

DANIEL MASSOTE DE MELO LEITE

**CONCENTRAÇÕES DE CREATINA QUINASE EM CRIANÇAS APÓS
EXERCÍCIO FÍSICO: uma revisão**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2011

DANIEL MASSOTE DE MELO LEITE

CONCENTRAÇÕES DE CREATINA QUINASE APÓS EXERCÍCIO FÍSICO EM CRIANÇAS: uma revisão

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Treinamento Esportivo da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Treinamento Esportivo.

Orientador: Luciano Sales Prado, PhD

Co-orientador: Prof. Ms. Adriano Lima Alves

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2011

L533c Leite, Daniel Massote de Melo
2011 Concentrações de creatina quinase após exercício em crianças: uma revisão.
[manuscrito] / Daniel Massote de Melo Leite – 2011.
27 f., enc.:il.

Orientador: Luciano Sales Prado
Co-orientador: Adriano Lima Alves

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de
Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.
Bibliografia: f. 24-27

1. Esportes – Treinamento técnico. 2. Creatina-quinase. 3. Crianças. 4.
Exercícios físicos. I. Prado, Luciano Sales. II. Alves, Adriano Lima. III. Universidade
Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia
Ocupacional. IV. Título.

CDU: 612: 796

Ficha catalográfica elaborada pela equipe de bibliotecários da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, por ter me concedido saúde, durante o período em que estive cursando a pós-graduação.

Gostaria de agradecer também ao meu pai, por ter me apoiado em todos os momentos.

E por fim, meus sinceros agradecimentos ao Prof. Luciano Sales Prado, PHD pelo apoio e orientação para o desenvolvimento desse estudo.

Agradeço também ao Prof. Ms. Adriano Lima Alves, pelo apoio e disponibilidade durante o período de análise dos artigos científicos e desenvolvimento do trabalho.

RESUMO

Cada vez mais cedo crianças têm adquirido gosto pelas práticas esportivas, e para uma boa periodização do treinamento é ideal saber o limite físico dessa criança, a creatina quinase como um bom marcador de dano muscular, e de baixo custo pode ser usado por treinadores e professores. De acordo com os estudos, as concentrações de creatina quinase são menores após o exercício físico em crianças. O objetivo desse estudo foi analisar as concentrações de creatina quinase-CK após exercício físico em crianças através de revisão de literatura.

PALAVRAS-CHAVE: Creatina Quinase-CK. Dano muscular. Treinamento esportivo.

ABSTRACT

More and more children have early acquired a taste for sports, and a good periodization of training is ideal to know the physical limit of this child, creatine kinase as a good marker of muscle damage, and low cost can be used by trainers and teachers. According to studies, the creatine kinase's concentrations after exercise are lower physical children. The aim of this study was to analyze the creatine kinase's concentrations (CK) after exercise in children through a review of the literature.

KEYWORDS: Creatina kinase-CK. Muscle damage. Sports training.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

QUADRO 1: Distribuição de isoenzimas nos tecidos.....	14
GRÁFICO 1: Concentrações de CK, após exercício em plano declinado e exercício de contrações excêntricas máximas.....	17

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	08
1.1	Objetivo.....	09
1.2	Justificativa.....	10
2	METODOLOGIA.....	11
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3.1	Treinamento esportivo.....	12
3.2	Dano muscular.....	12
3.3	Creatina quinase.....	13
3.4	Respostas das concentrações plasmáticas de CK pós exercício.....	15
3.4.1	Fatores que levam a alterações nas concentrações de CK.....	15
3.4.2	Tipo de exercício e contrações m. relacionadas com o aumento de CK.....	16
3.4.3	CK e recuperação pós-exercício.....	18
3.4.4	CK pós-exercício em adultos.....	19
4	Ck pós-exercício em crianças.....	20
5	Exercícios praticados por crianças.....	22
6	Análise e considerações da revisão de literatura.....	23
7	CONCLUSÃO.....	25
	REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais cedo crianças têm adquirido gosto pelas práticas esportivas, através da influência familiar e principalmente da mídia (DE ROSE JR, 2002).

A sobrecarga de treinamento juntamente com intervalo de recuperação inadequado, provoca microlesões musculares ou dano muscular, esse quadro pode levar a ocorrência de lesões por *overuse* (NAUGHTON *et al.*, 2000). A lesão muscular é a mais comum nas práticas esportivas, chegando a valores de 10 a 55% no total de todas as lesões esportivas (BEINER *et al.*, 2001).

Sendo assim, um importante marcador do dano muscular, a enzima creatina quinase (CK), (FOSCHINI *et al.*, 2007), com vasta distribuição no tecido contrátil flui para a linfa, via interstício e entra na corrente sanguínea (KATIRJI ; AL-JABERI ,2001, MASHIKO *et al.*,2004,SILVA *et al.*,2007).A liberação desta enzima na corrente sanguínea pode ocorrer entre 24 e 48 horas após o exercício físico (FOSCHINI *et al.*, 2007; CLARKSON; HUBAL,2002), podendo permanecer aumentada em até 7 dias após a realização de algum exercício físico (BRANCACCIO *et al.*, 2007; UCHIDA *et al.*,2009). Através de exame laboratorial de baixo custo é possível reconhecer o estado muscular após o exercício físico, devido à concentração dessa enzima **no sangue ou plasma** (BRENNER IK *et al.*, 1999).

