UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTES DE RIBEIRÃO PRETO

MAICON CHIGACHIRAGUTI SANTI

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA SOBRE MARCADORES DE
LESÃO MUSCULAR E DESEMPENHO FÍSICO EM ATLETAS DE VOLEIBOL**

Ribeirão Preto

2018

MAICON CHIGACHIRAGUTI SANTI

Efeito da suplementação de creatina sobre marcadores de lesão muscular e desempenho físico em atletas de voleibol.

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esportes de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciência

Área de Concentração: Atividade Física e Esportes

Orientadora: Profa. Dra. Ellen Cristini de Freitas

Ribeirão Preto

2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Escola de Educação Física e Esportes de Ribeirão Preto

Universidade de São Paulo

Santi, Maicon Chigachiaraguti

Efeito da suplementação de creatina sobre marcadores de lesão muscular e desempenho físico em atletas de voleibol. Ribeirão Preto, 2018.

65p. : il. ; 30 cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Escola de Educação Física e Esportes de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Atividade Física e Esporte

. Orientadora: Freitas, Ellen Cristini de

1.Creatina 2.Voleibol 3.Lesão muscular 4.Salto 5.Suplementação

SANTI, Maicon Chigachiaraguti

TITULO: Efeito da suplementação de creatina sobre marcadores de lesão muscular e desempenho físico e atletas de voleibol.

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esportes de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. Ellen Cristina de Freitas Instituição EEFERP-USP

Julgamento Aprovado Assinatura Emmanuel

Prof. Dr. Márcia Varella Morandi Franco Instituição UNAERP (PMRP)

Julgamento Aprovado Assinatura Manuel

Prof. Dr. Hugo Tourinho Filho Instituição EEFERP-USP

Julgamento Aprovado Assinatura Oryfeth

Prof. Dr. Rafael Deminice Instituição UEL

Julgamento _____ Assinatura _____

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a minha mãe Marta, que sempre me evidenciou a importância da busca pelo conhecimento, e não mediu esforços para que tal fato ocorresse. Dedico também Nossa Senhora, mãe celestial que me iluminou não só na caminhada do mestrado, mas no caminhar da vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me permitir vivenciar tantas aventuras neste plano, entre elas a aventura que é realizar um mestrado em uma das melhores universidades do país.

Agradeço também a minha orientadora Ellen Cristini de Freitas, que acreditou no meu potencial e me concedeu a oportunidade de realizar este trabalho como seu orientando.

Agradeço a minha amiga/irmã Letícia Marques, que sempre me preencheu de luz e carinho em tantos momentos de minha vida.

Agradeço a minha amiga/irmã Nádia Garcia, que tantas vezes me socorreu em momentos de dúvida, medo e me ajudou a organizar as minhas próprias idéias. Ato que nem eu mesmo consigo em alguns momentos.

Agradeço a Nil Agostinho, amigo /irmão que me mostrou em tantas vezes que o tamanho do nosso coração pode ser imitado.

Agradeço ao Vagner Lima, amigo/irmão que me ensinou muitas vezes que sonhar é preciso e precioso.

Agradeço ao Bryan Martinez, uma das pessoas mais solícitas que tive o prazer de ser companheiro de laboratório, sem falar em seu coração maravilhoso.

Agradeço a Sarah Terrazas, pela paciência, calma e pelos auxílios que nem eram de sua obrigação.

Minha sincera gratidão a todos vocês.

“Cada pessoa é aquilo que crê, fala do que gosta, retém o que procura, ensina o que aprende;
tem o que dá e vale o que faz.”

Chico Xavier

Autor: SANTI, Maicon Chigachiaraguti

Titulo: Efeito da suplementação de creatina sobre marcadores de lesão muscular e desempenho físico em atletas de voleibol.

Resumo

Entre os efeitos ergogênicos levantados pela literatura da creatina estão, aumento de massa muscular, capacidade antioxidante, efeito de tamponamento e redução da lesão muscular ocasionada por exercícios físicos. Visto que a suplementação de creatina pode atenuar danos induzidos pelo exercício físico e influenciar diretamente o sistema ATP-CP, predominante da modalidade de voleibol, o presente estudo propôs o uso da suplementação de creatina associada ao carboidrato durante sete dias, concomitante à realização de um protocolo de indução de dano muscular a fim de investigar a capacidade de manter a integridade da célula muscular por meio de marcadores de lesão muscular e avaliar sua influência no teste de desempenho físico. Foi realizado um estudo duplo cego, randomizado com 14 atletas de voleibol, no qual foi suplementado creatina ou placebo por um período de 7 dias (fase de carga) e 4 dias (fase de manutenção). Antes e após as fases de suplementação os atletas foram submetidos ao teste de desempenho físico e a coleta de sangue para avaliar concentrações de creatina quinase, creatina plasmática e lactato desidrogenase. Após a realização do protocolo de suplementação de creatina foi observado um aumento na concentração total de creatina plasmática, peso corporal e menor percepção de dor no grupo suplementado com creatina. Não foi encontrada diferença no desempenho de salto, potência relativa e marcadores bioquímicos de lesão muscular de ambos os grupos. Quanto a ingestão alimentar, foi observado um aumento no consumo de proteínas e gorduras. Concluiu-se que a suplementação de creatina associada ao carboidrato foi capaz de atenuar a percepção de dor em atletas de voleibol após protocolo de indução de lesão.

Palavras-chave: Creatina, voleibol, lesão muscular, salto, suplementação.

Author: SANTI, Maicon Chigachiaraguti

Title: Effect of creatine supplementation on muscle injury markers and physical performance in volleyball players.

Abstract

Among the ergogenic effects raised by the literature of creatine are, increased muscle mass, antioxidant capacity, buffering effect and reduction of muscle injury caused by physical exercise. Since creatine supplementation may attenuate exercise-induced damage and directly influence the predominant volleyball ATP-CP system, the present study proposed the use of carbohydrate-associated creatine supplementation for seven days, concomitant with the performance of one muscle damage induction protocol to investigate the ability of creatine to maintain muscle cell integrity through muscle injury markers and to assess their influence on the physical performance test. A double-blind, randomized study with 14 volleyball athletes was performed with the supplementation of creatine or placebo for a period of 7 days (loading phase) and 4 days (maintenance phase). Before and after the supplementation phases, athletes underwent physical performance test and blood collection to evaluate concentrations of creatine kinase, plasma creatine and lactate dehydrogenase. After the creatine supplementation protocol an increase in plasma creatine total concentration, body weight and lower perception of pain in the creatine group was observed. No difference was found in the jump performance test, relative power and biochemical markers of muscle injury in both groups. Regarding food intake, there was observed an increase in protein and fat intake. In conclusion, carbohydrate-associated creatine supplementation was able to attenuate the perception of pain in volleyball athletes after injury induction protocol.

Keywords: Creatine, volleyball, muscle injury, jump, supplementation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Quantificação da carga de treino.....	
31	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Desenho experimental.....	
24	
Figura 2. Concentração de Creatina plasmática antes e após suplementação com creatina ou placebo.....	
29	
Figura 3. Desempenho em saltos antes e após protocolo de lesão associado à suplementação de creatina ou placebo.....	
30	
Figura 4. Dor muscular após protocolo de lesão associado à suplementação de creatina ou placebo.....	
32	
Figura 5. Concentração plasmática de CK e LDH antes e após protocolo de lesão associado à suplementação de creatina ou placebo.....	
33	
Figura 6. Peso corporal antes e após suplementação com creatina ou placebo.....	
34	
Figura 7. Ingestão energética e de macronutrientes, antes e após a suplementação de Creatina ou Placebo.....	
34	

Sumário

1.INTRODUÇÃO	12
2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Creatina	13
2.2 Creatina e Exercício Físico	15
2.3 Lesão muscular	19
3.OBJETIVO	22
3.1 Objetivo geral	22
3.2 Objetivos específicos	22
4. MÉTODOLOGIA	22
4.1 Indivíduos	22
4.1.1 Critérios de inclusão	23
4.1.2 Critérios de exclusão	23
4.2 Delineamento experimental	23
4.3 Protocolo de suplementação	25
4.4 Quantificação da carga de treino	25
4.5 Antropometria	25
4.6 Registro Alimentar	25
4.7 Teste de salto vertical	26
4.8 Dor muscular	26
4.9 Protocolo de indução de lesão	27
4.10 Coleta de material biológico	27
4.11 Marcadores de lesão muscular	27
4.12 Análise da creatina plasmática	28
4.13 Planejamento estatístico	28
5. RESULTADOS	29

6. DISCUSSÃO	36
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
9. ANEXOS E APÊNDICES	54
9.1 Anexo 1 – Parecer consubstanciado	54
9.2 Apêndice 1 – Termo de consentimento livre e esclarecido	56
9.3 Apêndice 2 – Diário de treino	59
9.4 Apêndice 3 – Registro alimentar	61
9.5 Apêndice 4 – Escala visual da percepção de dor	65

1. INTRODUÇÃO

Entre a grande variedade de suplementos destaca-se a creatina (Cr), substância que ultrapassou os milhões em lucros nos Estados Unidos em um ano. O sucesso da Cr também foi comprovado já em 1999 por seu consumo mundial ter se aproximado 2,7 milhões de quilos neste ano (AMERICAN COLLEGE IN SPORT AND EXERCISE, 2000). Atribui-se em grande parte o sucesso do consumo de creatina a sua capacidade de promover o aumento dos estoques de Cr e creatina fosfato (CP) intramuscular, que consequentemente otimizam o aporte energético do sistema ATP-CP (DORRELL; GEE; MIDDLETON 2017). Entre os efeitos ergogênicos levantados pela literatura do suplemento em questão estão, aumento de massa muscular, capacidade antioxidante, efeito de tamponamento e redução da lesão muscular ocasionada por exercícios físicos. (KREIDER et al. 2017; COOKE et al 2009).

A prática de exercícios de alta intensidade ocasiona modificações no meio celular. Segundo Brancaccio et al. (2007) o exercício físico quando praticado em alta intensidade ou próximo à exaustão, irá ocasionar a lesão muscular que por sua vez acarretará no atleta aumento do consumo de energia, manifestação do processo inflamatório, modificação negativa no padrão de movimento, diminuição da força (EBBELING; CLARKSON 1989), (SILVA; MACEDO 2011) e liberação de enzimas musculares no plasma. Algumas dessas enzimas musculares conhecidas como creatina quinase (CK), lactato desidrogenase (LDH) e aspartato aminotransferase (AST) são consideradas marcadores bioquímicos indiretos de lesão muscular. (BROWN; CHILD; DONNELLY, 1997). Outro marcador indireto de lesão muscular é a dor muscular de início tardio, que encontra-se também, diretamente relacionada ao processo inflamatório pós exercício físico. (TRICOLI, 2001).

É comum atletas de voleibol apresentarem dano muscular devido à realização de um grande número de saltos por partida ou em treinamentos, pois após a realização dos saltos é necessária a realização de contrações excêntricas afim de desacelerar o centro de gravidade ao retornar ao chão (LIMA et al, 2014). De acordo com Clarkson e Hubal (2002), as contrações excêntricas são as principais causadoras de dano muscular, podendo afetar negativamente o desempenho durante o exercício. (EBBELING; CLARKSON, 1989). Diante destas informações, fica evidente a importância em atenuar a lesão muscular em atletas causada por diferentes mecanismos.

Visto que a suplementação de creatina pode atenuar danos induzidos pelo exercício físico intenso (COOKE et al. 2009; SANTOS et al. 2004) e influenciar diretamente o sistema

ATP-CP, justamente o predominante da modalidade de voleibol (VITASSALO; RUSKO; PAJALA, 1987; CONLEE et al. 1982). Acredita-se que a suplementação de Cr possa reduzir o nível de lesão muscular e melhorar o desempenho de salto em atletas de voleibol.

Portanto, o presente estudo propôs o uso da suplementação de creatina durante sete dias, associada à realização de um protocolo de indução de dano muscular, para investigar a capacidade de manter a integridade da célula muscular por meio de alguns marcadores indiretos de lesão muscular, bem como sua influência no teste de desempenho físico.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Creatina

A creatina (Cr) foi descoberta em 1832 pelo cientista francês Michel Eugene Chevreul, que retirou- a da carne e deu-lhe esse nome. Alguns anos após, mais precisamente em 1897, Justus Von Liebig confirmou que a Cr era um constituinte regular da carne animal (MELVIN et al., 2000).

