



IVY DE PAULA OLIVEIRA

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA
EM VEGETARIANOS PRATICANTES DE EXERCÍCIOS:
UMA REVISÃO**

LAVRAS-MG

2023

IVY DE PAULA OLIVEIRA

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA EM VEGETARIANOS
PRATICANTES DE EXERCÍCIOS: UMA REVISÃO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Nutrição, para obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Wilson César de Abreu

Orientador

LAVRAS-MG

2023

Efeitos da suplementação de creatina em vegetarianos praticantes de exercícios: uma revisão

Ivy de Paula Oliveira, Wilson César de Abreu

Formatado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

RESUMO

Os benefícios da dieta vegetariana são diversos e tem atraído cada vez mais indivíduos interessados em adotar um estilo de vida mais saudável, especialmente atletas. A suplementação de creatina resulta em um aumento da creatina intramuscular e pode melhorar o desempenho em exercícios de alta intensidade e curta duração, hipertrofia muscular e força máxima. A concentração muscular de creatina tende a ser menor em vegetarianos, já que a ingestão dessa substância é praticamente insignificante devido a ausência ou baixa ingestão de carne. Por este motivo, os indivíduos vegetarianos podem experimentar maior benefício deste suplemento. Desse modo, esta revisão tem como objetivo verificar os efeitos da suplementação de creatina sobre os níveis de creatina muscular e o desempenho físico em indivíduos vegetarianos. A revisão englobou publicações encontradas nas bases de dados eletrônicas Pubmed, Web Of Science e Google Scholar até 10 de fevereiro de 2023. Os resultados dos estudos avaliados mostram que o aumento da concentração de creatina muscular foi maior em indivíduos que consumiam uma dieta vegetariana. Em relação ao desempenho, não foi encontrado diferença significativa entre os grupos, exceto pelo trabalho total e massa livre de gordura que foram maiores em vegetarianos comparado a onívoros. Após a revisão realizada no

presente trabalho, conclui-se que há dados insuficientes na literatura sugerindo melhores efeitos da suplementação de creatina sobre o desempenho físico de vegetarianos. Desta forma, é importante realizar pesquisas futuras avaliando a suplementação a longo prazo em atletas vegetarianos e os efeitos entre os diferentes tipos de vegetarianismo.

Palavras-chave: Vegano. Suplemento nutricional. Desempenho Esportivo. Atleta. Efeito ergogênico.

ABSTRACT

The benefits of a vegetarian diet are diverse and have attracted more and more individuals interested in adopting a healthier lifestyle, especially athletes. Creatine supplementation results in an increase of intramuscular creatine and can improve performance in high-intensity, short-duration exercises, muscle hypertrophy and maximum strength. The muscle creatine concentration tends to be lower in vegetarians, since the intake of this substance is practically negligible due to the absence or low intake of meat. For this reason, vegetarian individuals may experience greater benefit from this supplement. Thus, this review aims to verify the effects of creatine supplementation on muscle creatine levels and physical performance in vegetarian individuals. The review encompassed publications found in the electronic databases Pubmed, Web Of Science and Google Scholar until February 10, 2023. The results of the studies evaluated show that the increase in muscle creatine concentration was higher in individuals who consumed a vegetarian diet. Regarding performance, no significant difference was found between the groups, except for total work and fat-free mass that were higher in vegetarians

compared to omnivores. After the review performed in this paper, it is concluded that there is insufficient data in the literature suggesting better effects of creatine supplementation on the physical performance of vegetarians. Thus, it is important to conduct future research evaluating long-term supplementation in vegetarian athletes and the effects between different types of vegetarianism.

Keywords: Vegan. Nutritional supplementation. Sports Performance. Athlete. Ergogenic effect.

INTRODUÇÃO

A creatina é um ácido orgânico nitrogenado sintetizado endogenamente a partir de arginina, glicina e metionina pelo fígado, rins e pâncreas. A maior parte, aproximadamente 95%, é armazenada no músculo esquelético, sendo que cerca de dois terços se encontram em forma de fosfocreatina (PCr) e o restante em sua forma livre (Cr) (Harris, 2011; Sahlin e Harris, 2011). A suplementação de creatina resulta em aumento da concentração de Cr e PCr intramuscular e pode melhorar o desempenho em exercícios de alta intensidade e curta duração, potencializando os ganhos de força e de massa muscular induzidos pelo treinamento (Buford e colaboradores, 2007, Burke e colaboradores, 2008; Kreider e colaboradores, 2017). Além disso, estudos também sugerem uma melhora da recuperação muscular em treinamentos intensos associada a suplementação de creatina (Kreider e colaboradores, 2010; Cooke e colaboradores, 2009; Nelson e colaboradores, 2001).