O estudo de CK é amplamente usado pela medicina esportiva e fisiologistas do esporte de alto nível, para obtenção de informações, e através dessas informações, prescrever treinos e cargas de acordo com o estado físico que o atleta se encontra (BRANCACCIO *et al.*,2007).

Apesar das preocupações dos pesquisadores em saber os limites físicos das crianças, ainda não se tem muitos estudos em relação à intensidade dos treinamentos e o período de recuperação adequado para jovens atletas para evitar lesões musculares e conseqüentemente desinteresse pelo esporte (SILVA *et al.*,2007).

1.1 OBJETIVO

O objetivo desse estudo foi realizar uma revisão de literatura, no intuito de analisar as concentrações de CK após o exercício físico em crianças.

1.2 JUSTIFICATIVA

Verificar se crianças tem menor ou maior concentração de CK após o exercício físico comparados com adultos; E esclarecer os motivos pelos quais essas concentrações foram menores ou maiores em crianças para um melhor planejamento do treinamento.

2 METODOLOGIA

A busca de dados foi realizada através dos indexadores *PUBMED* e *GOOGLE ACADÊMICO*, nos idiomas, inglês e português, descritos da seguinte forma: *Ck in children, creatina kinase after exercise in children, ck post exercise in children, ck após exercício físico em crianças.*

Foram utilizados artigos experimentais e artigos de revisão de literatura, com a data limite de busca de 30 anos, nas décadas de 1980 até 2011.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Treinamento esportivo

Vários autores conceituam de diferentes formas o treinamento esportivo. Martin (1977), apud Weineck (2003), apresenta uma definição bem geral de treinamento, como sendo um processo que favorece alterações positivas de um estado físico, motor, cognitivo, afetivo.

Para Matwejew (1972), treinamento esportivo tem por definição, preparação física, treinamento técnico-tático e intelectual, psíquico e moral do atleta.

Além dos fatores endógenos, como constituição física e idade, a melhoria no desempenho esportivo hoje se deve principalmente ao desenvolvimento do treinamento esportivo em várias áreas, como a medicina esportiva, nutrição, biomecânica, fisiologia, psicologia do esporte e fisioterapia. Além de evolução nos equipamentos esportivos e suplementos (COSTA; SAMULSKI, 2005).

Entre 1975 e 1980 houve um aumento na carga de treinamento, mudando o sistema de treinamento para um melhor rendimento do atleta (COSTA ; SAMULSKI 2005). Com essa mudança no treinamento, surgem novos estudos para melhorar a periodização do treinamento a fim de aprimorar, e diminuir os desgastes dos atletas (BYRNE; ESTON, 2002; COSTA; SAMULSKI, 2005). Devido a essa mudança, marcadores fisiológicos e bioquímicos, como a creatina quinase, entre outros têm sido usados para o controle do treinamento e ganho de resultados rápidos (BYRNE; ESTON, 2002).

3.2 Dano muscular

Ruptura das fibras musculares pode ser um indicativo de dano muscular causado pela intolerância ao exercício físico e também pela grande demanda fisiológica que alguma atividade física pode requerer (LIEBER RL ; FRIDEN J,1999).

O dano muscular pode ser uma adaptação ao treinamento, ou o início de uma lesão muscular. Para ocorrer adaptação ao dano muscular, o treinamento deve ser adequado, com períodos de descanso e treinamentos leves (SMITH, 2000).

Na prática esportiva, os exercícios de contração excêntrica são os que mais provocam dano ao tecido muscular e causam dor, devido ao menor recrutamento de unidades motoras o que leva a um maior estresse das fibras musculares (TRICOLI, 2001). Além de dano nas membranas, e nos componentes celulares, como o sarcolema, os túbulos transversos (túbulos T), e as miofibrilas, com rupturas ou alargamento da linha Z (FOSCHINI *et al.*, 2007; TRICOLI, 2001). Após o exercício físico de características excêntricas, os grupos musculares podem apresentar dor, sensibilidade ao toque, incapacidade parcial de gerar força, e amplitude de movimento reduzida (CLARKSON ; HUBAL,2002).

Geralmente após o exercício físico extenuante, o aumento do dano muscular e da dor aumenta progressivamente sua intensidade, entre 24 a 72 horas depois do exercício, ocorrendo elevação da CK, durante esse período, porém esse aumento pode variar muito entre os sujeitos. Ocorrendo depois um declínio da dor, desaparecendo completamente 5 a 7 dias depois da prática do exercício físico (CLARKSON ; HUBAL, 2002;TRICOLI,2001).

O surgimento de proteínas intramusculares tem sido relacionados com o dano muscular ao nível do sarcolema, devido a essas proteínas não serem capazes de atravessar a barreira da membrana sarcoplasmática.