No início século XX, as pesquisas evoluíram e foi descoberto que nem toda a Cr consumida por fontes exógenas era expelida na urina e que parte da mesma era aproveitada pelo organismo. Além disso, ela também é sintetizada pelos rins, fígado e pâncreas por meio dos aminoácidos arginina, glicina e metionina (WYSS; DAOUK, 2000; MENDES; TIRAPGUI, 2002; ANDRES et al. 2016). Estudo feito por Lukaszuk et al. (2002) mostrou que pessoas que retiraram produtos cárneos de sua alimentação, apresentaram uma baixa significativa desta substância no organismo, confirmando que a Cr também é obtida por fontes exógenas.

Inicialmente nos rins, o aminoácido glicina é condensado ao grupo guanidino da cadeia lateral da molécula de arginina, catalisada pela enzima transaminadase, dando origem a ornitina e guanidinoacetato. Após esse processo, no fígado, há a ligação do grupo S-adenosilmetionina da cadeia lateral metionina ao guanadinoacetato, produzindo, adenosilhomocisteína e a creatina. Consumida pela via oral, a Cr é absorvida aparentemente de forma intacta no lúmen intestinal, apesar da presença das conhecidas secreções gastrointestinais bastante ácidas durante a digestão. Posteriormente, a mesma será transportada para a corrente sanguínea, e será carregada para alguns tecidos como o cérebro, testículos e retina, porém, a maior porção será direcionada para a musculatura esquelética mais de 90%. (CLARK 1996)

(PALAVECINO, 2002). Aproximadamente 1,6 % do pool diária de creatina é degradado em creatinina no músculo esquelético, através de uma conversão espontânea, após essa conversão, a creatinina chega a corrente sanguínea por meio da difusão simples e sofre a filtração glomerular nos rins onde será excretada através da urina. A excreção renal diária de creatinina varia de acordo com a massa muscular total do indivíduo. Tem sido relatado também que os níveis de creatinina aumentam levemente em resposta ao exercício intenso. (KINUGASA, 2004 ,BALSOM *et al.*, 1995) A Cr pode ser encontrada na forma molecular monoidratada, micronizada, alcalina, etil ester e fosfato, mas também é encontrada em diversas outras formas, tais como: líquida, pó, gel, cápsula, goma de mascar, barra ou comprimido (WILLIAMS; KREIDER; BRANCH, 1999; ANDRES *et al.* 2016).

A quantidade de Cr no organismo do indivíduo, é altamente dependente da alimentação e/ou suplementação (IPSIROGLU *et al.*, 2001). No corpo humano, a creatina (Cr) se encontra fundamentalmente no músculo esquelético (mais de 90%), sendo que 65% estão na forma de creatina fosfato (CP) e 35% na forma de Cr livre.(KREIDER *et al.*, 2017)

As concentrações de Cr e CP também estão diretamente relacionadas ao tipo de fibra muscular. As fibras de contrações rápidas apresentam uma quantidade de Cr estocada significantivamente maior do que as fibras de contração lenta (ROSSOUW; KRUGER; ROSSOUW, 2000).

Para um indivíduo saudável são necessários 2g de Cr por dia para manter um nível de normalidade nas concentrações tanto de Cr quanto de CP. Essa necessidade diária pode ser suprida por meio da síntese endógena e/ou por fontes exógenas (APPLE; ROGERS, 1986; BROSNAN; BROSNAN, 2016). No entanto, essa quantidade pode variar em atletas, cuja taxa de degradação proteica é maior, podendo representar uma necessidade diária de até 10g (KREIDER *et al.* 2017). Importante salientar que vegetarianos, portanto, podem não atingir as necessidades diárias de Cr por fontes exógenas. (WILLIAMS; KREIDER; BRANCH, 1999).

Em um estudo realizado por Santos *et al.* (2004), observaram que após a suplementação com Cr de 20g por dia, divididas em 4 doses, durante um período de 14 dias, em atletas de alto nível, houve um aumento da disponibilidade e concentração no músculo esquelético, ocasionando uma melhora da ressíntese de ATP, tais resultados foram observados por meio da diminuição da fadiga muscular durante os exercícios de alta intensidade e curta duração, garantindo uma melhor recuperação. Em outros estudos feitos por Harris, Soderlund e Hultman (1992), em que foram suplementados com uma quantidade de creatina de 20 a 30g

por dia, por no mínimo 2 dias. Também foi observado que a suplementação de Cr foi eficiente em aumentar a disponibilidade e a concentração de CP muscular. A quebra da CP ocasiona a separação da Cr do grupo fosfato liberando uma grande quantidade de energia, que será utilizada para a ressíntese do ATP (através do ADP e do fosfato inorgânico). Ou seja, na mesma velocidade que ATP é quebrado ele é ressintetizado pela grande demanda energética proveniente da quebra da CP (HOUSTON, 2001).

2.2 Creatina e exercício físico

Desde que os estudos de Harris, Surdelund e Hultman (1992), comprovaram que a suplementação de Cr aumenta a sua disponibilidade e concentração de CP no músculo esquelético, este suplemento tornou-se uma importante ferramenta no meio esportivo. Nos anos 80 e 90, a suplementação de Cr se afirmou como recurso ergogênico efetivo no meio desportivo mundial, e também por praticantes de atividades físicas recreativas que visam o aumento da massa muscular (MESA et al. 2002).

Doses elevadas de creatina pós-esforço intenso, auxiliam na reposição dos estoques de ATP e CP no músculo esquelético, recuperando rapidamente a capacidade contrátil muscular, permitindo desta forma que os indivíduos realizem esforços intensos novamente (GUALANO, 2009). O mecanismo pelo qual a suplementação com Cr, exerce seus efeitos ergogênicos, consiste em um aumento do conteúdo muscular de Cr e CP, resultando no aumento da velocidade de ressíntese de ATP, diminuição da fadiga muscular e uma melhora da recuperação durante exercícios intermitentes de alta intensidade (SANTOS et al., 2004).

Mesa et al. (2002) realizaram um estudo mostrando a importância do fracionamento da creatina durante o período de saturação. A Cr foi administrada em dose única de 20g, bem como em doses fracionadas em quatro (4) vezes/dia. Foi constatado que quando fizeram uso de única dose (20g/dia) a perda de Cr foi de até 46% na urina. No entanto, quando ocorreu o fracionamento da dose (4 vezes/dia), em diferentes períodos do dia, ocorreu uma perda significativamente menor quando comparada a dose única administrada. Diante disso, concluíram que suplementação de Cr, na fase de saturação, deve ser fracionada ao longo do dia.

De fato, há na literatura muitas evidências de que a Cr promova ganhos indiretos significativos de força e potência muscular, bem como aumento da massa magra e da síntese de proteínas contráteis (KREIDER et al 2017; CAMARA; DIAS, 2009)

No estudo de Hunger et al. (2009), realizaram a suplementação de Cr durante 8 semanas. Sendo que, nos primeiros 5 dias ofertaram um carregamento de 20g de Cr fracionadas em 4 doses diárias. Em seguida, foi suplementado 5g por dia (fase de manutenção). Após um período de três semanas de suplementação, os indivíduos iniciaram a realização de um treinamento de força que consistiu em 3 sessões semanais com duração de 50 minutos cada sessão. No período final do estudo, observaram que a Cr promoveu modificações significativas na composição corporal e nos níveis de força máxima. Os resultados quanto ao aumento da massa corporal foi atribuído a capacidade da Cr em alterar a osmolaridade celular, resultando em retenção hídrica. A Cr apresenta grande capacidade osmorreguladora, consequentemente, o aumento do estoque intramuscular da mesma acarreta no influxo de água para dentro da célula. Portanto, a elevação do peso corporal pode estar relacionada à retenção hídrica e também por sua capacidade de reduzir o volume urinário (WILLIAMS, KREIDER E BRANCH, 2000). Outra hipótese é que a Cr pode auxiliar no aumento do número de células-satélites e na concentração de mionúcleos nas fibras musculares, resultando no crescimento da fibra muscular em resposta ao treinamento de força (OLSEN et al.,2006). O mecanismo que os autores atribuem o efeito do aumento da força máxima é o do aumento dos estoques de creatina e creatina fosfato, que possibilita uma melhora nas sessões de treinamento e recuperação dos indivíduos.

Um outro estudo que corrobora parcialmente com os resultados mencionados acima Medeiros et al. (2010), realizaram um estudo com população de mulheres, durante seis dias em que foram suplementadas com 20g de creatina monohidratada e 20g de maltodextrina, respectivamente. Foram submetidas a um teste que avaliou a contração isométrica voluntária máxima de extensão do joelho antes e após a suplementação, com captação simultânea dos valores *root mean square* (RMS) do eletromiógrafo (EMG) obtido do músculo vasto lateral. Os resultados demonstraram que a suplementação com creatina foi apta a aumentar a força de contração isométrica voluntária máxima das participantes. Outro estudo realizado em que foi observado o efeito ergogênico da Cr foi o de Oliver et al (2013), analisaram o efeito da suplementação de Cr sobre a concentração de lactato em homens jovens. Os indivíduos foram submetidos a um teste incremental cíclico, pré e pós-suplementação com 20g de creatina divididos em 4 doses ao dia, acrescidas de 15g de glicose. Observaram que a suplementação

de creatina reduziu a produção de lactato durante o teste incremental. Os resultados quanto a redução da produção de lactato possivelmente tenha ocorrido por uma menor dependência do esforço da glicólise anaeróbica e do sistema tampão da desfosforilação de adenina.

Brose, Parise e Tarnopolsky (2003), constataram que após 14 semanas de suplementação de Cr em uma quantidade de 5g por dia, associada a 2g de dextrose, junto ao exercício resistido em idosos com uma carga de 80% de 1RM, realizado 3 vezes por semana, foi o suficiente para que esse público apresentasse um aumento significativo na capacidade de realização de tarefas funcionais como, levantar, sentar em uma cadeira, tempo de caminhada, subir e descer escadas, além do aumento da força e massa muscular total. Outro estudo que corrobora, em parte, com esses resultados é o de Bermon et al. (1998), no qual homens e mulheres idosos foram suplementados com 20g diárias de Cr, durante 5 dias e após isso, foram suplementados por mais 5 semanas com 3g diárias de Cr. Concomitante a suplementação, os mesmos realizaram um treinamento de força, 3 dias por semana com uma carga de 80% de 1RM durante 8 semanas. Os pesquisadores não encontraram aumento na massa corporal magra e total, mas observaram que o grupo suplementado aumentou a força muscular em todos os testes realizados de força máxima.

Smith et al. (2010), avaliaram a capacidade aeróbica de homens jovens após a suplementação de 18g de um conjunto de substâncias dentre as quais estava a Cr, cafeína e aminoácidos. Os participantes realizaram um protocolo de treinamento *HIIT (High-intensity interval training)*, cada sessão de treinamento consistiu em cinco series de 2 minutos de corrida, com um minuto de descanso entre cada serie, durante 3 semanas, 3 vezes por semana. Os resultados do treinamento e suplementação foram avaliados através de um teste de VO_2 máx, no qual foi encontrada uma melhora da velocidade crítica no grupo que realizou o treinamento físico associado a suplementação.

Loon et. al. (2003), realizaram um estudo com homens jovens sedentários, que foram suplementados com 20g de Cr durante 5 dias e logo após esse período houve o período de manutenção durante 6 semanas com o consumo de apenas 2g por dia. Os testes realizados para avaliar as possíveis melhoras foram VO_2 máx, *Hit test* And *test* e análise da composição corporal. Foi observado que somente a suplementação de Cr não foi capaz de melhorar a captação de oxigênio pelo músculo ou por todo o corpo, além de também não melhorar a utilização de substratos para exercícios aeróbicos.

Além de estudo citados anteriormente com a população humana, há também estudos feitos com animais com uso da suplementação da Cr, como o Demenice e Jordão (2012) em

que avaliaram o efeito da suplementação de creatina sobre os marcadores de estresse oxidativo, após uma sessão aguda de exercício aeróbico em ratos wistars. Foi realizada a suplementação de Cr durante o período de 28 dias com um total de 2% de Cr na alimentação, os ratos foram submetidos a um sessão aguda de exercício aeróbico moderado de natação (1h de duração, com carga de 4% do peso corporal total). Observaram a capacidade da creatina em inibir o aumento dos marcadores de estresse oxidativo no plasma e no músculo induzido pela sessão aguda de exercício. Os resultados que se referem a diminuição do estresse oxidativo no sangue foi justificado pelos autores por ter havido aumento do poder de redução do íon ferro (FRAP) e no músculo esquelético, devido ao aumento da enzima antioxidante glutathione peroxidase. No entanto, ainda não há consenso na literatura sobre qual o mecanismo responsável por esse efeito. Outro estudo que corrobora com essa informação Demenice e Jordão (2016) em que avaliaram o efeito da suplementação de creatina sobre os marcadores de estresse oxidativo e a performance anaeróbica em ratos Wistar. Ambos os grupos realizavam o treinamento anaeróbico de 28 dias que consistiu em 6 séries de 30 segundos de saltos horizontais na água com 30 segundos de repouso, com 50% do peso corporal total dos animais preso nas costas dos mesmos. A suplementação de Cr foi capaz de inibir o aumento nos marcadores de peroxidação lipídica plasmática induzidos por exercícios de alta intensidade e de curta duração.

