desta forma, são induzidas maiores concentrações desta enzima no plasma (Coelho e colaboradores, 2011).

Para Morales e colaboradores, (2012) o acompanhamento de parâmetros que viabilizem observar adaptações fisiológicas advindas do treinamento possibilita que sejam monitoradas as mudanças as quais o metabolismo é submetido, durante o exercício físico, de forma que seja possível retirar o máximo de rendimento dos praticantes e evitar situações deletérias como, por exemplo, o overtraining e, concomitantemente, as lesões musculares.

Duas questões básicas que levariam o exercício a desencadear danos às fibras seria o estresse mecânico e o estresse metabólico. Os níveis sanguíneos de creatina quinase são diferentes com relação ao tipo de treinamento em musculação (Almeida e colaboradores, 2006).

Exercícios de longa duração ou de sustentação de peso induzem a elevação das atividades enzimáticas, essa elevação é maior em indivíduos inexperientes se comparados a sujeitos treinados, devido as adaptações aos treinamentos (Branccaccio, Maffuli, Limongelli, 2007).

Segundo Ferreira (2014) um dos exames mais utilizados na medicina para

determinação das enzimas de função muscular é a bioquímica sérica da creatina fosfoquinase (CK).

A CK catalisa a fosforilação da adenosina difosfato (ADP) do fosfocreatina (PCr), tornando-o adenosina trifosfato (ATP) disponível para a contração muscular. Uma vez que o sistema PCr/CK possui alta taxa de geração de ATP, ele é particularmente importante em situações de elevada demanda metabólica, como na prática de exercícios físicos de maior intensidade, quando a taxa de utilização de ATP excede sua capacidade de geração por outras vias metabólicas. Quando o tempo de duração do exercício é mantido constante, a intensidade do exercício determina o aumento na concentração de CK.

Um protocolo de treinamento resistido pode resultar em danos localizados no tecido muscular, esse dano pode ser observado no sarcolema, na lâmina basal, bem como nos elementos contráteis e no citoesqueleto (Koch, Pereira, Machado, 2014).

O monitoramento e estudo da CK é amplamente utilizado no diagnóstico de miopatias, miocardiopatias e encefalopatias, mudanças nos níveis séricos de enzimas e isoenzimas também são observados em indivíduos normais e em atletas após exercícios extenuantes.

Os valores de CK podem variar muito entre indivíduos de acordo com sua raça, idade, condicionamento físico, gênero, massa muscular, patologias, condição climática, nível de treinamento, diferentes protocolos de treinamentos e intensidade (Branccaccio, Maffuli, Limongelli, 2007).

De acordo com Ferreira (2014) a CK é encontrada, predominantemente nas isoformas citosólicas como um dímero de subunidades, formando:

- CK-BB (encontrada no soro de pacientes com carcinoma prostático, outros carcinomas e lesão cerebral);
- CK-MB (presente em concentrações baixas no soro normal, estando elevado no infarto agudo do miocárdio);
- CK-MM (é a única isoenzima encontrada no soro normal, estando elevada nas lesões de músculo esquelético, miocárdio e cerebral), sendo esta última a predominante no músculo esquelético.

O soro normalmente contém cerca de 94- 100% de CK-MM. Portanto, os indivíduos sem nenhum tipo de patologia que demonstrem elevação do nível sérico de CK,

indicam lesão no músculo esquelético (Foschini, Prestes, Charro, 2007).

De acordo com Moraes e colaboradores (2005), é importante dar destaque que os efeitos crônicos do exercício dependem, fundamentalmente, de uma adaptação periférica, que envolve tanto um melhor controle e distribuição do fluxo sanguíneo, como adaptações específicas da musculatura esquelética.

Diversos pesquisadores têm associado à presença de alguns marcadores bioquímicos na urina e no sangue a danos no aparelho músculo tendíneo. Dentre esses marcadores bioquímicos, destaca-se a CK, enzima encontrada predominantemente nos músculos e liberada na circulação durante lesões musculares (César e colaboradores, 2008).