Sendo assim, A CK é considerada o melhor marcador de destruição do tecido muscular, devido a sua grande quantidade presente no músculo esquelético (TRICOLI, 2001)

3.3 Creatina quinase

A Creatina Quinase-CK é uma proteína dimérica globular composta de duas sub-unidades (muscular e cerebral) com massa molecular de 43 kDa cada. Ela interfere nas concentrações de ATP e ADP por catalisar a reação reversível de mudança de um fosfato de alta energia entre a fosfocreatina e ADP durante as contrações (BRANCACCIO *et al.*, 2007).

A ck tem um papel fundamental no transporte de energia nas células musculares (KATIRJI ; AL –JABERI, 2001).

Segundo Brancaccio *et al.*,(2007),e Katirji ; Al-jaberi (2001), existem cinco isoenzimas principais nos tecidos humanos, que fornecem informações sobre o tecido lesionado, três no citoplasma: CK-MM (músculo esquelético e músculo cardíaco); CK-MB (músculo cardíaco); CK-BB (encontrada no cérebro). E duas isoenzimas (sarcoméricas e não sarcoméricas) na mitocôndria, conhecidas como macro-CK, devido ao seu grande peso molecular. Em outros órgãos como os pulmões e o intestino, são encontradas pequenas porções de ck.

QUADRO 1
Distribuição de Isoenzimas nos tecidos

TECIDO	CK-MM %	CK-MB %	CK-BB%
Músculo Esquelético	98.9	1.0	0.1
Cérebro	0.0	2.7	97.3
Coração	78.7	20.0	1.3

Fonte: Adaptado de (KATIRJI ; AL-JABERI ,2001)

A CK-MB é elevada em caso de infarto agudo do miocárdio, a CK-BB no caso de lesão cerebral (BRANCACCIO *et al.*,2007). A CK-MM é elevada no caso de dano muscular, por ser a principal isoenzima presente no músculo esquelético, com aproximadamente (97 a 99%) da fração total. Caracterizando a CK total.

A CK-MM está ligada a estrutura miofibrilar na LINHA-M, localizada no sarcômero. Essa estrutura é muito complexa, contendo cerca de 28 proteínas diferentes (BRANCACCIO *et al.*, 2007).

Durante às 6 primeiras semanas da vida fetal a CK-MB é sintetizada, mais por volta da 12 semana de vida embrionária, a CK-MM é predominante. A CK-MB e CK-

BB estão amplamente relacionadas a patologias (ANDRIOLO *et al.*, 2008; PANTEGHINI *et al.*, 2006; BRANCACCIO *et al.*, 2008; KATIRJI ; AL-JABERI, 2001).

3.4 Respostas das concentrações plasmáticas de CK pós exercício:

3.4.1 Fatores que levam a alterações nas concentrações de CK

Variações nos níveis de CK podem ocorrer devido às condições do treinamento, intensidade e duração do exercício (ECHEGARAY M; RIVERA MA ,2001), além de gênero, idade, etnia e temperatura do ambiente, poderem alterar essas concentrações (BRANCACCIO *et al.*,2007).

Mulheres brancas apresentam menor valor de CK antes e depois do exercício físico em relação aos homens e mulheres negras, as causas podem ser devido à ação do hormônio estrógeno que protege a membrana, e evita o extravasamento da enzima CK, além de mulheres possuírem menor massa muscular (BRANCACCIO *et al.*, 2007). Também se acredita que indivíduos treinados por um longo período adquirem proteção contra o dano muscular, devido à adaptação das miofibrilas ao exercício físico (MASHIKO *et al.*, 2004). Indivíduos negros possuem maiores concentrações de CK em relação a indivíduos caucasianos, devido à maior massa muscular magra (WONG *et al.*, 1983, KATIRJI ; AL-JABERI,2001).Em homens negros os níveis de CK podem dobrar, em relação a mulheres negras (WONG *et al.*,1983, KATIRJI ; AL-JABERI,2001).

Em relação ao ambiente e temperatura, exercícios em ambientes mais frios elevam as concentrações de CK em comparação a exercícios em ambientes quentes (BRANCACCIO *et al.*, 2007).

Outro fator relacionado às concentrações de CK é a idade do indivíduo. Jovens adultos saudáveis têm maiores concentrações de CK, que vão diminuindo com o passar dos anos até a vida geriátrica, o que pode ser devido à queda nos níveis hormonais e vida menos ativa (TIETZ *et al.*,1992).

Em atletas e indivíduos fisicamente ativos, níveis séricos de CK, em concentrações basais, são sempre mais elevados, do que em não atletas e pessoas inativas, independente do sexo e idade, devido aos atletas estarem sempre treinando e não terem uma recuperação completa (NIKOLAIDIS *et al.*, 2003). Apesar de que, se atletas e pessoas sedentárias saudáveis, realizarem a mesma atividade física, os níveis séricos de CK, são menores em atletas após o exercício, do que em sedentários, devido à adaptação dos atletas ao treinamento (BRANCACCIO *et al.*, 2007).

3.4.2 Tipo de exercício e contrações musculares relacionadas com o aumento de CK

Um fator importante relacionado com a prática esportiva e aumento da CK-MM é o tipo de contrações musculares durante o exercício.