Tem sido observado que indivíduos vegetarianos experimentam maior benefício deste suplemento, já que este tipo de dieta reduz os estoques de creatina

muscular (Burke e colaboradores, 2003; Brosnan e Brosnan, 2016). Enquanto indivíduos onívoros obtêm ~1 grama de Cr/dia através da dieta, os vegetarianos possuem uma ingestão insignificante desta substância, devido a ausência ou baixa ingestão de alimentos fontes, como peixes e carnes (Barr e Rideout, 2004). Por este motivo, a concentração muscular de Cr tende a ser menor em vegetarianos ($\cong 90-110$ mmol/kg de músculo seco) comparado a onívoros ($\cong 120$ mmol/kg músculo de seco), possibilitando que este público experimente maiores benefícios com a suplementação (Brosnan e Brosnan, 2016).

Em um trabalho realizado em 2003, Burke e colaboradores mostraram através de biópsias musculares que as reservas totais de creatina eram menores em indivíduos vegetarianos e que após serem submetidos a suplementação desta substância houve um aumento de creatina total, PCr, massa livre de gordura e alterações na área de fibra tipo II, além de resultar em melhor desempenho quando comparados aos indivíduos onívoros. Assim, foi sugerido que as concentrações iniciais de creatina muscular afetam o aumento no conteúdo desta substância com a sua suplementação, e logo, quanto maior o aumento da Cr na musculatura, maior amplitude de efeito da suplementação.

O vegetarianismo tem ganhado cada vez mais visibilidade com o crescimento das mídias sociais e o aumento de atletas de alto nível que adotam este tipo de dieta, como o ex-campeão mundial dos pesos-pesados, David Haye e a ex-número 1 do ranking de simples e de duplas no tênis, Venus Williams. Em 2018, uma pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística e encomendada pela Sociedade Vegetariana Brasileira (SVB), mostrou que 14% dos brasileiros (cerca de 30 milhões) se declaram vegetarianos (Ipobe Inteligência, 2018). De acordo com a Sociedade Vegetariana Brasileira (2012), a dieta

vegetariana é aquela que exclui todos os tipos de carne, aves, peixes e frutos do mar, podendo ou não incluir laticínios ou ovos. Dentro deste padrão alimentar, a dieta vegetariana pode ainda ser classificada de acordo com o consumo de subprodutos animais. A adoção de uma dieta vegetariana têm se tornado popular e atraído cada vez mais indivíduos interessados em mudar a alimentação, sobretudo a partir da percepção dos benefícios à saúde que uma dieta vegetariana pode proporcionar (Barr e Rideout, 2004). Quando realizadas de maneira adequada, as dietas vegetarianas podem ser uma alternativa saudável para atletas, desde que supra as necessidades nutricionais de macro e micronutrientes e atenda os requisitos dietéticos básicos (Rogerson, 2017).

Diante do número crescente de indivíduos vegetarianos e dos possíveis impactos dessa dieta na concentração de creatina muscular que pode afetar o desempenho físico, o presente trabalho visa verificar os efeitos da suplementação de creatina sobre os níveis de creatina muscular e o desempenho físico em indivíduos vegetarianos.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão de literatura do tipo narrativa com objetivo de verificar os possíveis efeitos da suplementação de creatina em vegetarianos engajados em treinamento físico. Foram utilizados artigos científicos originais ou de revisão disponibilizados na íntegra nas bases de dados eletrônicas Pubmed, Web Of Science e Google Scholar até 10 de fevereiro de 2023, não houve restrições quanto à data de publicação. Foram utilizados os seguintes descritores na língua inglesa e portuguesa: “creatine” AND “(vegetarian OR vegan OR vegetarianism OR veganism)”.

Os artigos encontrados foram selecionados através da leitura prévia dos resumos, conclusões e leitura breve do conteúdo, sendo escolhidos os de maior relevância sobre o tema abordado na presente revisão. Para os critérios de inclusão dos estudos considerou-se somente ensaios que avaliaram os efeitos da suplementação de creatina no tecido muscular e nas concentrações plasmáticas.

REVISÃO DA LITERATURA

Biodisponibilidade e biossíntese

A creatina é uma substância não essencial que pode ser sintetizada pelo corpo ou adquirida por meio da dieta (Dorrell, Gee e Middleton, 2016). Indivíduos que adotam dieta onívora contendo alimentos ricos em creatina como a carne bovina (~4,5g/kg), carne suína (~5,0g/kg) aves (~4g/kg) e peixes, como atum (~4,0g/kg), salmão (~4,5g/kg) e bacalhau (~3,0g/kg), possuem um conteúdo de creatina muscular de ≈ 120 mmol/kg músculo de seco, sendo superior a indivíduos que seguem uma dieta vegetariana, onde a concentração muscular é de $\approx 90-110$ mmol/kg de músculo seco (Brosnan e Brosnan, 2016). Os ovolactovegetarianos e lactovegetarianos ingerem uma quantidade insignificante de creatina por meio da dieta (Solis e colaboradores, 2014), enquanto os vegetarianos estritos e veganos não recebem creatina dietética (Edison e colaboradores, 2013).