Assim, os níveis de CK aumentam quando ocorre a ruptura dessas células, onde essas altas concentrações permanecem elevadas 24, 48 e 72 horas após o exercício (Silva e colaboradores, 2012).

A liberação de proteínas musculares, tais como a CK é vista como uma evidência de dano muscular, pois geralmente esta enzima é incapaz de atravessar membranas celulares.

Desta maneira, considera-se que a liberação de CK, via vasos linfáticos, refletiria alterações importantes ocorridas na estrutura das membranas, tornando-as mais permeáveis a grandes moléculas tais como as proteínas (Antunes Neto e colaboradores, 2012).

Geralmente, o dano é acompanhado pela liberação de enzimas como CK, lactato desidrogenase, mioglobina, alanina aminotransferase (TGP), aspartato aminotransferase (TGO) e outras proteínas no sangue, a CK sérica tem sido proposta como um dos melhores indicadores indiretos de dano muscular devido à sua facilidade de identificação e ao custo relativamente baixo dos ensaios para quantificá-la (Koch, Pereira, Machado, 2014).

O treinamento contra resistência é uma modalidade de exercício que vem aumentando em popularidade e está entre os métodos mais estudados nas duas últimas décadas, particularmente devido ao seu papel em melhorar o desempenho atlético por meio do aumento da força muscular, potência e velocidade, hipertrofia, resistência muscular localizada (RML), performance motora, equilíbrio e coordenação. Exercícios físicos intensos, ao serem realizados até o nível de exaustão, podem proporcionar a formação de

radicais livres que estão associados ao surgimento de danos teciduais (César e colaboradores, 2008).

Segundo Rocha e colaboradores (2017) um planejamento de periodização feito de forma imprecisa pode atrapalhar os resultados pré-definidos, uma vez que diferentes métodos de treinamento levam a distintas adaptações e resultados.

Em um programa de treinamento o processo de contração muscular faz com que ocorra uma alteração do comprimento do músculo assim como modificações nas fibras musculares envolvidas.

Nessa perspectiva, a ação completa no exercício constitui duas fases, concêntrica e excêntrica (Letieri, e colaboradores, 2017). Tem-se ainda uma terceira ação muscular denominada isométrica (Basilio e colaboradores, 2017).

A função contrátil do músculo, embora seja um marcador indireto de dano muscular, representa a atividade funcional da musculatura, se mostrando como fator importante para o desempenho (Nogueira e colaboradores, 2014).

Segundo Basilio e colaboradores, (2017) quando a força interna é maior que a resistência externa, ocorrendo então a movimentação do corpo, tem-se a ação concêntrica.

Assim, a tensão gera visível encurtamento da musculatura, com uma diminuição no seu comprimento ou no ângulo de ação articular.

Além da indução de lesão no tecido muscular e incremento no ganho de força, as ações musculares concêntricas promovem maiores adaptações cardiovasculares quando comparadas com os outros tipos de ações; isso ocorre através de um maior recrutamento das unidades motoras, pelo elevado estresse cardiovascular e consumo de oxigênio (Carvalho e colaboradores, 2012).

A ação excêntrica acontece quando o músculo gera tensão com visível alongamento no seu comprimento ou aumento do ângulo articular na direção do deslocamento (Basilio e colaboradores, 2017).

Segundo Barbosa e colaboradores (2015), os benefícios característicos das ações excêntricas são adaptações no sistema musculoesquelético, hipertrofia a nível muscular, maior resistência dos ligamentos e tendões e principalmente ganho de força.

Basilio e colaboradores, (2017) definiu como ação isométrica ou estática, quando a

força interna gerada pela musculatura corresponde a resistência externa, não havendo deslocamento das partes corporais. Desta forma, o músculo gera tensão, mas não há alteração externa visível no comprimento muscular ou no ângulo da articulação envolvida.