Exercícios com contrações excêntricas causam maior dano muscular e elevações nos níveis de CK, do que exercícios de contrações concêntricas, esse tipo de exercício, causam estiramento nos sarcômeros, levando ao seu rompimento, provocando dano na membrana celular ocorrendo uma liberação descontrolada de cálcio no sarcoplasma, o que culmina mudanças de alongamento ótimo, dor muscular tardia e inchaço (PROSKE ; ALLEN, 2005). A concentração de CK, pode permanecer aumentada de 2 a 7 dias após realização de exercício com característica de contração excêntrica (BRANCACCIO *et al.*, 2007; UCHIDA *et al.*, 2009).

Todas as ações musculares, concêntrica, excêntrica e isométrica, causam dano ao tecido muscular, a contração excêntrica causa um dano maior, mesmo sendo a mesma carga de trabalho, devido ao menor recrutamento de unidades motoras, o que leva a um estresse mecânico maior nas fibras musculares (CLARKSON ; HUBAL, 2002, FOSCHINI *et al.*, 2007).

Apesar das contrações excêntricas causarem um maior aumento de CK, estudos vem sendo realizados, relacionando as contrações excêntricas com as concêntricas, que são predominantes na prática do exercício físico.

Segundo, Byrne *et al.*, (1985) e Clarkson *et al.*, (1992) *apud*, Clarkson ; Hubal (2002), dois tipos de exercício, corrida em plano declinado (downhill) e exercício com contrações excêntricas máximas de força (flexão de cotovelo), podem obter

diferentes respostas de CK, após o exercício. A realização de contrações concêntricas, após vários dias de realização de contrações excêntricas podem elevar as concentrações de CK no sangue sem indicar algum dano muscular, devido à depuração da CK no sangue causado pelas contrações concêntricas.

Após a atividade de contração excêntrica, a prática de um exercício leve, pode diminuir as concentrações de CK, devido à maior filtração do sangue.

Os resultados do estudo apontaram aumento de CK após 12 à 24 horas depois, cerca de 100 a 600 U/L, após exercício em plano declinado (downhill), enquanto o exercício excêntrico de força (flexores de cotovelo), começou a apresentar o aumento apenas 48 horas após o exercício, com pico alto de atividade, entre 2.000-10.000 U/L, cerca de 4 a 6 dias pós exercício.

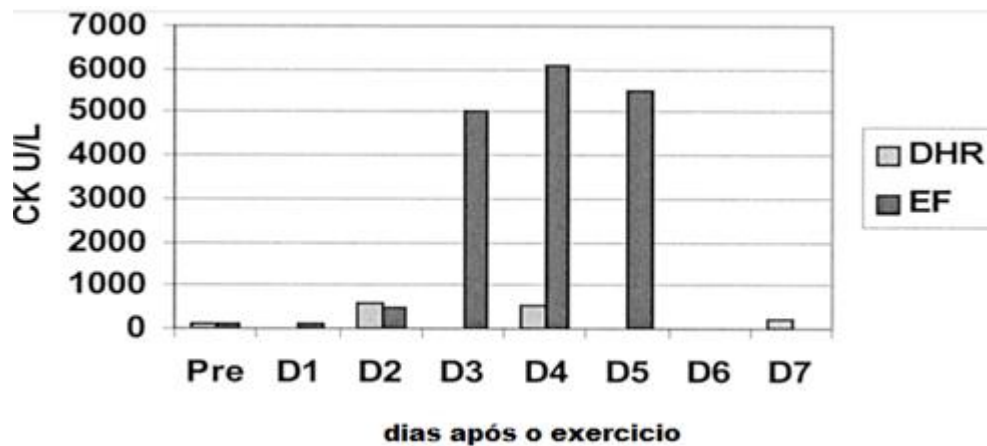


GRÁFICO 1- Concentrações de CK, após exercício em plano declinado e exercício de contrações excêntricas máximas.

Fonte: Clarkson; Hubal, (2002).

Exercícios físicos de sobrecarga leve e moderada, não alteram a permeabilidade da membrana no tecido muscular, não ocorrendo grandes liberações de CK no sistema linfático, caindo na corrente sanguínea (THORSTEN *et al.*, 2000, BRANCACCIO *et al.*, 2007).

Modalidades esportivas, como corrida de 400 metros e ciclismo, não provocam mínima ou nenhuma elevação de CK, isso é devido à duração da atividade de 400 metros, que apesar de ser intensa, é de curta duração, já o ciclismo, não é um exercício de impacto, poupando mais a musculatura contra choques (NOAKES TD, 1987; KATIRJI; AL-JABERI, 2001). Diferentemente de outras atividades, exercícios prolongados e extenuantes elevam os níveis séricos de CK-MM pós exercício, devido ao maior desgaste das células do músculo esquelético ao nível do sarcolêma e disco Z proporcionado pela alta intensidade da atividade física de longa duração.

Outros estudos com exercícios extenuantes, Nuviala *et al.*, (1992), encontrou altos níveis séricos de CK nas atividades enzimáticas, após exercício competitivo em maratona e triatlo, que segundo o autor, o aumento foi devido ao grande tempo de prova e a grande demanda fisiológica que essas atividades precisam para ser realizadas.