A creatina também tem a capacidade de melhorar a potência muscular, como demonstrado no estudo de Campillo et al. (2015), realizaram um treino de pliometria concomitante a suplementação de 20g de creatina por dia, dividida em 4 doses iguais em diferentes momentos, por uma semana. Após isso, deram continuidade ao período de suplementação, mas com uma dosagem de manutenção de 5 g por dia em uma dose única. Por fim, o grupo controle não realizou nenhum protocolo de treinamento e de suplementação. Chegaram a conclusão que seis semanas de treinamento de pliometria associado a suplementação de creatina foi capaz de melhorar o desempenho de salto do grupo creatina, quando comparado aos grupo controle.

Outro estudo que demonstrou que a creatina aumenta a potência muscular por meio de saltos, foi o de Lamontagne et al. (2011), no qual atletas de voleibol de elite foram submetidos a 4 semanas de suplementação de creatina, divididos em 2 grupos (creatina e placebo). Avaliaram a potência de salto através de dois testes com reprodutibilidade dos movimentos de salto do jogo e encontram melhora significativa no teste de salto de bloqueio repetidos, que continha 10 séries de 10 saltos com intervalo de 2 minutos de uma série para

outra e 3 segundos de um salto para outro. Os resultados obtidos com relação ao desempenho dos atletas foram atribuídos à capacidade da suplementação de creatina em aumentar a ressíntese da creatina fosfato.

Como pode ser constatado no texto acima, apesar de muitos estudos mostraram resultados afirmativos quanto a mudanças na composição corporal, aumento no volume de treino, melhoras no desempenho físico, entre outros com o uso da suplementação de Cr pode haver alguns casos em que não ocorra às adaptações esperadas no organismo, pois cerca de 20% da população não responde a suplementação de creatina (aumento nos estoques intramusculares menor de que 8% do conteúdo total). Os estudiosos não apresentam um possível mecanismo responsável para ausência de tal efeito (WILLIAMS; KREIDER; BRANCH, 2000). Portanto a realização de estudo com creatina exigem cautela visto que nem sempre se atinge o efeito esperado.

2.3 Lesão Muscular

A realização de exercício físico extenuante pode causar lesão muscular ou dano muscular, a causa desse fenômeno ocorre devido à desorganização nas estruturas das fibras musculares, túbulos transversos, matriz extracelular, lâmina basal sarcolema, proteínas do citoesqueleto, filamentos finos e da ligação das fibras adjacentes; (HYLDAHL, HUBAL, 2014), porém esse dano induzido é temporário, pois resulta de uma inflamação aguda conduzida por macrófagos e neutrófilos, entre outras células do sistema imunitário (SMITH et al., 2000; DA MATTA et al. 2017).

Existem diferentes mecanismos pelos quais a lesão muscular pode ser explicada. Entre eles estão alterações da microcirculação, estresse mecânico e estresse metabólico (CORDOVA A. NAVAS, F, 2000)

A análise da lesão muscular pode feita com uso de parâmetros indiretos como dor muscular de início tardio, análise de proteínas no sangue, perda da amplitude articular, diminuição da função muscular e inchaço (BADILLO; GOROSTIAGA, 2001). No entanto, métodos diretos também são realizados, como a ressonância magnética ou biópsia muscular (Kraemer e Hakkinen, 2001), assim como todos os métodos estes apresentam algumas limitações, a primeira delas por ser um método invasivo e de alto custo. A biópsia

muscular, apesar de ser uma amostra real do músculo, detém apenas uma parcela do mesmo, que pode estar superestimando ou subestimando a quantidade exata da lesão ocorrida no músculo como um todo (CLARKSON; HUBAL 2002). A ressonância magnética, apesar de ser considerado um método direto e não invasivo, apresenta algumas desvantagens como não poder ser utilizada em pessoas que utilizam grampos metálicos, implantes, válvulas cardíacas, cliques vasculares e outros. A ressonância apresenta também, total restrição de uso por indivíduos com marca-passo cardíaco, pela interferência temporária ou definitiva do mesmo e também pelo alto custo do exame (DOYON et al., 2000; SUTTON, 1996).

Os métodos indiretos de mensuração da lesão muscular também não estão livres de limitações. Como, por exemplo, a mensuração da lesão através da proteína creatina quinase (CK), que tem origem citoplasmática e mitocondrial, na qual a mesma detém a função catalisar reações relacionadas a transferência de energia. Há uma sensibilidade da concentração sérica da creatina quinase às lesões musculares, portanto, quando há aumentos de sua concentração acima dos valores fisiológicos de normalidade, determina-se que houve lesão muscular (LÓPEZ, 1969; CRUZAT et al., 2007; CALLEGARI et al., 2017).

A proteína CK é liberada pelo músculo no sistema linfático para ser transportada até o ducto torácico e então adentrar na corrente sanguínea (HAVAS et al. 1997). Assim como a CK, outras proteínas podem ser utilizadas como marcadores de lesão muscular (dano muscular), como a lactato desidrogenase (LDH), a mioglobina (Mb), fragmentos da cadeia pesada de miosina (MHC) e troponina I (TnI) (FOSCHINI et al., 2007; CALLEGARI et al., 2017).

Existem diferenças nos níveis do pico de concentração sanguíneo da CK de acordo com a contração realizada. Segundo (TOTSUKA et al., 2002; BRANCACCIO et al., 2008). O nível da CK para ações excêntricas pode encontrar-se aumentado entre dois e sete dias após uma única sessão de exercício de força. No entanto, o pico do nível da CK no sangue após contrações isométricas, podem variar entre 24 e 48h (TOTSUKA et al., 2002). A limitação deste método, contudo, encontra-se na individualidade biológica, pois seus valores podem variar de acordo com a idade, sexo, nível de atividade física praticada, raça e quantidade de massa muscular magra (BLACK; QUALLICH; GARELECK, 1986; PESCE; KAPLAN, 1990; BRANCACCIO et al., 2007; MACHADO et al., 2009).

Outro método indireto para quantificar a lesão muscular, e um dos mais utilizados no âmbito científico é o da dor muscular tardia. Esse método se caracteriza basicamente como

dor ou desconforto na musculatura exercitada após atividades físicas intensas ou desabituais (ESTON et al., 2003; FOSCHINI et al., 2007; LONGO et al., 2016). Contudo, é um método de caráter subjetivo e individual e esta é uma limitação. (NOSAKA et al., 2002). Muitos pesquisadores apontam uma grande variabilidade na percepção de dor descrita pelos sujeitos, isso algumas vezes dificulta aquisição de resultados significantes (BARONI et al., 2010).

A lesão muscular também pode ser quantificada através da perda de força muscular (TANABE et al., 2015).; Em alguns casos, a perda de força muscular imediatamente após o exercício, como por exemplo, na contração muscular concêntrica, não determina que houve lesão muscular. A redução da mesma pode ter ocorrido por uma fadiga central e ser recuperada em poucas horas (EDWARDS et al. 1977). A redução da força parece ocorrer quando uma parte do processo de ações e reações do organismo durante contração muscular que encontra-se prejudicada. Uma das explicações para isso possivelmente seja o rompimento de alguns sarcômeros e deterioração do acoplamento de pontes cruzadas de excitação e contração (CLARKSON; HUBAL, 2002; PROSKE; ALLEN, 2005).

Sabe-se que uma variável que tem grande influência na lesão muscular, é o tipo de contração exercida durante a realização do exercício físico, podendo ela ser concêntrica, excêntrica e/ou isométrica. Na contração excêntrica, a tensão e desmina (componentes elásticos do músculo) exercem uma tensão passiva à resistência externa enquanto as unidades motoras recrutadas sofrem um alongamento de forma concomitante, na qual a sobrecarga exercida é maior do que o nível de força aplicado pelo músculo em atividade (ENOKA, 1996). Essa ação ocorre quando as proteínas contráteis actina e miosina movimentam-se na direção oposta da força exercida pelas pontes cruzadas realizando um trabalho denominado de negativo (BARROSO; .; TRICOLI; UGRINOWITSCH, 2005). Está bem elucidado no meio acadêmico que as contrações excêntricas são mais efetivas em gerar lesão muscular quando comparadas as contrações concêntricas e isométricas (ESTON et al. 2003). Tal fato é decorrente das ações excêntricas recrutarem uma menor quantidade de unidades motoras durante a contração muscular, resultando em uma maior sobrecarga em uma menor quantidade de fibras musculares (LIMA; DENADAI, 2015). Também é esse tipo de contração, associada ao exercício de resistido que reduz o nível de força em maior porcentagem (por volta de 50 a 65% da capacidade total de gerar força), sendo também a que necessita de maior tempo para a recuperação; (LIMA; DENADAI, 2015). No entanto, ações concêntricas ocorre o encurtamento das fibras musculares pelo fato da força exercida pelo músculo ser maior que sobrecarga (ENOKA, 1996). Na realização desse tipo de contração, a

força ocorre devido a interação das proteínas contráteis actina e miosina dando origem as pontes cruzadas. Esse deslizamento caracteriza-se por realizar-se na direção do centro do sarcômero, denominando esse tipo de força de ativa (BERNE; LEVY, 1996). Já as contrações isométricas, geram-se tensões sem que ocorra mudança no tamanho (sem alongamento e encurtamento) da fibra muscular (ENOKA, 1996). Como visto anteriormente, a lesão muscular envolve diversas variáveis, desde o tipo de análise ao estímulo ofertado, sendo o entendimento das mesmas indispensáveis para os estudos da área.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O presente estudo teve como objetivo avaliar capacidade da suplementação de Cr associada ao carboidrato em proteger o músculo esquelético, bem como avaliar seu efeito sobre o desempenho físico.

3.2 Objetivos específicos

- Avaliar o efeito da suplementação de creatina sobre o teste de salto.
- Verificar a capacidade da suplementação de Cr em diminuir as concentrações de CK e LDH.
- Quantificar a influência da creatina na percepção de dor pós-exercício

4. METODOLOGIA

4.1 Indivíduos

Participaram do estudo 14 jogadores do sexo masculino, da equipe de Sertãozinho-SP da modalidade voleibol. A equipe participa de jogos de nível regional e estadual, tem a supervisão de um treinador e de um preparador físico. Para caracterização da amostra foram realizadas medidas de peso grupo creatina (GC) $70,7 \pm 10,49$, grupo placebo (GP) $80,94 \pm 6,19$, idade (grupo creatina $19,3 \pm 1,97$, grupo placebo $18,2 \pm 1,11$) e IMC (grupo creatina $20,7 \pm 2,92$, grupo placebo $25,0 \pm 2,08$) de todos os participantes do estudo.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto (EEFERP - USP) nº 63681716.3.0000.5659, todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido antes do início da realização do estudo.

4.1.1 Critérios de inclusão

- Ter no mínimo 03 anos de treinamento da modalidade.
- Não apresentar nenhum tipo de lesão que os impossibilite de treinar
- Não ter usado creatina nos últimos três meses.
- Não fazer uso de bebidas alcoólicas e/ou qualquer tipo de suplemento nutricional durante a fase de experimento.
- Não ser fumante
- Não apresentar história de qualquer doença crônica, como doenças gastrintestinais, cardiovasculares, diabetes, com alterações hematológicas, que estejam fazendo uso de hormônios e de qualquer tipo de suplemento que contenha creatina.

4.1.2 Critérios de exclusão

- Se não for possível realizar o protocolo de avaliação por algum motivo e/ou não fizer uso do(s) suplemento(s) nos dias acordados durante a realização do estudo.

4.2 Delineamento Experimental

Os pesquisadores foram ao local do treinamento para recrutar e esclarecer o delineamento do estudo aos atletas e técnicos. Neste encontro, os atletas leram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, e foram instruídos a não modificar a dieta no período da pesquisa.