Os exercícios isométricos são comumente usados principalmente em reabilitações pós lesões traumatológicas e com o público da terceira idade; agindo na melhora do estado geral de saúde e proporcionando aumento de força (Silva, Soares, 2016).

Deve-se tomar cuidado ao empregar este tipo de protocolo de treinamento com indivíduos portadores de alguma patologia que acomete o sistema cardiovascular, já que esta especificidade de exercício tende a aumentar a pressão arterial (Teixeira e colaboradores, 2012).

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Amostra

Participaram do estudo 10 indivíduos do sexo masculino, com idade entre 18 a 25 anos (média  $22,5 \pm 1,9$  anos de idade;  $175 \pm 0,05$  cm de estatura;  $77,02 \pm 8,6$  kg;  $25,13 \pm 2,70$  no índice de massa corporal - IMC), fisicamente ativos classificados por meio do questionário International Physical Activity Questionnaire-IPAC (Benedetti e colaboradores, 2007).

Foram considerados critérios de inclusão sujeitos com experiência prévia de pelo menos seis meses em treinamento resistido, com frequência igual ou superior a três sessões semanais.

Como critérios de exclusão foram considerados que os indivíduos não possuíssem algum tipo de patologia ou lesões osteoarticulares que os impedissem total ou parcialmente a execução dos exercícios e que faltaram em pelo menos um dos dias de intervenção.

A coleta de dados ocorreu na Academia de Ginástica Max Forma - Grupo Corpo Livre, situada na cidade de Três Corações/MG. Antes do início dos procedimentos, os indivíduos foram informados sobre todos os procedimentos e o objetivo do estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Vale do Rio Verde - UninCor,

sob o protocolo nº 2.919.899 e respeitando todas as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional da Saúde (Resolução 196/96) envolvendo pesquisas com seres humanos.

### Procedimentos

Os indivíduos passaram por três etapas. A primeira etapa consistiu na realização do protocolo de exercícios para que fossem detectadas possíveis falhas na execução de forma que não prejudicassem a realização da pesquisa e organização da dinâmica das coletas.

Na segunda etapa foram realizados os Testes uma Repetição Máxima (RM), para determinação da intensidade dos exercícios. Os testes de RM foram realizados em momentos com intervalos de sete dias entre as coletas.

A terceira etapa consistiu na realização do procedimento experimental e coleta de sangue para análise laboratorial.

- 1ª Fase: realização do protocolo concêntrico;

- 2ª Fase: Após sete dias, realização do protocolo excêntrico;

- 3ª Fase: também após sete dias, realização do protocolo isométrico.

Encerrando assim as intervenções. Os mesmos realizaram os exercícios Supino Reto com barra (1), Peitoral Voador (2), Pulley Costas (3), Remada Cavalinho pegada neutra (4), Rosca direta com barra reta (5) e Tríceps no Cross Over (6).

A execução dos exercícios foi até a falha mecânica de sua ação correspondente a uma intensidade de 80% de 1RM na ação concêntrica, 115% de 1RM na ação excêntrica e isométrica. Os exercícios foram prescritos da seguinte forma: (1) Supino reto conjugado com (2) Peitoral Voador; (3) Pulley Costas conjugado com (4) Remada Cavalinho pegada neutra; (5) Rosca direta com a barra reta e (6) Tríceps no cross com barra reta.

Os intervalos de descanso foram de três minutos entre as séries e cinco minutos entre os exercícios. No protocolo excêntrico a cadência foi de quatro segundos.

Todos os participantes contaram com auxílio de dois pesquisadores assistentes para entrega das barras e supervisão de profissionais de Educação Física na execução dos procedimentos.

**Coleta de sangue**

A coleta de sangue foi feita 30 minutos antes do início dos exercícios e imediatamente após o término de toda a sequência, de acordo com as normas sanitárias e realizada por profissional habilitado e nas condições de higiene exigidas pelos órgãos públicos responsáveis.