Exercícios com pesos também estão relacionados com aumento da CK, eles tendem a provocar as maiores elevações de CK, devido ao grande desgaste mecânico que ele provoca, devido as suas características de contrações excêntrico-concêntricas, principalmente na fase excêntrica da contração, no qual menos unidades motoras são recrutadas exigindo um maior esforço dessas unidades, provocando esse aumento (NOAKES TD,1987,BRANCACCIO *et al.*, 2007, THORSTEN *et al.* ,2000,KATIRJI ; AL-JABERI,2001).

Além da presença de CK-MM em exercícios extenuantes, também se encontra frações de CK-MB, nesse tipo de exercício, com cerca de 8 a 18% da ck total, sem relação com problemas isquêmicos. A CK-MB pode ter sido proveniente nesse caso de exercício intenso, das fibras musculares em regeneração que são semelhantes aos mioblastos fetais que expressam maiores quantidades de CK-MB na fase fetal (THORSTEN *et al.*,2000; KATIRJI ; AL-JABERI ,2001).

3.4.3 CK e recuperação pós-exercício

Intervalos menores nas sessões entre os treinamentos provocam alterações prévias ao treinamento, podendo ser outro fator que altere as concentrações de [CK] (MUJIKKA *et al.*, 2004). Em um estudo realizado por Suzuki *et al.*, (2004), avaliaram-se 15 atletas de rúgbi , após uma partida de 80 minutos, com 10 minutos de intervalo. Depois os atletas eram submetidos a diferentes protocolos, um grupo não realizavam nem uma atividade durante 48 após o jogo, e outro grupo de jogadores realizavam atividades leves de recuperação na piscina durante uma hora, após o jogo. As amostras de CK foram coletadas 24 horas antes do jogo e 48 horas depois. Os resultados encontrados foram altos antes do jogo nos dois grupos, 390 U/L e aumentos significativos pós-jogo, 482 U/L, 24 horas depois, ocorreu um aumento ainda mais expressivo 680 U/L , depois a CK, retornou aos valores pré-jogo. Os

resultados apontam uma recuperação incompleta pós jogo, necessitando assim de 48 horas de recuperação sem exercício.

Sendo assim, Suzuki *et al.*, (2004), sugere que o período de recuperação deve ser proporcional a intensidade do jogo e treinamento para evitar queda no desempenho físico e lesões musculares.

Em outro estudo, através de revisão de literatura, Mujika *et al.*,(2004), analisou estudos envolvendo, recuperação e CK entre 1982 a 2002, estes estudos evidenciaram que as concentrações de CK, caíram após intervalo de recuperação maior e redução na intensidade do treinamento, indicando também, que a recuperação completa, melhorou o desempenho físico (SILVA *et al.*,2007).

Todos os autores evidenciaram em seus estudos, melhora no desempenho após uma recuperação completa.

3.4.4 CK pós-exercício em adultos

Homens adultos saudáveis apresentam valores de referencia para a enzima CK, em torno de 55 a 170 U/L. Já as mulheres adultas saudáveis, apresentam valores em torno de 30 a 135 U/L (SCHRAMA YC *et al.*,1998).

Revisando a literatura, estudos realizados com adultos com a presença de exercício físico, foram investigados 25 atletas de diferentes posições no jogo de Rúgby durante 20 dias, treinando em uma frequência diária de 6 horas, o aumento de CK foi significativo no período pós-treinamento $1540,0 \pm 1051$ U/L em relação ao período pré-treinamento $248,0 \pm 280$ U/L, indicando que o treinamento extenuante aplicado aos atletas, causou fadiga, além do contato físico característico da modalidade, causaram dano muscular, aumentando os níveis de CK no sangue, além disso, a perda de eletrólitos devido à transpiração e alterações na função imunológica pode ter contribuído para esse aumento (MASHIKO *et al.*, 2004).

Analisando outro estudo, agora realizado por Mougios (2007), investigaram-se intervalos de referência de CK sérica em 483 atletas do sexo masculino e 245 atletas do sexo feminino e, 115 não atletas do sexo masculino e 122 não atletas do sexo feminino, com idades entre 7 a 44 anos, praticando diversas modalidades em períodos de treinamento e competição, durante um período de 10 anos.

Os intervalos de referência encontrados dos atletas foram 82-1083 U / L no sexo masculino e 47-513 U / L em mulheres atletas, em comparação com a literatura os valores para indivíduos inativos foram, 171 U / L para o sexo masculino e 145 U / L para o sexo feminino (SCHUMANN G;KLAUKE R.,2003), No estudo, o valor de referencia foi 6 vezes maior para homens e 3 vezes maior para mulheres. Quando os intervalos de referência foram calculados especificamente em jogadores de futebol masculino e nadadores, uma tripla diferença no limite superior de referência foi encontrada 1492 vs 523 U / L, respectivamente, o que pode ser explicado, pela grande quantidade de contrações excêntricas que ocorrem nos treinamentos e jogos de futebol, além de condições adversas de ambiente e maior tempo de jogo, gerando uma demanda fisiológica muito grande, gerando um maior desgaste muscular.Ao contrário do futebol, a competição e o treinamento da natação envolvem menores contrações excêntricas, causando menor dano muscular, além de ser praticado em um ambiente fechado e previsível, com menor duração. A conclusão do estudo foi que o estabelecimento específico de intervalos de referência em atletas irá definir uma avaliação mais precisa da carga de treinamento e estado de treinamento, além de proteger a saúde do atleta e melhorar o seu desempenho.