Realizou-se um estudo duplo-cego, randomizado, com grupo placebo. Os voluntários foram divididos aleatoriamente em dois grupos, um grupo foi denominado de grupo creatina GC (n= 7), já o segundo grupo foi denominado de grupo placebo GP (n=7). Em seguida ao recrutamento, iniciou-se a primeira fase de testes onde foi realizada a coleta de sangue para análises bioquímicas, altura de salto e potência relativa como medida de desempenho. Imediatamente após aos primeiros testes realizados, ocorreu a primeira fase de suplementação

(fase de carga), onde o grupo Cr recebeu 0,3g/kg/dia de creatina (DEMENICE et al, 2013) associada a maltodextrina 1,2g/kg/dia, fracionadas 4x ao dia durante 7 dias, já grupo placebo recebeu 1,5g/kg/dia somente de maltodextrina, os quais foram também fracionados em 4x ao dia. Após o primeiro período de suplementação (oitavo dia) realizou-se novamente a coleta sanguínea, teste de desempenho de salto. Ainda no oitavo dia, foi realizado protocolo de indução de lesão muscular (NOSAKA; SACCO; MAWATARI, 2006), adicionou-se o teste de dor muscular e repetiu-se os procedimentos feitos anterior ao protocolo de indução de lesão (coleta sanguínea e teste de salto vertical). Após os procedimentos relatados, foi dado início ao segundo período de suplementação denominado de manutenção, onde os indivíduos do grupo creatina foram suplementados com 0,1g/kg/dia associada ao CHO com uma dosagem de 0,4g/kg/dia. O grupo placebo recebeu as mesmas proporções do grupo Cr somente de maltodextrina. Concomitante ao segundo período de suplementação que teve duração de 4 dias, todos os testes realizados anteriormente foram repetidos 24h, 48h e 72h. após protocolo de indução de lesão. Todos os suplementos que foram administrados aos atletas não apresentavam sabor e cor e a textura era similar para dificultar a identificação. No dia da realização dos testes, os participantes executaram uma adaptação da execução do teste de salto vertical, para que fosse minimizado o erro. Os atletas ainda foram orientados a não modificarem suas atividades diárias de treinamento durante no período de coleta de dados. Durante as duas semanas de suplementação (semana de carga e manutenção) os atletas quantificaram a carga de treino através da percepção subjetiva de esforço (PSE) e realizaram três recordatórios alimentares divididos entre dois dias da semana e um dia do final de semana.

Figura 1. Desenho Experimental.

4.3 Protocolo de suplementação

O protocolo de suplementação obteve um total de 11 dias divididos em duas fases, fase de carregamento em que os indivíduos do grupo Cr foram suplementados com 0,3g/kg/dia de creatina associada a 1,2g/kg/dia de CHO. Por outro lado, o grupo placebo recebeu 1,5g/kg/dia de maltodextrina. Os atletas foram orientados a consumirem essa a dosagem total da primeira fase de suplementação em quatro diferentes períodos do dia (antes do café da manhã, após o almoço, no meio da tarde e antecedendo ao jantar) e misturar a quantidade de suplemento que continha cada sachê em 300 ml de água. Este protocolo de suplementação mostrou-se eficiente em aumentar as concentrações de Cr no músculo esquelético (KREIDER, 2003). Na fase de manutenção os indivíduos do grupo creatina receberam 0,1g/kg/dia de creatina associado a suplementação de CHO que foi de 0,4g/dia/kg de maltodextrina. O Grupo placebo recebeu 0,5g/kg/dia de maltodextrina, o procedimento do fracionamento foi idêntico a primeira fase de suplementação.

4.4 Quantificação da carga de treino

Foi monitorada a intensidade dos treinos, durante os períodos de suplementação através de diários de treino. Os atletas registraram a percepção subjetiva de esforço (PSE)

usando a escala de Foster et al. (2001), e a duração em minutos da sessão de treino. Este método permite calcular a carga interna através da associação da intensidade com a duração do treino. Os resultados que foram obtidos por meio dos diários de treinos foram usados para avaliar a carga total do mesmo durante o período de intervenção, sendo denominado como somatória, permitindo a visualização da alternância e distribuição das cargas. Além da somatória da carga, foi calculada a monotonia das cargas através da média da somatória da carga dividida pelo desvio padrão; ($\text{Monotonia} = \text{Somatória} \div \text{DP}$) e a densidade das cargas por meio da multiplicação da monotonia pela somatória das cargas: $\text{Densidade} = \text{Monotonia} \times \text{Somatória}$ (FOSTER, 1998).

4.5 Antropometria

Foram realizadas medidas de peso e altura, utilizando-se balança e estadiômetro.

4.6 Registro Alimentar

Foi realizado o Registro Alimentar (RA) de três dias alternados, sendo dois dias típicos e um dia atípico, durante cada período de suplementação, totalizando seis registros alimentares. O RA é um método prospectivo de avaliação da ingestão alimentar, sendo preenchido pelo próprio voluntário no momento em que realiza a refeição. Para o preenchimento do RA os voluntários receberam uma orientação prévia, para dimensionar tamanho das porções ingeridas. Para esta orientação foram utilizadas as imagens do livro “Nutrição e Metabolismo, visualizando porções” (PONTES et al., 2010). As análises dos dados dos RAs foram feitas utilizando o programa “NutWin”, versão 3.1, 2005, da Escola Paulista de Medicina – UNIFESP, SP, Brasil.

4.7 Teste de Saltos Verticais

O teste de desempenho de salto vertical foi realizado através do tapete de contato da marca CEFISE onde foi obtido o tempo de voo, potência do salto e altura de salto dos atletas. Os voluntários executaram o *Counter Movement Jump* (CMJ) de acordo com Komi e Bosco (1978) e Bosco (1994), sem auxílio dos membros superiores a partir de um comando de voz dos pesquisadores. Partindo da posição de pé, os indivíduos executaram a flexão de joelho até um ângulo de 90 graus aproximadamente e realizaram o salto com contra movimento na

máxima intensidade. Os mesmos foram aconselhados não flexionarem o joelho e manter o tronco na posição vertical, durante a execução do salto, pois, se executado de forma diferente poderia afetar os resultados do teste. Todos os participantes estavam familiarizados com o procedimento antes da execução do teste para que fosse minimizado o erro. Foi permitido aos participantes executarem três tentativas espaçadas por um tempo de recuperação de 60 segundos, onde somente o melhor desempenho foi registrado em nosso estudo.

4.8 Dor Muscular

A dor muscular de início tardio foi determinada através de uma escala visual de 100mm (apêndice 3), limitada pelos termos “sem dor” e “dor intensa”. Os participantes avaliaram sua percepção de dor ao realizar o movimento de agachamento em um ângulo de 90 graus, demarcando na linha de 100mm com uma caneta a dor percebida durante o movimento de acordo com os extremos da escala. O teste foi aplicado 24h, 48h e 72h após o protocolo de indução de lesão. O uso da escala visual analógica para avaliar a dor de início tardio foi validado (FERREIRA; PAIS; JENSEN, 2011), e utilizada. (SEWRIGHT et al., 2008; MARKOFSKI; BRAUN, 2014).

4.9 Protocolo de indução de lesão

Os atletas executaram um total de 100 saltos partindo de uma altura de 0,6 m. Ao pousar, incentivou-se verbalmente a saltar no plano vertical com força máxima. Cinco séries de 20 saltos com intervalo de 10 segundos entre cada salto e 2 minutos entre cada série foi realizado. Este protocolo como previamente comprovado mostrou-se efetivo em causar lesão muscular de forma significativa em atletas treinados. (NOSAKA; SACCO; MAWATARI, 2006; GOODALL; HOWATSON, 2008; MIYAMA; NOSAKA, 2004).

4.10 Coleta do Material Biológico

A coleta sanguínea foi realizada por uma enfermeira experiente licenciada no Conselho Regional de Enfermagem (COREM), numa sala específica, arejada, iluminada sendo que houve apenas a presença do participante e da enfermeira. Todo o material usado para coleta de sangue, seringa/agulha e tubo, estava lacrado e identificado com respectivos nomes. A sala que onde foi realizada a coleta de sangue era próxima ao local dos testes de

saltos verticais. O total de sangue retirado foi de 7 ml. As coletas foram feitas pela veia braquial.

O sangue da veia braquial foi coletado no período basal, anterior ao início da primeira fase de suplementação, ao final da primeira fase de suplementação, imediatamente após o protocolo de indução de lesão muscular, 24h, 48h e 72h após o protocolo de indução de lesão, totalizando 75 ml da veia braquial para análise da creatina plasmática, CK e LDH.

O material coletado foi transportado até o laboratório em caixa térmica com gelo e foi imediatamente descartado após a realização das análises em lixo hospitalar. As amostras de sangue foram analisadas no Laboratório de Fisiologia do Exercício e Metabolismo (LAFEM) da EEFERP - USP.

4.11 Marcadores de Lesão Muscular

A dosagem de Creatina quinase (CK Total) e Lactato desidrogenase (LDH) foram realizadas utilizando-se o kit específico de Creatina quinase e Lactato desidrogenase, da Vida biotecnologia Blister®, com reação colorimétrica em espectrofotômetro termostarizado em cinética.

4.12 Análise da Creatina Plasmática

Creatina plasmática foi determinada através de um método adaptado pela reação de Jaffe (TAUSSKY, 1954; DE SAEDELEER; MARECHAL, 1984). Esse método consiste na conversão da creatina em creatinina por aquecimento, onde a creatinina reage com o ácido pícrico em meio alcalino formando um complexo de cor avermelhada que é medido fotometricamente.

Para realização do ensaio, 600µl de ácido pícrico (44,4 mmol/L) foram adicionados a 200 ml de amostra e o conteúdo foram homogeneizados. Para amostras de plasma, o conteúdo foi centrifugado para separação do resíduo de desproteínização. Em seguida, o sobrenadante foi separado em duas partes de 300 ml em novos tubos contendo 300 ml de água destilada (A1 e B1) e uma das partes (A1) foi aquecida a 100°C por 1,5 h em vials fechados. Então, 1mL de solução tampão contendo hidróxido de sódio a 208 mmol/L, tetraborato de sódio a 12,7 mmol/L e surfactante foi adicionados em todas as amostras (A1 e B1) e incubados por 10

min a 37 °C em banho-maria. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 510 nm, corrigida pelo branco. As absorbâncias destes testes foram denominadas A1 e B1. Após essa leitura, 100 ml de ácido acético a 11,4 mmol/L foram adicionados, incubados por 5 minutos em temperatura ambiente e as amostras foram lidas novamente. Neste momento as absorbâncias foram denominadas A2 e B2. O cálculo da concentração de creatina foi realizado pela fórmula $(A1 - B1) - (A2 - B2)$ e comparado com a curva padrão de Cr de 5 a 1000 mol/L realizada em triplicata.

4.13 Planejamento Estatístico

Os dados foram testados para normalidade e esfericidade por meio do teste Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Um modelo de ANOVA two way para medidas repetidas, seguido do pós-teste LSD, foi adotado a fim de realizar comparações dentro dos grupos e entre os grupos. Tempo (basal, pré lesão, pós lesão, 24h, 48h e 72h após lesão) e tratamento (creatina e placebo) foram fixados como fatores independentes para comparações de médias, e valores foram expressos em média $\pm$ desvio padrão (gráficos de barras). Em casos de distribuição não paramétrica (Percepção de dor e Creatina plasmática) foi aplicado o teste de Friedman, seguido do pós-teste Benjamini-Hochberg - FDR (Método taxa de falsa descoberta) e os valores foram expressos em mediana, máximo e mínimo (gráficos boxplot). Para dados não esféricos, foi aplicada a correção de Huynh-Feldt. Para análise estatística dos dados de carga de treino (carga, monotonia e densidade), foi realizado o teste de Wilcoxon. O percentual de variação do peso corporal foi avaliado por meio do teste *t* de student. Diferenças foram significativas em $P \leq 0.05$.

5. RESULTADOS

Após a realização do protocolo de suplementação de creatina durante um período de sete dias foi observado um aumento significativo na concentração plasmática de creatina no GC ($p < 0.001$) quando comparado ao GP (Figura 2).

Figura 2. Concentração de Creatina plasmática antes e após suplementação com creatina ou placebo. Dados não paramétricos. Valores em mediana, máximo e mínimo. Letras minúsculas diferentes representam diferenças entre grupos ($p \leq 0.05$). Letras maiúsculas diferentes representam diferenças entre os tempos dentro dos grupos ($p \leq 0.05$). Teste de Friedman. Post-teste Benjaminyi-Hochberg - FDR (Método taxa de falsa descoberta)).

Como indicadores de desempenho físico foram avaliados altura de saltos e potência relativa de saltos, como indicadores de lesão muscular foram avaliados a concentração sanguínea de creatina quinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH), no entanto, não foi observada diferença significativa para o grupo GC e também para o grupo o GP para as variáveis analisadas. Em contrapartida para as variáveis como a percepção subjetiva de dor analisada após protocolo de lesão muscular, o peso corporal dos voluntários, bem como os níveis de concentração de creatina plasmática avaliados após o período de suplementação de creatina, apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os tempos e entre os grupos.