Para a determinação da concentração enzimática de CK no plasma foi coletada pela fossa antecubital de cada participante cerca de dez mililitros de sangue, cinco mililitros antes e cinco mililitros após o protocolo de treinamento. E a análise do mesmo feita no Laboratório de Análises clínicas Chavasco, situado na cidade de Três Corações-MG.

Após a coleta o sangue foi transferido para tubos de plástico VACUETTE de cinco mililitros contendo gel separador, sendo levados ao Laboratório Chavasco para centrifugação, realizada através da Centrífuga Coleman 90-1 a fim de separar o soro. Para determinar os níveis de CK total e CK-MB foram adotados métodos enzimáticos e os aparelhos utilizados foram da marca Beckman Coulter.

Todos os participantes foram informados sobre os procedimentos metodológicos e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) informando os possíveis riscos e utilização das informações obtidas. Além disso, o estudo respeitou os procedimentos de intervenção e preceitos éticos para a pesquisa em seres humanos passando pela análise do conselho de ética da Universidade do Vale do Rio Verde - UninCor.

**Análise Estatística**

Foi utilizado ANOVA de medidas repetidas ( $P < 0,05$ ). Quando foram encontradas diferenças significativas, comparações múltiplas com intervalo de confiança foram ajustadas pelo método de Bonferroni e foram utilizadas como post hoc.

**RESULTADOS**

Os sujeitos apresentavam características antropométricas uniformes como pode ser observado na tabela 1.

De acordo com a tabela 2 em todas as ações musculares ocorreram elevação no nível sérico de CK total e a tabela 3 houve

aumento em quase todas as ações os níveis de CK-MB.

Os resultados apresentados pelas ações musculares não demonstraram níveis significativos ( $p < 0,05$ ) em relação à condição basal e pós treino nas ações correspondentes.

**Tabela 1 - Características da amostra.**

	<b>Média</b>	<b>DP</b>
Idade (anos)	22,50	1,90
Estatura (cm)	175,00	0,05
Peso (kg)	77,02	8,60
IMC	25,13	2,70

**Tabela 2 - Análise sérica de CK total.**

<b>Teste de comparação</b>	<b>Valor de p</b>	<b>P &lt; 0,05</b>	<b>Resumo</b>
CON vs EXC	2,556	Não	ns
CON vs ISSO	4,278	Não	ns
EXC vs ISO	1,722	Não	ns

**Legenda:** (CON) contração concêntrica; (EXC) contração excêntrica; (ISO) contração isométrica; (ns) não significativa. Teste Estatístico: Anova com post-hoc Bonferroni.

**Tabela 3 - Análise sérica de CK-MB.**

<b>Teste de comparação</b>	<b>Valor de p</b>	<b>P &lt; 0,05</b>	<b>Resumo</b>
CON vs EXC	1,917	Não	ns
CON vs ISSO	2,033	Não	ns
EXC vs ISO	0,116	Não	ns

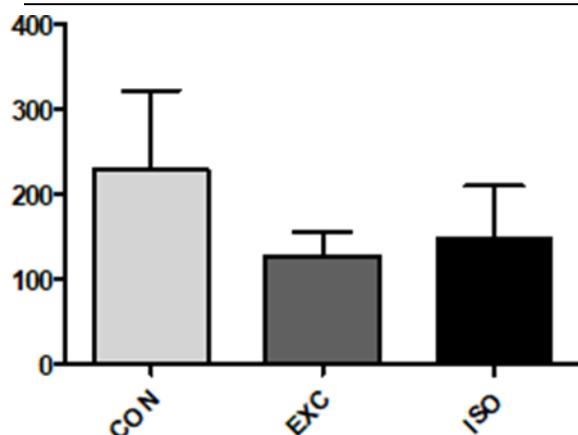
**Legenda:** (CON) contração concêntrica; (EXC) contração excêntrica; (ISO) contração isométrica; (ns) não significativa. Teste Estatístico: Anova com post-hoc Bonferroni.