4 Ck pós-exercício em crianças

Crianças saudáveis, principalmente em meninos a CK é mais elevada em relação aos adultos saudáveis, sem a presença de exercício físico (WONG *et al.*, 1983; KATIRJI ; AL-JABERI, 2001).

Apesar da maioria dos estudos serem realizados em pessoas adultas com presença de exercício físico, alguns estudos têm sido realizados com crianças para verificar se são menos suscetíveis ao dano muscular por exercício físico do que os adultos.

Soares, *et al.*,(1996), verificaram um aumento significativo nas concentrações de CK séricas após três dias da realização do exercício de força nos adultos, $1,190,1 \pm 1, 522.7U/L$ e níveis mais baixos em crianças, $55.5 \pm 41.2U/L$. Para o mesmo autor, além de rigidez muscular, os adultos apresentaram também força reduzida e sinais de *overuse*. Esses sintomas foram clássicos de ocorrência da dano

muscular. O mesmo estudo revela que, as crianças apresentaram boa recuperação, e que, crianças suportam melhor o stress físico causado pelo exercício do que os adultos.

No mesmo estudo, Soares *et. al*, (1996) supõe, que a baixa concentração de CK em crianças em relação aos adultos em um mesmo protocolo de exercício, deveu-se a menor massa muscular que crianças apresentam e também as fibras musculares mais resistentes. Segundo o autor, as fibras musculares das crianças suportam melhor a carga de exercício, devido ao ciclo de vida mais novo que as fibras têm em relação ao ciclo de vida das fibras de um adulto, que por estarem perto do fim, devido a idade, apresentam mais facilidades de serem danificadas com o exercício.

Kazcor (2005), também relacionou em seu estudo uma menor concentração de CK, devido à menor massa muscular em crianças. Ele verificou os efeitos da idade sobre a atividade enzimática do metabolismo anaeróbico, comparando crianças com adultos, o autor encontrou concentrações de CK, 28% a menos em crianças do que em adultos.

Estudos pesquisando sinais de *overuse* em crianças, pós-exercício, Duarte JA *et. al*,(1999), analisaram meninos de 13 anos de idade, após dois exercícios de protocolos diferentes, e com características de contrações excêntricas e concêntricas, o grupo de contrações excêntricas, tiveram mais sinais de *overuse*, do que o grupo de contrações concêntricas. A recuperação completa foi alcançada entre 72 e 96 horas após o exercício, segundo o estudo, as concentrações de CK das crianças não mostraram aumento, como em adultos. O autor chega à conclusão, que as crianças recuperaram mais rápido do que adultos e que as concentrações excêntricas não tiveram grande efeito de dano muscular nas crianças. E que sinais de *overuse*, não foram vistos após o exercício físico.

Estudos mais recentes, realizados com adolescentes e crianças (9-17 anos), autores Silva *et. al*,(2007), investigaram respostas agudas pós-exercício dos níveis de lactato sanguíneo e CK. Assim, os valores prévios encontrados de CK para as faixas etárias de 9-11, 12-14 e 15-17 anos, foram $116,8 \pm 53,0$; $189,8 \pm 56,5$ e $234,1 \pm 158,9$ U/L, respectivamente, inferiores aos valores obtidos pós-exercício. As crianças entre 9 e 11 anos apresentaram valores inferiores em relação a idades superiores do estudo, tanto nos valores pré exercício, como pós exercício $166,3 \pm 69,2$ U/L, demonstrando um aumento da CK em função da idade.

O autor relata no estudo que as crianças eram bem condicionadas devido ao treinamento crônico, o que pode ter contribuído para diminuição da CK pós-exercício. Também, segundo Katirji ; Al- Jaber (2001) o treinamento exerce efeito sob as concentrações de CK devido ao mecanismo de adaptação, como eliminação do sangue ou ligado a células musculares, assim reduções dessa enzima são observadas após a adaptação ao treinamento crônico.

Crianças apresentam maior disposição de fibras tipo I, devido a menor taxa sendo assim, as crianças são mais resistentes a fadiga, e conseqüentemente ao treinamento intenso (NAUGHTON *et al.*,2000), podendo ser um fator que diminua as concentrações de CK no sangue.

5 Exercícios praticados por crianças

Nos estudos realizados com crianças, os autores utilizaram modalidades esportivas com vários tipos de contrações musculares, principalmente exercícios de contrações excêntricas, que são freqüentemente praticados por crianças na fase escolar ou em escolinhas de treinamento esportivo para análise da CK e do dano muscular.

Os exercícios como tênis, natação, futebol e exercícios de força foram analisados com crianças nos estudos e apresentaram grande quantidade de contrações excêntricas durante a sua prática e estão ligados a grande demanda fisiológica e estresse mecânico que causam grande dano muscular e aumento de CK, dando maior credibilidade aos estudos de SOARES *et al.*,(1996); DUARTE JÁ (1999) ;SILVA *et al.*,(2007).

6 Análise e considerações da revisão de literatura

A causa exata do aumento e diminuição de CK após o exercício físico em crianças ainda é desconhecida.