No presente estudo, os valores de altura de saltos e potência relativa de saltos foram semelhantes para ambos GC e GP durante toda a intervenção ($p = 0.849$ e $p = 0.731$, respectivamente). No entanto, foi observada uma diminuição na altura de salto imediatamente após o protocolo de lesão ($p = 0.022$) no GC, retornando ao desempenho basal em 24 horas ($p = 0.238$). Em relação ao GP, foi observado um aumento na altura de salto ao final de 72h do protocolo de lesão ($p = 0.008$). Este mesmo efeito foi refletido na potência relativa de saltos para o GC imediatamente após o evento ($p = 0.028$) e 24 horas após o evento ($p = 0.200$) e para GP após 72h do evento ($p = 0.016$) (Figura 3 B).

Figura 3. Desempenho em saltos antes e após protocolo de lesão associado à suplementação de creatina ou placebo. Valores em média $\pm$ DP. Letras maiúsculas diferentes representam diferenças entre os tempos dentro dos grupos ($p \leq 0.05$). Anova two way medidas repetidas. Pós-teste LSD.

Na tabela 1 estão apresentados os valores das variáveis das cargas de treino. Foi observado um aumento significativo na semana dois quando comparada a semana um nas variáveis de carga de treino, densidade e monotonia.

Tabela 1. Quantificação da carga de treino.

	Carga de treino	Densidade	Monotonia
Semana 1	345,0 ± 90,28	570,5 ± 174,5	1,641 ± 0,1417
Semana 2	740,0 ± 129,7 ^A	4549 ± 3404 ^A	6,018 ± 4,219 ^A

Dados não paramétricos. Valores expressos como média ± DP. Letra A maiúscula representa diferença entre as semanas 1 e 2 ($P \leq 0,05$). Teste de Wilcoxon (teste de normalidade Shapiro – Wilk).

Quanto à percepção subjetiva da dor, do grupo GC, referiu a um menor padrão de dor em relação ao GP durante o período de avaliação realizado no período após a realização do protocolo de lesão muscular (diferença entre grupos: dor imediata ($p = 0.020$), 24 horas ($p = 0.001$), 48 horas ($p < 0.001$) e 72 horas ($p = 0.011$). Não houve diferença significativa de dor entre tempos dentro do GC, no entanto dentro do GP houve diminuição da dor no período de 48 – 72 horas após o evento ($p = 0.043$) (Figura 4).

Figura 4. Dor muscular após protocolo de lesão associado à suplementação de creatina ou placebo. Dados não paramétricos. Valores em mediana, máximo e mínimo. Letras minúsculas diferentes representam diferenças entre grupos ($p \leq 0.05$). Letras maiúsculas diferentes representam diferenças entre os tempos dentro dos grupos ($p \leq 0.05$). Teste de Friedman. Pós-teste Benjamini-Hochberg - FDR (Método taxa de falsa descoberta)

Com relação aos marcadores bioquímicos de dano muscular, não houve diferenças entre os GC e GP para CK ($p = 0.719$) e LDH ($p = 0.499$) após a realização do protocolo de indução de lesão muscular. No entanto, os valores de CK aumentaram 24h após o evento no GC ($p = 0.012$), igualando-se aos valores iniciais após 48 horas ($p = 0.206$). O GP não apresentou diferenças significativas sobre a CK após o evento de lesão. Já os valores de LDH permaneceram estáveis no GC até 48 horas após o protocolo de lesão ($p = 0.783$), mostrando um aumento em relação ao valor inicial após 72h do protocolo. No GP, a elevação de LDH ocorreu 48 horas após o evento de lesão. (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2 - Concentração plasmática de CK antes e após o protocolo de lesão associado à suplementação de creatina ou placebo.

CK	Pré Lesão	Pós Lesão	24h	48h	72h	P-valor
Creatina	319.41 ± 281.9 ^{a,c}	263.44 ± 197.5 ^a	482.18 ± 273.8 ^b	427.76 ± 226.1 ^{b,c}	479.74 ± 289.2	< 0.05
Placebo	351.71 ± 186.2	342.55 ± 219.6	429.60 ± 150.50	366.75 ± 201.11	322.86 ± 163.61	0.169

a,b: Letras minúsculas representam comparação entre colunas. Letras diferentes indicam diferença estatística entre médias em $P < 0.05$. P-valor referente a comparações entre tempos na ANOVA. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos ($P=0.719$).

Tabela 3 - Concentração plasmática de LDH antes e após o protocolo de lesão associado à suplementação de creatina ou placebo.

LDH	Pré Lesão	Pós Lesão	24h	48h	72h	P-valor
Creatina	343.61 ± 126.73 ^a	426.99 ± 162.85	410.64 ± 111.02	448.42 ± 74.64	455.48 ± 153.74 ^b	0.022
Placebo	407.18 ± 90.42	335.18 ± 162.52	327.15 ± 79.49 ^a	441.33 ± 130.57 ^b	409.83 ± 141.88	0.043

a,b: Letras minúsculas representam comparação entre colunas. Letras diferentes indicam diferença estatística entre médias em $P < 0.05$. P-valor referente a comparações entre tempos na ANOVA. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos ($P=0.499$).

Considerando o percentual de variação do peso corporal após a suplementação, houve uma maior elevação de peso no GC em comparação ao GP. (Tabela 4).

Tabela 4 - Percentual de variação do peso corporal após a suplementação com creatina ou placebo.

$\Delta\%$	Creatina	Placebo	P- valor
	2.1% ± 1.5%	0.2% ± 1.3% *	0.025

*: Diferença estatística entre os tratamentos em $P < 0.05$. Teste t de student.

Valores expressos em média ± DP. $\Delta\%$: Percentual de variação do peso corporal (kg).

Com relação ingestão energética, não foram observadas diferenças entre o GC e GP. No entanto, o GC apresentou um aumento significativo da ingestão proteica ($p = 0.008$) e lipídica ($p = 0.12$) (Figura 7B,C).

Figura 7. Ingestão energética e de macronutrientes, antes e após a suplementação de Creatina ou Placebo. Valores em média $\pm$ DP. Letras maiúsculas diferentes representam diferenças entre os tempos dentro dos grupos ($p \leq 0.05$). Letras minúsculas diferentes representam diferenças entre grupos ($p \leq 0.05$). Anova two way medidas repetidas. Pós-teste LSD.

6. DISCUSSÃO

O presente estudo demonstrou que a suplementação de creatina associada à realização de um protocolo de indução de lesão muscular atenuou a dor muscular de início tardio em atletas de voleibol. Foi observado um aumento significativo da creatina plasmática no GC quando comparado ao GP, observado na Figura 2, confirmando a efetividade do protocolo de suplementação realizado, foi observado também um aumento do peso corporal, aumento do consumo de lipídeo e proteína do grupo suplementado com Cr, comparado ao momento pré-suplementação, observado na figura 6 e figura 7 respectivamente. Apesar da maior disponibilidade de creatina plasmática, os sete dias de suplementação de 0,3 g/kg/dia de creatina associada a 1,2 g/kg/dia de carboidrato não promoveram diminuição das concentrações das proteínas de origem musculares (CK e LDH), não alterou o consumo energético total e nem melhorou desempenho no teste de salto, observado nas figuras 5, 7, 3. Não foram observadas diferenças significativas nas variáveis relacionadas à altura do salto e potência relativa do salto entre o GC e GP (Figura 3A, B).

Diante dessas informações rejeita-se a hipótese de que a Cr detém a capacidade de atenuar a lesão muscular e melhorar o desempenho físico em atletas de voleibol.

As variáveis mencionadas, altura de salto e potência relativa, são essenciais para as ações de bloqueio, saque e ataque que estão presentes nos jogos e treinamentos das equipes de voleibol (YOUNG, WILSON, BYRNE, 1999). Especificamente no ataque, quanto mais alto for o ponto de contato do jogador com a bola, maior será o ângulo de projeção ao solo, aumentando as chances de a bola ir para dentro da quadra adversária, e aumentado também a possibilidade de transposição do bloqueio, sem contar no maior tempo do jogador no ar, dando-lhe a possibilidade da execução de vários recursos técnicos (UNGRINOWITSCH, 1997).

Os resultados supracitados foram similares ao de Lemotagne et al (2011), que não encontraram diferença no desempenho de salto (1 RM de salto) entre o grupo suplementado e não suplementado com creatina. Outro achado similar foi apresentado por Lehmkuhl et al. (2003), que compararam os efeitos da suplementação de creatina, associada à glutamina ou placebo no desempenho do teste de salto em atletas de atletismo e não constataram diferenças no desempenho entre os diferentes suplementos testados. Diferentes autores atribuem o resultado para ausência do efeito ergogênico da creatina na capacidade máxima de salto pelo fato do teste de desempenho de salto máximo com contra movimento, ser um exercício físico extremamente rápido (menos de um segundo), e assim possivelmente não sofra influência do aumento dos estoques de creatina e creatina fosfato (HAFF et al 2000; KIRKSEY et al 1999; STONE et al 1999). Ainda segundo Greenhaff et al (1993) o aumento da performance é ocasionado fundamentalmente pelo padrão de recrutamento das fibras musculares, quantidade de proteína contrátil e atividade enzimática, variáveis que não são influenciadas diretamente pela suplementação de creatina.

Contudo, no estudo de Campillo et al (2015), jogadoras de futebol foram suplementadas com creatina e apresentaram melhora na variável salto quando comparadas ao grupo placebo, porém, as atletas realizaram um treino específico para melhora do desempenho de salto (pliométrica). Conclui-se então que, somente a creatina não detém a capacidade de melhorar o desempenho desta variável, mas em associação ao treinamento físico específico poderá apresentar uma melhora na mesma.

Diários de treinos foram utilizados para quantificar a carga de treino dos atletas nas diferentes semanas de suplementação (semana um e semana dois) através do tempo de duração dos treinos e percepção subjetiva de esforço (PSE), por essas duas variáveis foi possível calcular também densidade e monotonia. Foram encontradas diferenças significativas na variável densidade, monotonia e carga, sendo a semana dois significativamente maior quando comparada a semana um (Tabela 1).

Essas variáveis são essenciais para avaliação da resposta do atleta ao treinamento, portanto, o aumento da monotonia ocasionada pela constante carga de treino alta pode gerar excesso de treinamento e por consequência adaptações negativas. Essa diferença nas variáveis de treino entre as semanas de suplementação pode explicar parte dos resultados referentes às enzimas musculares CK e LDH sendo que as mesmas são diretamente influenciadas pelas cargas de treino em que os atletas foram expostos (EHLERS; BALL; LISTON 2002; KOCH; PEREIRA; MACHADO 2014).

No presente estudo, a realização do protocolo de indução de lesão muscular teve a finalidade de investigar a capacidade da creatina de manter a integridade da célula muscular ou até mesmo diminuir a lesão muscular, sendo estas avaliadas através da percepção de dor muscular tardia, que é um dos métodos indiretos para avaliar a lesão muscular (BADILLO; GOROSTIAGA, 2001). Após lesão no músculo esquelético, seja por estresse mecânico ou estresse metabólico, ocorre uma inflamação que ativa as células do sistema imunitário, tais como macrófagos e neutrófilos, dentre outras. Isso pode ser confirmado por meio do estudo de Radak et al. (1999) ao demonstrar aumentos significativos das concentrações de 8-OHdG, que refere-se a um produto da oxidação do DNA, no músculo quadríceps femoral, em biópsia realizada em humanos 24 h pós realização de um protocolo de indução de lesão, no mesmo momento em que a dor muscular de início tardio estava presente, sugerindo que o dano do DNA ocorreu no momento do desenvolvimento da dor muscular. Outro fato que enfatiza que a dor muscular de início tardio está diretamente relacionada com a lesão e a inflamação é que ambos (dor e inflamação) ocorrem no período pós-lesão. [OLWIN; HANNON; KUDLA 1994)

Neste estudo, foi observada diferença significativa da percepção de dor no grupo suplementado com creatina. O GC apresentou menor percepção de dor quando comparado ao GP em todos os momentos pós-lesão (Figura 4). Corroborando com estes resultados, o estudo de Veggi et al. (2013), demonstrou menor percepção de dor no grupo suplementado com creatina quando comparado ao grupo placebo. Contudo, os mecanismos responsáveis por este efeito da suplementação ainda não foram elucidados, mas, algumas hipóteses são levantadas como o aumento das concentrações intramusculares de creatina fosfato, o que talvez possa estabilizar o sarcolema (SAKS; STRUMIA, 1993), a capacidade da creatina de diminuir a inflamação, o efeito antioxidante da creatina (RAHIMI, 2011) ou aumento do teor de fosfocreatina e glicogênio intramuscular o que pode facilitar a homeostase do ATP em momentos de estresse fornecendo energia de forma eficiente para a atividade da bomba de

$\text{Ca}^{2+}/\text{ATPase}$ em um esforço, reduzindo o influxo de Ca^{2+} , e portanto, reduzindo os danos subsequentes induzidos pelo aumento do Ca^{2+} intracelular (Minajeva et. al., 1996).