**Tabela 4 - Análise sérica de CK total basal e pós treino (média e desvio padrão).**

	<b>Basal</b>	<b>Pós treino</b>
Concêntrica	769,2 ± 1406,9	981,2 ± 1659,9
Excêntrica	398,5 ± 306,2	533,4 ± 344,0
Isométrica	3477,5 ± 3440,8	3668,7 ± 3592,0

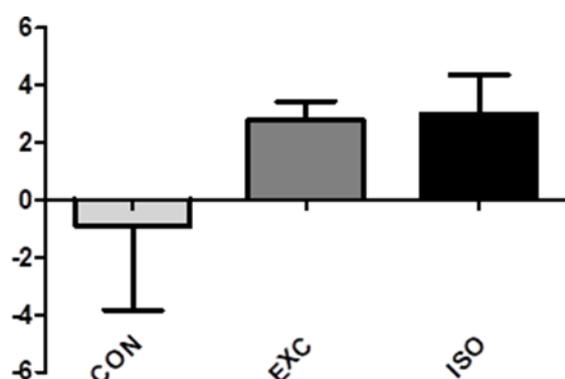
Segundo a tabela 4 os níveis de CK permaneceram elevados mesmo após sete dias de aplicação do protocolo excêntrico.

Na figura 1 e 2 podemos observar uma maior elevação na ação concêntrica da CK total e uma diminuição da CK-MB na mesma ação muscular.



**Legenda:** (CON) contração concêntrica; (EXC) contração excêntrica; (ISO) contração isométrica; (ns) não significativa. Teste Estatístico: Anova com post-hoc Bonferroni.

**Figura 1** - Análise sérica de CK.



**Legenda:** (CON) contração concêntrica; (EXC) contração excêntrica; (ISO) contração isométrica; (ns) não significativa. Teste Estatístico: Anova com post-hoc Bonferroni.

**Figura 2** - Análise sérica de CK-MB.

## DISCUSSÃO

Em nosso estudo não houve diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes tipos de contrações musculares. Porém nota-se que o maior aumento na concentração de CK foi observado no grupo que realizou o protocolo de exercícios com ação concêntrica.

Contraoando-se aos estudos de Foschini, Prestes e Charro (2007) e Antunes Neto, Almeida e Campos (2017) que indicam maiores valores de CK na ação excêntrica, pois nela há uma maior magnitude de dano muscular já que recrutam menor número de unidades motoras induzindo a um estresse mecânico elevados nas fibras.

Antunes Neto, Almeida e Campos (2017) apontam um limiar aceitável valores

médios e desvio padrão para CK entre  $336 \pm 165,08$  U/L e Antunes Neto e colaboradores (2007) valores médios próximos a 350 U/L. Caso um limiar acima do aceitável seja instaurado, os eventos de síntese podem ser desintegrados e induzir lesões significativas ao invés de micro lesões estimulativas.

Isso ficou evidenciado no protocolo de ação excêntrica, pois os valores basais médios do teste de ação isométrica, aplicado após a ação excêntrica foram  $3477,5 \pm 3440,8$  U/L indicando um estímulo muito forte e recuperação insuficiente, mesmo após sete dias de intervalo entre os protocolos. A percepção de dor muscular com alta intensidade também foi relatada após a aplicação do protocolo excêntrico, permanecendo em alguns indivíduos até o sexto dia após o teste.

Segundo Castro, Alves e Vinhas (2013), os principais causadores de dor muscular tardia são os estímulos das ações excêntricas resultantes de exercícios exaustivos e/ou com grandes intensidades.

Silva e colaboradores, (2012) relatam que os aumentos da atividade sérica de CK ocorrem a partir de 6 a 8 horas após os estímulos, podendo manter-se elevada por até 72 horas. Isso explica, em partes, a razão do nosso estudo não ter encontrado diferença significativa entre os diferentes procedimentos experimentais.