As possíveis causas fisiológicas para o aumento das concentrações pós-exercício, segundo NOAKES ED (1987), KATIRJI ; AL-JABERI (2001), são:

- Hipóxia tecidual;
- Acúmulo de radicais livres.

Além desses fatores fisiológicos, o aumento elevado sérico de CK após o exercício em crianças, pode estar relacionado não apenas com o treinamento crônico que mantém elevada a ck mais também, com traumas musculares, injeções intramusculares, medicação ou pode estar relacionada, com miopatia não diagnosticada e com falso diagnóstico.

Vários estudos estão relacionados com doenças musculares e exercício em crianças (PEREZ,M *et al.*, 2007, OMORI *et al.*, 2010), sendo necessários maiores estudos sobre o caso (NOAKES ED 1987; BRANCACCIO *et al.*,2007).

O que se pode relatar até o momento com base na literatura, que crianças saudáveis, têm menores concentrações de creatina quinase após o exercício físico em relação a pessoas adultas, e conseqüentemente um dano muscular menor por causa da maturação biológica dependente, que tem forte influência sobre a capacidade enzimática. Podendo-se supor que crianças suportariam melhor a cargas de treinamento de maior intensidade.

Nenhum dos estudos analisados em crianças foi totalmente esclarecedor dos motivos principais da diminuição de CK após o exercício físico em crianças.

Fisiologicamente, além da maturação biológica, as hipóteses para a diminuição da CK, em crianças, são:

- Crianças possuem menor massa muscular e menor conteúdo protéico em relação a pessoas adultas;
- Crianças têm maior composição de fibras I, que são fibras resistentes ao exercício intenso e crônico, devido a sua grande vascularização sanguínea,

diminuindo assim a deteriorização do músculo pós exercício, evitando um maior extravasamento da enzima ck no plasma ;

- Crianças têm boa capacidade adaptativa ao treinamento crônico; Outro fator que pode diminuir a CK;

Em relação à recuperação pós exercício, os estudos demonstram que as crianças têm uma recuperação mais rápida em comparação com adultos, elas apresentaram menos rigidez muscular e menor sensibilidade a dor.

O período de recuperação da criança deve ser proporcional a carga de treinamento imposta e de tempo de jogo, para evitar queda no desempenho e lesões por *overuse*.

Contudo, as concentrações de CK têm uma grande variabilidade individual, podendo ser uma das suas maiores limitações. As respostas podem variar muito entre os indivíduos, cerca de 236 a 25.244 UL/Litro entre os sujeitos, alguns indivíduos podem se recuperar mais rápido do dano muscular e estarem mais aptas novamente a uma carga de treinamento maior (CLARKSON ; HUBAL,2002).

O estudo da Ck antes e depois do exercício em crianças pode ser de grande valia para médicos, professores e treinadores.

Cabe ao profissional uma análise adequada de cada criança, respeitando sempre o limite físico dessa criança para obter uma melhor otimização do treinamento.

7 CONCLUSÃO

Analisando a literatura estudada, os estudos são em menor quantidade, sobre as concentrações de creatina quinase em crianças e treinamento ideal para evitar lesões em crianças.

Sendo assim, com base na revisão de literatura, crianças têm baixas concentrações de creatina quinase após o exercício físico, devido a sua maturação biológica e diversos fatores fisiológicos envolvidos que alteram essas concentrações.

Contudo, são necessários mais estudos em crianças saudáveis de diferentes idades e protocolos diferentes de exercício, para se ter maiores esclarecimentos sobre as concentrações de creatina quinase.

REFERÊNCIAS

ANDRIOLO, A.; COTRIM, F.L.S. Infarto agudo do miocárdio. In: ANDRIOLO, A. Guias de medicina ambulatorial e hospitalar UNIFESP/ Escola Paulista de Medicina. **Medicina Laboratorial**. 2.ed. São Paulo: Manole, p. 57-60, 2008

BRENNER IK, et. al., Impact of three different types of exercise on components of the inflammatory response. **Eur J Appl Physiol.**;v.80:p.452-60, 1999

BEINER JM; JOKL P. Muscle contusion injuries: current treatment options. **J Am Acad Orthop Surg**. v. 9, p.227-237,2001

BYRNE, C.; ESTON, R. The effect of exercise-induced muscle damage on isometric and dynamic knee extensor strength and vertical jump performance. **Journal of Sports Sciences**. v.20, p.417-425, 2002.

BRANCACCIO, P.et. al., Creatine Kinase monitoring in sport medicine. **British Medical Bulletin Advance**. p.1-22, 2007.

CLARKSON, P.M.; HUBAL, M.J. Exercise-induced muscle damage in humans. **American journal of physical medicine e rehabilitation**. v.81, n.11 (Suppl). p.S52-269, 2002

COSTA,L.O.P., SAMULSKI, D.M. Overtraining em atletas de alto nível: uma revisão literária. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**, v.13,n.2,p.123-134, 2005.

DUARTE JA, et. al., APPELL HJ.Exercise-induced signs of muscle overuse in children. **Int J Sports Med**. Feb;20(2):103-8, 1999

DE ROSE JR, Dante. A criança, o jovem e a competição esportiva: considerações gerais. In: DE ROSE JR, Dante (organizador). Esporte e atividade

física na infância e na adolescência: uma abordagem multidisciplinar. Porto Alegre: **Artmed**, 2002.