Os estudos de Clark (1996) e Stanton; Abt (2000), também reportaram o efeito da creatina em diminuir a percepção de dor nos indivíduos suplementados. Por outro lado, há na literatura alguns estudos que não comprovam esse efeito da creatina em diminuir a percepção de dor pós- exercício físico como o de Rawson et al (2007), no qual não foi encontrada diferença significativa entre os grupos suplementados e não suplementados com creatina.

Outro marcador indireto de lesão muscular é análise das concentrações de diferentes proteínas musculares. No presente estudo analisou-se especificamente as proteínas de origem muscular CK e LDH, porém ao final do protocolo experimental, não foi encontrada diferença significativa entre o GC e GP nas concentrações destas enzimas. Similar ao estudo de Machado et al. (2009), no qual também não foi encontrada diferença significativa entre os grupos suplementados com creatina e o grupo placebo em nenhum dos momentos pós lesão induzida através de exercícios de força realizados a uma intensidade de 75% de 1 RM. Rawson et al (2001), também realizaram protocolo de indução de lesão muscular e concluíram que a creatina não foi capaz de proteger o músculo esquelético de lesões causadas por exercícios excêntricos e que envolvam grande aplicação de força muscular, quando avaliada também por meio de enzimas de origem muscular. Rawson, et al (2007), usaram um protocolo agudo de suplementação similar ao utilizado em nosso estudo e também não encontraram diferença significativa entre os grupos suplementados com creatina e placebo nas concentrações de CK até 72h após o evento da lesão.

Em contrapartida aos resultados apresentados até o momento sobre o efeito protetor da creatina ao músculo esquelético, Santos et al. (2004) demonstraram que a creatina foi capaz de diminuir a concentração de CK total nos indivíduos suplementados e evitar o aumento de LDH em atletas fundistas. Os autores atribuem este resultado a capacidade da creatina em manter a integridade da célula muscular através do aumento do volume celular por meio da retenção hídrica, aumento dos estoques de glicogênio e conteúdo miofibrilar. Porém, diferente do que foi encontrado no presente estudo, o exercício realizado no estudo supra citado foi o aeróbico (corrida), e segundo Rawson et al (2001) exercícios de força e com forte componente excêntricos são extremamente lesivos a musculatura esquelética, o que pode anular qualquer possível efeito protetor da creatina ao mesmo. Outra variável que limita a comparação dos resultados com o estudo em questão é o público alvo (voleibolistas x corredores fundistas), diante dessas informações fica clara as diferenças metodológicas de cada estudo e a irrealizável comparação de resultados. Por outro lado, contrariando todas as

informações levantadas até o presente momento, o estudo de Cooke et al. (2009), que avaliaram as mesmas enzimas musculares quantificadas no presente estudo, e adicionalmente outros métodos indiretos de análise de lesão muscular, concluíram que o suplemento em questão detém a capacidade de diminuir a concentração das enzimas de origem muscular mesmo após a realização de exercícios de força com forte componente excêntricos a 120% e 1RM, nos tempos 48h, 72h e 96h.

Interessantemente o estudo realizado demonstrou que a concentração de CK total do grupo placebo não apresentou diferença significativa pré e pós o protocolo de indução de lesão. Porém esses parâmetros, especialmente a atividade de CK no soro, possuem alto grau de variabilidade biológica individual dificultando demonstrar uma diferença estatisticamente significativa entre o pequeno número de indivíduos (CLARKSON; EBBELING 1988; RA et. al. 2013). Outro dado interessante, é que a lesão muscular medida através da concentração da enzima LDH no soro, mostrou-se significativamente maior no grupo GP após 48h e 72 h no grupo GC. Acredita-se que esse fato possa ter ocorrido devido ao próprio treinamento da equipe, pois como observou-se na tabela 1, as variáveis das cargas de treinos semanais se diferem, sendo que na segunda semana houve aumento em todas as variáveis de treino analisadas referentes a carga de treino, densidade e monotonia.

Um efeito observado no GC foi o aumento do peso corporal. Pesquisadores atribuíram o aumento da massa corporal à capacidade da Cr de alterar a osmolaridade celular, resultando em retenção hídrica (OLSEN et al. 2006; HUNGER et al. 2009). Esses resultados são similares a vários estudos (CAMPILLO et al. 2015; VEGGI et al. 2013; MORAES, 2004), que também observaram modificações no peso corporal nos indivíduos suplementos com creatina.

Este aumento do peso corporal relatado, também pode ser um possível mecanismo responsável pela ausência de resultados significantes no desempenho de salto. Pois como Camara e Dias (2009) sugerem, o aumento do peso corporal ocasionado pela creatina pode provocar um efeito ergolítico em atividades desportivas que não sejam favoráveis ao aumento da massa corporal total, pela necessidade de uma maior força para deslocamento desta massa.

A fim de monitorar a ingestão alimentar em ambos os grupos, foi realizado recordatórios alimentares durante as duas semanas de suplementação. Não houve diferença significativa no consumo calórico total entre grupos, porém observou-se que o grupo GC apresentou um aumento no consumo de proteína e lipídios quando comparado ao grupo placebo. Tal fato provavelmente esteja relacionado a uma maior ingestão na quantidade de carnes. Segundo Correia; Oliveira e Silva (2013) normalmente o aumento no consumo de proteína de origem

animal poderá acarretar também em um aumento no consumo de lipídios, fato esse que corrobora com os resultados supracitados.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão foi observado que a suplementação de creatina associada ao carboidrato foi capaz de atenuar a percepção de dor em atletas de voleibol após protocolo de indução de lesão, bem como ocasionar aumento do peso corporal na população investigada. Porém, a mesma não foi capaz de melhorar o desempenho de salto e diminuir as concentrações de proteínas de origem muscular.

8. REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE IN SPORT AND EXERCISE . The physiological and health effects of oral creatine supplementation. **Medicine Science Sports Exercise**. : v. 32, n.3, p. 706-17, 2000.

ANDRES, S. et al. Creatine and creatine forms intended for sports nutrition. **Molecular Nutrition and Food research**, v. 61, n. 6, p. 1-53, 2016.

APPLE, F. S.; ROGERS, M. A. Mitochondrial creatine kinase activity alterations in skeletal muscle during long-distance running. **The American Physiological Society**. Nova York: v. 61, n. 2, p. 482-485, 1986.

BADILLO, J. J. G.; GOROSTIAGA E. **Fundamentos do treinamento de força: aplicação ao rendimento**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed p.93-115. 2001.

BALSOM, P. D. et al. Skeletal muscle metabolism during short duration high-intensity exercise: influence of creatine supplementation. **Acta Physiol Scand**, v. 154, n. 3, p.303-310, 1995.

BALSOM, P.; SODERLUND, K.; EKBLÖM, B. Creatine in humans with special reference to creatine supplementation. **Sports Med**, v. 18, n. 4, p.268-280. 1994.

BARONI, B. M. et al. Low Level Laser Therapy Before Eccentric Exercise Reduces Muscle Damage Markers in Humans. **Europial Journal Appl Physiol**, v. 110, n. 4, p. 789-796, 2010.

BARROSO, R.; TRICOLI, V.; UGRINOWITSCH, C. Adaptações neurais e morfológicas ao treinamento de força com ações excêntricas. **Rev Bras Cien Mov**, v. 13, n. 2, p. 111-122, 2005.

BERMONS, et al. Effects of creatine monohydrate ingestion in sedentary and weight-trained older adults. **Acta Physiol Scand**, v. 164, n.2, p. 147-155, 1998.

BERNE, R. M.; LEVY, M. N. **The molecular basis of contraction . Principles of physiology**. Mosby, p. 177-195. 1996.

BOSCO, C. **La valoración de la fuerza con el teste de Bosco**. Barcelona: Paidotribo, 1994.

BLACK, H. R.; QUALLICH, H.; GARELECK, C. B. Racial differences in serum creatine kinase levels. **Am J Med**, v. 81, n. 3, p. 479-487, 1986.

BRANCACCIO, P. et al. Serum enzyme monitoring in sports medicine. **Clin Sports Med**, v. 27, n.1 p. 1-18, 2008

BRANCACCIO, P.; MAFFULLI, N.; LIMONGELLI, F. M. Creatine kinase monitoring in sport medicine. **Br Med Bull**, v. 81, n. 1, p. 209-230, 2007.

BROSE, A.; PARISE, G.; TARNOPOLSKY M. .A. Creatine supplementation enhances isometric strength and body composition improvements following strength exercise. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, : v. 58, n. 1, p. 11-19, 2003.

BROSNAN M. E.; BROSNAN J. T. The role of dietary creatine. **Amino Acids**, v.48, n. 8, p. 1785-1791, 2016.

BROWN, S. J.; CHILD, S. H.; DONNELLY, A. E. Exercise-induced skeletal muscle damage and adaptation following repeated bouts of eccentric muscle contractions. **Journal of Sports Science and Medicine**. v. 15, n. 2, p. 215-222, 1997.

CALLEGARI, G. A. et al. Creatine Kinase and Lactate Dehydrogenase Responses After Different resistance and aerobic exercise protocols. **Journal of Human Kinetics**. v. 58. P. 65-72. 2017.

CAMARA, L. C.; DIAS, R. M. R. Suplementação de creatina: efeitos ergogênicos e terapêuticos. **Revista de Medicina**. v. 88, n. 2, p. 94-102, 2009.

CAMPILLO, R. R et al. Effect of plyometric training and creatine supplementation on maximal- intensity exercise and endurance in female soccer players. **Journal scienc medicine Sport**, v. 19. n. 8, p. 682-687, 2015.

CLARK, J.F. **Uses of creatine phosphate and creatine supplementati on for the athlete.** In: **Creatine and Creatine Phosphate: Scientific and Clinical Perspectives**. M.A. Conway and J.F. Clark, eds. San Diego: Academic Press, 1996.

CLARKSON, P. M.; HUBAL, M. J. Exercise-induced muscle damage in humans. **Am j Med Rehabil**, v. 81, n. 11, p 52-69, 2002.

CLARKSON, P. M; EBBELING, C: Investigation of serum creatine kinase variability after muscle-damaging exercise. **Clin Sci**. v. 75, n. 3, p. 257-261, 1988.

CONLEE, R.K. et al. Physiological effect of power volleyball. **The Phys. Sports Med**. v. 10, p. 93-7, 1982.

CONN, E. E.; STUMPF, P. K. **Introdução a bioquímica**, 4 ed. São Paulo: Edgard beucher, 2001.

COOKE, M. B. et al. Creatine supplementation enhances muscle force recovery after eccentrically-induced muscle damage in healthy individuals. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 6, n. 13, p. 1-11, 2009.

CORREIA, M. G. S.; OLIVEIRA, J. D.; SILVA, T. R. S. Fatores determinantes da qualidade nutricional da carne bovina. **Cadernos de graduação**. v. 1, n. 2, p. 37-46, 2013.

CÓRDOVA, A.; NAVAS, F. Os radicais livres e o dano muscular produzido pelo exercício: papel dos antioxidantes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 6, n. 5, p. 204-208, 2000.

CRUZAT, V. F. et al. Current aspects about oxidative stress, physical exercise and supplementation. **Rev Bras Med Esp**, v. 13, n. 5, p. 336-342, 2007.

DE SAEDELEER, M.; MARECHAL, G. Chemical energy usage during isometric twitches of frog sartorius muscle intoxicated with an isomer of creatine, beta-guanidinopropionate. **Pflugers Arch**, v. 402, n. 2, p. 185-9, 1984.

DA MATTA, T. T. et al. Texture analysis of ultrasound images is a sensitive method to follow-up muscle damage induced by eccentric exercise. **Clin Physiol Funct Imaging**. p. 1-6, 2017.

DEMINICE R.; JORDÃO A. A. Creatine supplementation decreases plasma lipid peroxidation markers and enhances anaerobic performance in rats. **Redox report**, v. 21, n. 1, p.31-36, 2016.

DEMINICE, R.; JORDÃO A.A. Creatine supplementation reduces oxidative stress biomarkers after acute exercise in rats. **Amino Acids**, n. 43 v. 2, p. 709-715, 2012.

DEMINICE, R; et al Effects of creatine supplementation on oxidative stress and inflammatory markers after repeated-sprint exercise in humans. **Nutrition**. v. 29, n. 9, p.1127-32, 2013.

DORRELL, H.; GEE, T.; MIDDLETON G. An update on effects of creatine supplementation on performance: A Review. **Sports Nutrition and Therapy**. v. 1, n. 2, p. 89-94, 2017.