Diferente do estudo supracitado, o nosso objetivo foi verificar a concentração sérica de CK imediatamente após a execução dos exercícios. O fato dos valores de CK permanecerem elevados após sete dias de aplicação do protocolo excêntrico abre campo para uma nova pesquisa analisando o tempo de recuperação entre os estímulos, obtendo desta forma mais um parâmetro indicativo para prescrição dos treinamentos.

É válido relatar que, mesmo não ocorrendo aumento significativas nas concentrações plasmáticas de CK e CK-MB, há uma tendência de elevação destes parâmetros em todas as ações musculares.

A CK total não apresentou alterações significativas, mesmo tendo aumentado sua concentração. Provavelmente isto ocorreu devido ao dano gerado nas fibras musculares ter sido relativamente moderado para a população testada.

Qualquer estratégia que permite o monitoramento das respostas adaptativas favorece uma melhor determinação de sobrecarga aplicada e o período recuperativo.

**CONCLUSÃO**

Não houve diferenças estatisticamente significativas entre a cinética da CK nos diferentes tipos de contrações musculares nos exercícios resistidos.

Ressalta-se, porém, que, apesar dos resultados permitirem o monitoramento de lesões silenciosas, novos estudos devem ser feitos em relação às variáveis pesquisadas, tentando controlar o maior número possível de variáveis influenciadoras.

Portanto, a utilização dos mesmos marcadores bioquímicos, poderá ser importante para a delimitação de parâmetros confiáveis de estresse e adaptação.

**REFERÊNCIAS**

- 1-Almeida, E.; e colaboradores. Lesão Muscular após diferentes métodos de treinamento de musculação. *Fisioterapia em Movimento*. Vol. 19. Núm. 4. 2006.
- 2-Antunes Neto, J. M. F.; Almeida, J. P. E.; Campos, M. F. Análise de marcadores celulares e bioquímicos sanguíneos para determinação de parâmetros de monitoramento do treinamento de praticantes de musculação. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. São Paulo. Vol. 11. Núm. 70. p.778-783. 2017.
- 3-Antunes Neto, J. M. F.; e colaboradores. Biomarcadores de estresse no futebol: dosagem sanguínea dos níveis de creatina quinase. *Revista Brasileira de Futsal e Futebol*. São Paulo. Vol. 4. Núm. 12. 2012.
- 4-Antunes Neto, J. M. F.; e colaboradores. Manutenção de microlesões celulares e respostas adaptativas a longo prazo no treinamento de força. *Brazilian Journal of Biomechanics*. Rio de Janeiro. Vol. 1. Núm. 4. p. 87- 192. 2007.
- 5-Barbosa, D. A.; e colaboradores. Resposta aguda de variáveis clínicas e funcionais em exercício máximo de contração concêntrica versus excêntrica. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*. Vol. 37. Núm. 1. p. 87-95. 2015.
- 6-Basilio, P. G.; e colaboradores. Efeitos benéficos das ações excêntricas no treino resistido. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*. Vol. 16. Núm. 1. p. 38-43. 2017.
- 7-Benedetti, T. R.; e colaboradores. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 13. Núm. 1. p. 11-16. 2007.
- 8-Brancaccio, P.; Maffuli, N.; Limongelli, F. M. Creatine kinase monitoring in sport medicine. *British Medical Bulletin*. Oxford. Vol. 81. p. 209-230. 2007.
- 9-Carvalho, T. B.; e colaboradores. Treinamento de força excêntrico em idosos: revisão acerca das adaptações fisiológicas agudas e crônicas. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. Brasília. Vol. 20. Núm. 4. p.112-121. 2012.
- 10-Castro, E. C.; Alves, A. F.; Vinhas, W. Respostas bioquímicas agudas em corredores de provas de 10km. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*. Vol. 12. Núm. 6. p. 349-358. 2013.
- 11-César, E. P.; e colaboradores. Modificações agudas dos níveis séricos de creatina quinase em adultos jovens submetidos ao trabalho de flexionamento estático e de força máxima. *Revista de Desporto e Saúde*. Vol. 4. Núm. 3. 2008.
- 12-Clebis, N. L.; Natali, M. R. M. Lesões musculares provocadas por exercícios excêntricos. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. Vol. 9. Núm. 4. p. 47-53. 2001.
- 13-Coelho, D. B.; e colaboradores. Cinética da creatina quinase em jogadores de futebol profissional em uma temporada competitiva. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. Vol. 13. Núm. 3. 2011.
- 14-Ferreira, L. G. Papel do sistema da fosfocreatina na homeostase energética das musculaturas esqueléticas e cardíaca. *Revista Einstein*. Vitória. Vol. 12. Núm. 1. 2014.
- 15-Foschini, D.; Prestes, J.; Charro, M. A. Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. Vol. 9. Núm. 1. p. 101-106. 2007.
- 16-Koch, A. J.; Pereira R.; Machado M. The creatine kinase response to resistance exercise. *Journal of Musculoskeletal and*

# Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

## ISSN 1981-9900 versão eletrônica

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

[www.ibpex.com.br](http://www.ibpex.com.br) / [www.rbpfex.com.br](http://www.rbpfex.com.br)

Neuronal Interactions. Vol. 14. Núm. 1. p. 68-77. 2014.

17-Letieri, R. V.; e colaboradores. Efeito das diferentes velocidades de contração na força muscular em jovens. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício. São Paulo. Vol. 11. Núm. 65. p. 228-232. 2017.

18-Moraes, R. S.; e colaboradores. Diretriz de reabilitação cardíaca. Arquivos Brasileiros de Cardiologia. Vol. 84. Núm. 5. 2005.

19-Morales, A. P.; e colaboradores. Alterações dos níveis séricos de creatinina, ácido úrico, creatina kinase e da taxa de filtração glomerular em corredores de "rua". Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano. Vol. 15. Núm. 1. 2012.

20-Polisseni, M. L. C.; Ribeiro, L. C. Exercício físico como fator de proteção para a saúde em servidores públicos. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. Vol. 20. Núm. 5. 2014.

21-Pyne, D. B. Exercise-induced muscle damage and inflammation: a review. Journal of Science and Medicine in Sports. Vol. 26. Núm. 3. p. 49-58. 1994.

22-Rocha, L. F.; e colaboradores. Relação entre força máxima e potência muscular no treinamento resistido. Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício. Vol. 16. Núm. 1. p. 13-18. 2017.

23-Silva, D. A. S.; Soares, R. R. Benefícios da atividade física em idosos: uma revisão bibliográfica. Revista Científica Univiçosa. Viçosa. Vol. 8. Núm. 1. p.218-222. 2016.

24-Silva, D. P.; e colaboradores. Hiperckemia induzida pelo treinamento de força não sofre influência dos intervalos de repouso entre as séries. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício. São Paulo. Vol. 6. Núm. 36. p. 569-577. 2012.

25-Teixeira, B. C.; e colaboradores. Efeitos do exercício isométrico na pressão arterial de indivíduos saudáveis com idade entre 20 e 30 anos, praticante e não praticantes de atividade física regular. Revista Brasileira de Ciências da Saúde. Vol. 10. Núm. 33. p. 41-46. 2012.

26-Wiener, L. CK-NAC. 2000. Disponível em: <[\[lab.com.ar/VademecumDocumentos/Vademecum%20portugues/ck\\\_nac\\\_uv\\\_unitest\\\_aa\\\_po.pdf\]\(http://lab.com.ar/VademecumDocumentos/Vademecum%20portugues/ck\_nac\_uv\_unitest\_aa\_po.pdf\)>. Acesso em: 10/04/2018.](http://www.wiener-</a></p>
</div>
<div data-bbox=)

27-Zamai, C. A. A prática da atividade física regular e seus benefícios. Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício. Vol. 16. Núm. 1. p. 3. 2017.

Recebido para publicação 03/02/2019  
Aceito em 16/04/2019