ECHEGARAY, M., RIVERA, M. A. Role of creatine kinase isoenzymes on muscular and cardiorespiratory endurance. Genetic and molecular evidence. **Sports Med**: 31(13):919-34, 2001

FOSCHINI, D.et. al., Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**. v.9, n.1, p. 101-106, 2007.

JOSE M.C. et. al., Children Are Less Susceptible to Exercise-Induced Muscle Damage Than Adults: A Preliminary Investigation. **Pediatric Exercise Science**.,8, 361-367,1996

LIEBER, R.L. AND FRIDEN, J. Mechanisms of muscle injury after eccentric contraction. *Journal of Science and Medicine in Sport* **2**, 253-265, 1999.

MATWEJEW, L.P.: Moderne Verfahren zum Aufbau Von Makrozyklen des Trainings. *Theorie und Praxis der Körper-kultur* v.21,p.446-457, 1972

MASHIKO T et al.,K. Position related analysis of the appearance of and relationship between post-match physical and mental fatigue in university rugby football players. **Br J Sports Med**.;v.38 p.617-21, 2004

MUJIKA I, et. al.,Physiological changes associated with the pre-event taper in athletes. **Sports Med**. V.34:p.891-927,2004

MOUGIOS, V. Reference intervals for serum creatine Kinase in athletes. **British Journal of Sports Medicine**, V. 41, p. 674-678, 2007.

NOAKES TD, effects of exercise on serum enzyme activities in humans, **sports med** v.4 :p.245-247,1987

NUVIALA RJ, et. al., Serum enzymes activities at rest and after a marathon race. **J Sports Med Phys Fitness**, v.32, p.180–186,1992

NAUGHTON et. al. Physiology issues surrounding the performance of adolescent athletes. **Sports Med**.30:309-25, 2000

NIKOLAIDIS MG, et. al., Hematologic and biochemical profile of juvenile and adult athletes of both sexes: implications for clinical evaluation. **Int J Sports Med**,24:506–11, 2003

OMORI et, al, Responsiveness to exercise training in juvenile dermatomyositis: a twin case study. **BMC Musculoskeletal Disorders**, 11-270, 2010

PROSKE, U; ALLEN, T.J. Damage to skeletal muscle from eccentric exercise. **Excercise Sport Science Review**. v.33, n.2. 2005.

PANTEGHINI, M et al. textbook of clinical chemistry and molecular diagnostics. St. Louis, Elsevier Saunders,p.597-643.2006

PÉREZ M et. al.. Exercise capacity in a child with McArdle disease. **J Child Neurol**,22(7):880-2, 2007

SCHRAMA YC et. al., Efficacy and muscle safety of fluvastatin in cyclosporine-treated cardiac and renal transplant recipients: an exercise provocation test. **Transplation**, 66: 1175-81, 1998

SMITH L.L. Cytokine hypothesis of overtraining: a physiological adaptation to excessive stress. **Medicine and science in sports and exercise**,V,32. p. 317-331. 2000.

SILVA ET. AL., Respostas agudas pós-exercício dos níveis de lactato sanguíneo e creatinofosfoquinase de atletas adolescentes*. **Rev Bras Med Esporte**;13, :6 ,2007.

SUZUKI M, et.al, Effect of incorporating low intensity exercise into the recovery period after a rugby match. **Br J Sports Med**;38:436-40, 2004

SCHUMANN G, KLAUKE R. New IFCC reference procedures for the determination of catalytic activity concentrations of five enzymes in serum: preliminary upper reference limits obtained in hospitalized subjects. **Clin Chim Acta** 2003;327:69–79.

TIETZ NW, et al.,Laboratory values in fit aging individuals- sexagenarians though centenarians. **Clin Chem**, 38, 1167–1185,1992

THORSTEN H, et al.,Isoenzyme-specific interaction of muscle-type creatine kinase with the sarcomeric M-line is mediated by NH₂-terminal lysine charge-clamps. **J Cell Biol**, 149, 1225–1234,2000

TRICOLI V. Mecanismos envolvidos na etiologia da dor muscular tardia. **Revista brasileira Ciências do movimento**. v.9, n.2, p.39-44, 2001.

UCHIDA, MC et al., Effect of bench press exercise intensity on muscle soreness and inflammatory mediators, *Journal of Sports Sciences*,27:5,499- 507, 2009

KATIRJI B, AL-JABERI MM. Creatine kinase revisited. **J Clin Neuromuscular Disease**.;2:158-63, 2001

KAZCOR JJ, et al., Anaerobic and aerobic enzymeactivities in human skeletal muscle from children and adults. **Pediatric Research**.;57:331-5, 2005

WONG ET, ET AL. Heterogeneity of serum creatine kinase activity among racial and gender groups of the population. **Am J Clin Pathol**, 79, 582–586, 1983

WEINECK.J. Treinamento Ideal: instruções técnicas sobre o desempenho fisiológico, incluindo considerações específicas de treinamento infantil e juvenil. 9º ed. São Paulo: **Manole** , 2003.