DOYON, D. et al. **Diagnóstico por imagem em ressonância magnética**. Rio de Janeiro: Medsi, 2000.

EBBELING, C.B.; CLARKSON, P. M. Exercise-induced muscle damage and adaptation. **Sports Med**. v. 7, n. 4, p. 207–234, 1989.

EDWARDS, R. H. et al. Fatigue of long duration in human skeletal muscle after exercise. **J Physiol**, n. 272, v. 3, p. 769–778, 1977.

EHLERS, G. G.; BALL, T. E.; LISTON, L. Creatine kinase Levels During 2- A Day Practices in Collegiate Football Players. **J Athl Train**. v. 37, n. 2, p. 151-156, 2002.

ENOKA, R. M. Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. **J Appl Physiol**, v. 81, n. 6, p. 2339-2346, 1996.

ERIC S. RAWSON, 1 MICHAEL P. CONTI, 1 AND MARY P. MILES. Creatine supplementation does not reduce muscle damage or enhance recovery from resistance exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 21, n. 4, p. 1208-1213. 2007.

ESTON, R. et al. Muscle fuction after exercise-induced muscle damage: Considerations for athetic performance in children and adults. **Journal of Exercise Science and Fitness**, v. 34, n. 1, p. 85-96. 2003.

FERREIRA, V. M. A.; PAIS, R. J. L.; JENSEN, M. P. Validity of four pain intensity rating scales. **Pain**, v. 152, n. 10 , p. 2399–2404, 2011.

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

FOSTER, C. et al. A new approach to monitoring exercise training. **Journal of strength and conditioning research**, v. 15, p. 109-115, 2001.

FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome., v. 30, n. 7, p. 1164-1168, 1998.

GOODALL, S.; HOWATSON, G. The effects of multiple cold water immersions on indices of muscle damage. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 7 n. 2, p. 235-241. 2008.

GREENHAFF, P. L et al. Influence of oral creatine supplementation on muscle torque during repeated bouts of maximal voluntary exercise in man. **Clinical Science**, v.84, n. 5, p.565-571, 1993.

GUALANO, B. et al. Efeitos Terapêuticos da suplementação de creatina. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, v. 8, n. 1, p. 57-81, 2009.

HAFF, G.G et al. The effects of six weeks of creatine monohydrate supplementation on dynamic rate of force development. **J. Strength Cond. Res.**v. 14, n. 4 , p. 426–433, 2000.

HARRIS, R. C.; SODERLUND, K.; HULTMAN, E. Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. **Clinical Science**, v.83, n.3, p. 367-374, 1992.

HYLDAHL, R. D.; HUBAL, M. J. Lengthening our persepetiive: morphological, cellular, and molecucular responses to eccentric exercise. **Muscle Nerve**. v. 49, n. 2, p. 155-170, 2014.

HOUSTON, M. E. **Bioquímica básica da ciência do exercício**. São Paulo: Roca, 2001.

HUNGER, M. S. et al. Efeitos de diferentes doses de suplementação de creatina sobre a composição corporal e força máxima dinâmica. **Revista da Educação Física**, v.20, n. 2, p. 251-258, 2009.

IPSIROGLU, O. S. et al. Changes of tissue creatine concentrations upon oral supplementation of creatine-monohydrate in various animal species. **Life Sciences**, v. 69, n. 15, p. 1805-1815, 2001.

KINUGASA, R. et al. Short-term creatine supplementation does not improve muscle activation or sprint performance in humans. **European journal of applied physiology**, v. 91, n. 3, p. 230-237, 2004.

KIRKSEY, B et al. The effects of six weeks of creatine monohydrate supplementation on performance measures and body composition in collegiate track and field athletes. **J. Strength Cond. Res.** v. 13, n.1, p. 148–156, 1999..

KOCH, A. J.; PEREIRA, R.; MACHADO, M. The Creatine kinase to resistance exercise. **J Musculoskelet Neuronal Interact.** v. 14, n. 1, p. 68-77, 2014.

KOMI, P.V.; BOSCO.; C. Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men. **Medicine Science in Sport**, v. 10, n. 4, p. 261-265, 1978.

KRAEMER, W. J, HAKKINEN K. **Treinamento de força para o esporte**. Porto Alegre: Artmed; p.213-23, 2001.

KREIDER, R. .B. et al. International Society of sports nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, Sport and medicine. **Journal of the international society of sports nutrition**, n.14, v. 18, p. 2-18, 2017.

KREIDER, R.B. Effects of creatine supplementation on performance and training adaptations. **Molecular and cellular biochemistry**, v. 224, n. 2, p. 89-94, 2003.

LAMONTAGNE et al. Effect of Creatine Supplementation on Jumping Performance in Elite Volleyball Players. Int J Sports Physiol Perform v. 6, n. 4, p. 525-533, 2011.

LEHMKUHL et al. The effects of 8 weeks of creatine monohydrate and glutamine supplementation on body composition and performance measures. **J Strength Cond Res**, v. 17, n. 3, p. 425- 438, 2003.

LEMONTAGNE, M. L. et al Effect of Creatine Supplementation on Jumping Performance in Elite Volleyball Players, **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. 6, v. 4, p. 525-523, 2011.

LIMA, A. R. et al. Dano Muscular no Voleibol: Estratégias de Prevenção e Recuperação. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**. v. 8, n. 47, p. 514-526, 2014.

LIMA L.C.R; DENADAI B.C. Attenuation of eccentric Exercise-induced muscle damage conferred by maximal isometric contractions: mini review. **Frontiers in Physiology**. v. 6, n. 300, p. 1-7, 2015.

LONGO, V. et al. Ultrasound Findings of Delayed-Onset Muscle Soreness. **J Ultrasound Med**. v. 35, n. 11 p. 59-63, 2016.

LOON, L. J. C. et al. Effect of creatine loading and prolonged creatine supplementation on body composition, fuel selection, sprint and endurance performance in humans. **The Biochemical Society and the Medical Research Society**, v. 104, n. 2, p. 153-162, 2003.

LÓPEZ, J. C. **Enzimología: Química de las enzimas. Métodos de preparación y valoración. Nomenclatura, clasificación y descripción. Aplicación en medicina.** Barcelona: Editorial científico-médica, 1969.

LUKASZUK, J. M.; ROBERTSON, R.J.; ARCH, J.E. Effect of creatine supplementation and a lactoovo-vegetarian diet on muscle creatine concentration. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Nova York: v.12, n. 3, p. 336-348, 2002.

MACHADO, M. et al. Effect of a Single Dose of Caffeine Supplementation and Intermittent-interval Exercise on Muscle Damage Markers in Soccer Players. **Journal of Exercise Science and Fitness**, v. 7, n. 2, p. 91-97, 2009.

MACHADO et al. Creatine supplementation: effects on blood creatine kinase activity responses to resistance exercise and creatine kinase activity measurement. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 45, n. 4, p. 752-757. 2009.

MARKOFSKI, M. M.; BRAUN, W. A. Influence of menstrual cycle on indices of contraction-induced muscle damage. **J. Strength Cond. Res.** v. 28, n. 9, p. 2649–2656. 2014.

MEDEIROS, R. J. D.et.al . Efeitos da suplementação de creatina na força máxima e na amplitude do eletromiograma de mulheres fisicamente ativas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.16, n. 5. p. 353-357. 2010.

MELVIN, H. et al. **Creatina**, Nova York: Ed Manole, 2000.

MENDES, P. R.; TIRAPEGUI, J. Creatine: the nutritional supplement for exercise current concepts. **Archivos Latinoamericanos Nutricion**, Brasília, v. 52, n. 2, p. 117-127, 2002.

MESA, J. L. M. et al. Oral creatine supplementation and skeletal muscle metabolism in physical exercise. **Sports Medicine**: Nova York v. 32, n. 14, p. 903-44, 2002.

MINAJEVA, A. et al.. Ca²⁺ uptake by cardiac sarcoplasmic reticulum ATPase in situ strongly depends on bound creatine kinase. **Pflügers Archiv**. v. 432, n. 5 , p. 904–912. 1996.

MIYAMA, M.; NOSAKA, K. Influence of surface on muscle damage and soreness induced by consecutive drop jumps. **J Strength Cond Res**. v.18, p. 206-211. 2004.

MORAES et al. Suplementação de monohidrato de creatina: efeitos sobre a composição corporal, lactacidemia e desempenho de nadadores jovens. **Motriz**, v. 10, n. 1, p. 15-24, 2004.

NAKAMURA, F. Y.; MOREIRA, A.; AOKI, M, S. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço é um método confiável? **Revista da Educação Física**. v. 21, n. 1, p. 1-11, 2010.

NOSAKA, K. et al. Delayed Onset Muscle Soreness does not reflect the magnitude of the muscle damage. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 12, n.6, p. 337-346, 2002.

NOSAKA, K.; SACCO, P.; MAWATARI, K. Effects of amino acid supplementation on muscle soreness and damage. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**. v. 16 , n 6, p. 620-635, 2006.

OLIVER, J.M et al. Oral creatine supplementation`s decrease of blood lactate during exhaustive, incremental cycling. **Sports Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 23, n. 3, p. 252-258. 2013.

OLSEN, S. et al. Creatine supplementation augments the increase in satellite cell and myonuclei number in human skeletal muscle induced by strength training. **Journal of Physiology**, Somerset, v. 573, no. 2, p. 525–534, 2006

OLWIN, B. B.; HANNON, K.; KUDLA, A. J. Are fibroblast growth factors regulators of myogenesis in vivo? **Prog Growth Factor Res**. v. 5, n. 2, p. 145–158. 1994.

PALAVECINO, N. E. **Nutrición para el alto Rendimiento**, Córdoba, 2002

PEAKE, J.; NOSAKA, K.; SUZUKI, K. Characterization of inflammatory responses to eccentric exercise in humans. **Exerc Immunol Rev.** v. 11, n. , p. 64-85, 2005.

PESCE, A. J.; KAPLAN, L. A. **Química clínica: métodos.** Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, 1990.

PONTES, J. et al. Nutrição e Metabolismo. **CONSUMO ALIMENTAR. Visualizando Porções.** Editor da Série Helio Vannucchi. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

PROSKE, U.; ALLEN, T. J. Damage to skeletal muscle from eccentric exercise. **Exerc Sport Sci Rv,** v. 33, n. 2, p. 98-104, 2005

RA et al. Combined effect of branched-chain amino acids and taurine supplementation on delayed onset muscle soreness and muscle damage in high-intensity eccentric exercise, **J Int Soc Sports Nutr.** v. 10, n. 1, p. 2-11, 2013.

RADAK Z et al. Muscle soreness induced reduction in force generation is accompanied by increased nitric oxide content and DNA damage in human skeletal muscle. **Free Radic Biol Med.** v. 26, n. 7-8, p. 1059-1063, 1999.

RADAK, Z.; CHUNG H. Y.; GOTO S. Systemic adaptation to oxidative challenge induced by regular exercise. **Free Radic Biol Med.** v. 44, n. 2, p. 153–159, 2008.

RAHIMI, R. Creatine supplementation decreases oxidative DNA damage and lipid peroxidation induced by a single bout of resistance exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research,** v.25, n. 12, p. 3448–3455, 2011.

RAWSON, E.S et al. Creatine supplementation does not reduce muscle damage or enhance recovery from resistance exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 4, p. 1208-1213, 2007.

RAWSON, E.S. et al The effects of creatine supplementation on exercise-induced muscle damage. **J. Strength Cond. Res.** v. 15, n. 2, p. 178–184. 2001.

ROSSOUW, F.; KRUGER, P. E.; ROSSOUW, J. The effects of creatine monohydrate loading on maximal intermittent exercise and sport specific strength well trained power lifters. **Nutrition Research**. Nova York: v. 20, n. 4, p. 505-514, 2000.

SAKS, V.A.; STRUMIA, E. Phosphocreatine: Molecular and cellular aspects of the mechanism of cardioprotective action. **Current Therapeutic Research**, v. 53, n. 5, p. 565-598, 1993.

SANTOS, M. G. et al. Estudo do metabolismo energético muscular em atletas por P-ERM. **Revista da Associação Médica Brasileira**. São Paulo: v.50, n. 2, p. 127-132, 2004.

SANTOS, R. V. T. et al. The effect of creatine supplementation upon inflammatory and muscle soreness markers after a 30km race. **Life Science**. v, 75, n. 16, p. 1917-1924, 2004.

SEWRIGHT, K. A. et al. Sex differences in response to maximal eccentric exercise. **Med. Sci. Sports Exerc.** v. 40, n. 2, p. 242–251. 2008.

SILVA, F. O. C.; MACEDO, D. V. Exercício físico, processo inflamatório e adaptação uma visão geral. **Rev. Bras Cineantropom Desempenho Hum.** v. 13, n. 4, p. 320-328. 2011.

SMITH, A. E. et al. The effects of a pre-workout supplement containing caffeine, creatine, and amino acids during three weeks of high-intensity exercise on aerobic and anaerobic

performance. **Journal of the international society of sports nutrition**, v. 7, n. 10, p. 1-11, 2010.

SMITH, L.L. et al. Cytokines and cell adhesion molecules associated with high-intensity eccentric exercise. **Eur J Appl Physiol**, v. 82, n. 1-2, p. 61–67, 2000.

SMITH, L.L. Causes of delayed onset muscle soreness and the impact on athletic performance: A review. **J. Appl. Sport Sci. Res.** v.6, n. 3, p. 135–141, 1992.

STANTON, R.; ABT G.A. Creatine monohydrate use among elite Australian power lifters. **J. Strength Cond. Res.** v.14, n. 3, p. 322–327, 2000.

SUTTON, D. **Radiologia e diagnóstico por imagem para estudantes de medicina**. 6^a edição. São Paulo: Editora Roca, 1996.

STONE, M.H et al. Effects of in-season (5 weeks) creatine and pyruvate supplementation on anaerobic performance and body composition in American football players. **Int. J. Sport Nutr.** v. 9, n. 2, p. 146–165, 1999.

SZYMANSKI, D. J. Recommendations for the avoidance of delayed onset muscle soreness. **Strength Cond J.** v. 23, n. 4, 2001.

TANABE, Y. et al. Attenuation of indirect markers of eccentric exercise-induced muscle damage by curcumin. **Eur J Appl Physiol**. n. 115, v. 9, p. 1949-1957, 2015.

TAUSSKY, H. H. A microcolorimetric determination of creatine in urine by the Jaffe reaction. **J Biol Chem**, v. 208, n. 2, p. 853-61, Jun. 1954.

TOTSUKA, M. et al. Break point of serum creatina kinase release after endurance exercise. **J Appl Physiol**, v. 93, n. 4, p. 1280-1286, 2002

TRICOLI, V. Mecanismos envolvidos na etiologia da dor muscular tardia. **Rev. Bras. Cien. e Mov.** v. 9, n. 2, p.39-44, 2001

UGRINOWITSCH, C. **Determinação de equações preditivas para a capacidade de salto vertical de testes isocinéticos em jogadores de voleibol.** 1997. Dissertação (Mestrado) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo.

VEGGI, K et al. Oral creatine supplementation augments the repeated bout effect. **Int J Sport Nutr Exerc Metab.** v. 23, n. 4, p. 378-387, 2013.

VITASSALO, J. T.;RUSCO, H.;RAHKILA,P., Endurance requirements in volleyball. **Can. J. Sports.** v. 12, n. 4, p. 194-201, 1987.

WARREN, G. L; ENNESSY, J. M; M.L. MILLARD-STAFFORD, M. L. Strength loss after eccentric contractions is unaffected by creatine supplementation. **J. Appl. Physiol.** v. 89, n. 2, p. 557–562, 2000.

WILLIAMS, M. H; KREIDER, R. B.; BRANCH, J. D. **Creatina.** São Paulo: Editora manole, 2000.

WILLIAMS, M. H; KREIDER, R. B; BRANCH, J. D. **Creatina.** 2a ed. São Paulo: Manole; 1999.

WYSS, M.; KADDURAH-DAOUK, R. Creatine and creatinine Metabolism. **Physiological Reviews,** v. 80, n. 3, p. 1107-1213, 2000.

YOUNG, W.; WILSON, G.; BYRNE, C. Relationship between strength qualities and performance in standing and run-up vertical jumps. **Journal of Sports, Medicine and Physical Fitness.** v. 39, n. 3, p .285-293, 1999.

9. ANEXOS E APÊNDICES

9.1 Anexo 1- Parecer Consubstanciado

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito da suplementação de creatina sobre desempenho físico e marcadores de lesão muscular em atletas de voleibol.

Pesquisador: Ellen Cristini de Freitas

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 63681716.3.0000.5659

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.966.458

Número do Parecer: 1.966.458

Apresentação do Projeto:

vide parecer anterior.

Objetivo da Pesquisa:

vide parecer anterior.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

vide parecer anterior.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

vide parecer anterior.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

vide parecer anterior.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Pendências foram atendidas.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Endereço: Avenida Bandeirantes, 3900
 Bairro: VILA MONTE ALEGRE CEP: 14.040-907
 UF: SP Município: RIBEIRAO PRETO
 Telefone: (16)3315-0494 E-mail: cep90@usp.br

Página 01 de 02

Continuação do Parecer: 1.966.458

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_842566.pdf	08/03/2017 15:47:03		Aceito
Outros	Carta_resposta_CEP.docx	08/03/2017 15:45:22	Ellen Cristini de Freitas	Aceito

Outros	Carta_resposta_CEP.docx	08/03/2017 15:45:22	Ellen Cristini de Freitas	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Comite.docx	08/03/2017 15:44:36	Ellen Cristini de Freitas	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Comite.doc	08/03/2017 15:43:21	Ellen Cristini de Freitas	Aceito
Folha de Rosto	Novo_Documento_95.pdf	14/12/2016 13:41:58	Ellen Cristini de Freitas	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita apreciação da CONEP:

Não

RIBEIRAO PRETO, 15 de Março de 2017

Assinado por:
 Carlos Roberto Bueno Júnior
 (Coordenador)

9.2 Apêndice 1 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Universidade de São Paulo
 Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Nome da pesquisa – “EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA SOBRE MARCADORES DE LESÃO MUSCULAR E DESEMPENHO FÍSICO EM ATLETAS DE VOLEIBOL”

Profª. Drª. Ellen Cristini de Freitas – Docente responsável/ e-mail: ellenfreitas@usp.br

Av. Bandeirantes, 3900 - Monte Alegre, CEP:14049-907, Ribeirão Preto/SP , Telefone: (16) 3315-0345

Você está sendo convidado a fazer parte de um trabalho de pesquisa.

Leia com bastante atenção as explicações abaixo:

Esta pesquisa visa avaliar os efeitos da suplementação de creatina, sobre marcadores de lesão muscular e desempenho físico. Não apresentando riscos previsíveis para a integridade física, mental ou moral dos participantes. A suplementação será feita em dois momentos, podendo ser em ambos os momentos a creatina ou um produto placebo. Assim, você receberá a suplementação durante 07 dias, após esse período irá receber mais 4 dias na semana subsequente. Espera-se que com a suplementação de creatina, voce tenha um aumento a integridade da célula muscular após o protocolo de indução de lesão, e também uma melhora na resistência da força explosiva, melhorando a qualidade do seu treino e do seu desempenho físico.

Você será submetido às seguintes avaliações nas dependências da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto (EEFERP-USP):

1. Um teste físico será realizados para análise do efeito da creatina ou placebo na força e resistência da força explosiva através de saltos verticais. O teste consiste em você saltar na maior altura possível flexionando os joelhos sem auxílio dos membros superiores, você irá obter três chances para realizar o seu melhor salto com intervalo de 1 minuto de uma chance para a outra. O teste será realizado sobre um tapete de contato que irá informar os a altura de salto alcançada e a potência relativa do mesmo. O teste será realizado em diferentes dias, com intervalo de sete dias do primeiro teste para o segundo, 5 minutos de segundo pro terceiro e 24h de intervalo de terceiro para quarto, quarto para o quinto e quinto para o sexto teste. .

2. Será realizada coleta sanguínea da veia braquial por enfermeira experiente antes de cada esforço (dias dos testes de salto vertical), para posterior análise da creatina sanguínea 6 mL que equivale a uma colher e meia de chá.
3. Realização de medidas de peso e altura, utilizando-se balança e estadiômetro.
4. Você irá receber a suplementação de creatina ou placebo (maltodextrina) (conforme sorteio aleatório) durante sete dias consecutivos, após isso na semana seguinte receberá mais 4 dias de suplementação (fase de manutenção).
5. Um ml de sangue será coletado de você para analisar os níveis de marcadores de lesão muscular (CK e LDH) imediatamente em todos os dias de teste.

Os exames podem causar algum desconforto ou dores com as agulhas para a coleta de sangue e possíveis entorses durante os testes de salto. A suplementação de creatina poderá auxiliar na melhora do desempenho físico, de acordo com a literatura científica, não causará efeitos colaterais. A participação nesta pesquisa não lhe trará gastos, mas caso seja necessário terá o reembolso para eventuais despesas, assim como haverá indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa de acordo com as leis vigentes.

Sua participação não é obrigatória. Você participa apenas se tiver interesse e disponibilidade. Durante a pesquisa você poderá desistir a qualquer momento.

Os resultados obtidos com a pesquisa serão mostrados em congressos e serão publicados em revistas científicas, mas o seu nome não será divulgado de maneira nenhuma, ninguém vai saber que aqueles resultados são seus, garantindo assim sua privacidade. Seu nome não será divulgado para outras pessoas, de forma que sua identidade será mantida em segredo.

É importante salientar que uma via do presente documento irá ficar com você e uma segunda via será arquivada junto aos documentos do projeto a ser desenvolvido pelos pesquisadores, portanto você deverá efetuar duas assinaturas.

O Senhor (a) poderá tirar dúvidas e receber esclarecimentos sobre os resultados da pesquisa a qualquer momento com a pesquisadora responsável Profa. Dra. Ellen Cristini de Freitas (16) 3315-0345 da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto (EEFERP-USP).

Eu, _____, portador (a) do RG _____, recebi as informações acima da pesquisa de maneira clara e ciente dos meus direitos e que em qualquer momento poderei solicitar novas informações.

Ribeirão Preto_____ de _____ 2016.

Participante ou Responsável

Profª Drª Ellen Cristini de Freitas

Av. Bandeirantes, 3900 - Monte Alegre

CEP: 14049-907 Ribeirão Preto/SP

Telefone: (16) 3315-0345

Email: ellenfreitas@usp.br

Para notificação de qualquer situação, relacionada com a ética, que não puder ser resolvida pelos pesquisadores deve-se entrar em contato com a:

Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto-USP

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP - EEFERP - USP

Avenida dos Bandeirantes, 3900 – CEP: 14040-907 - Ribeirão Preto - SP

Fones: (16) 3315-0494

e-mail: cep90@usp.br

Homepage: <http://www.eeferp.usp.br/>

9.3 Apêndice 2 - Diário de Treino

Diário de Treino do Atleta

Projeto “Efeito da suplementação de creatina sobre marcadores de lesão muscular e desempenho físico em atletas de voleibol”

Responsáveis: Profa. Dra. Ellen Cristini de Freitas EEFERP USP

Maicon C. Santi EEFERP USP

TABELA DE FOSTER

CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO
0	REPOUSO
1	MUITO FÁCIL
2	FÁCIL
3	MODERADO
4	POUCO DIFÍCIL
5	DIFÍCIL
6	

7	MUITO DIFÍCIL
8	

9	
10	MÁXIMO

DIÁRIO DE TREINO

DATA	HORÁRIO DE INICIO	MODALIDADE	DURAÇÃO	O QUE FOI REALIZADO?	FOSTER
1. Você está sentindo alguma dor? Onde? Especifique					
2. Você tem percebido melhora no treinamento?					
3. Você está com alguma dificuldade que possa influenciar seu rendimento?					
4. Hoje você tomou as 4 doses de creatina fornecidas pela pesquisa em diferentes horários?					

9.4 Apêndice 3 - Registro Alimentar

Nome: _____

Diário Alimentar- Primeiro dia: __/__/____

Horário	Refeição	Alimentos	Quantidade
----------------	-----------------	------------------	-------------------

	Café da manhã		
	Lanche		
	Almoço		
	Lanche		
	Jantar		
	Ceia		

- Total de água ingerido: _____

Diário Alimentar- Segundo dia: __/__/__

Horário	Refeição	Alimentos	Quantidade
	Café da manhã		
	Lanche		
	Almoço		
	Lanche		
	Jantar		
	Ceia		

- Total de água ingerido:_____

Observações:

Diário Alimentar- Terceiro dia: __/__/__

Horário	Refeição	Alimentos	Quantidade
	Café da manhã		
	Lanche		
	Almoço		
	Lanche		

	Jantar		
	Ceia		

- Total de água ingerido: _____

Observações:

9.5 – Apêndice 4 - Escala visual de percepção de dor.

Orientação para a utilização da Escala Analógica Visual

Após a leitura da régua de 10 cm, onde a marca da esquerda representa ausência de dor e a marca da direita representa a pior dor suportável, marque com um ponto ao longo da linha vertical o local que melhor identifique a sua dor.

Sem dor _____ Dor intensa