A necessidade diária para um homem de 70 kg é estimada em 2 g. A síntese endógena de creatina fornece cerca de metade das nossas necessidades diárias de creatina e o restante é obtido através da dieta (Kerksick e colaboradores, 2018; Thomas, Erdman e Burke, 2016). A creatina advinda da dieta é prontamente

absorvida independente da fonte, embora possa haver algumas perdas durante o cozimento devido ao processo de degradação da creatina (Harris e colaboradores, 2002; Harris e colaboradores, 1997). O cozimento de carnes e aves por 20 minutos pode acarretar perda de 20% de creatina, enquanto o cozimento por até 60 minutos pode reduzir o teor de creatina em até 30% em produtos cárneos (Brosnan e Brosnan, 2016). Após ser absorvida e atingir a corrente sanguínea, aumentando os níveis plasmáticos, a creatina será transportada para os tecidos através de transportadores específicos (CreaT1 e CreaT2), aumentando então o conteúdo de creatina tecidual (Brosnan e Brosnan, 2016; Jäger e colaboradores, 2011). Diariamente estima-se que 1-2% da creatina corporal seja degradada a creatinina de forma não enzimática e excretada pelos rins (Balsom, Söderlund e Ekblom, 1994; Harris e colaboradores, 1992).

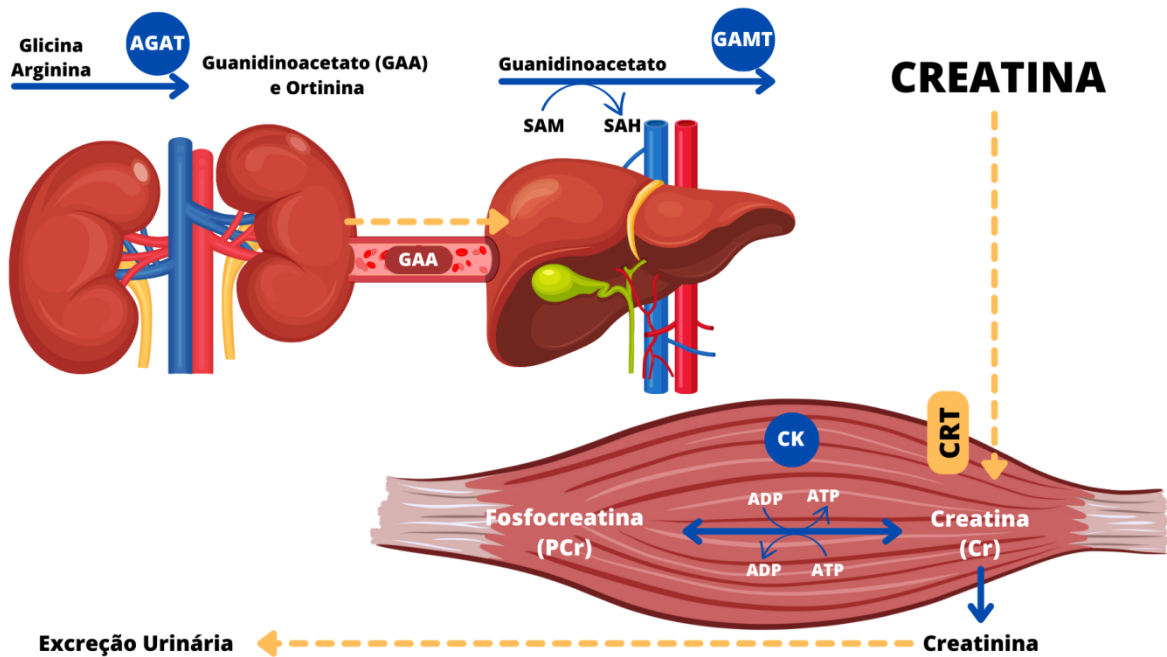
A ingestão dietética de creatina pode afetar de maneira diferente sua concentração nos tecidos corporais. No estudo realizado em 2014 por Solis e colaboradores, foi observado que vegetarianos tinham baixa concentração de creatina plasmática, mas que os níveis de concentração no cérebro eram os mesmos que em onívoros, sugerindo que a ingestão de creatina na dieta não foi capaz de determinar a concentração de creatina no cérebro. Contudo, em estudos que avaliaram os níveis de creatina muscular, foi observado uma menor concentração no tecido muscular de vegetarianos (Harris e colaboradores, 1992; Burke e colaboradores, 2003).

A suplementação de creatina é capaz de otimizar os estoques musculares, visto que as reservas de creatina não se encontram em níveis máximos apenas com a ingestão de fontes alimentares (Kreider e Stout, 2021; Wallimann, Tokarska-Schlattner e Schlattner, 2011). A forma mais estudada e comprovadamente

eficaz de creatina encontrada em suplementos nutricionais para uso é a creatina monohidratada (CrM), que tem como característica o aumento de creatina livre e de fosfocreatina, que é a forma ativa responsável por repor os estoques de energia (Kerksick e colaboradores, 2018; Kreider e colaboradores, 2017; Thomas, Erdman e Burke, 2016). Um trabalho realizado em 2008, por Deldicque e colaboradores, mostrou que a absorção da creatina em sua forma monohidratada é bem próxima de 100%. Além disso, alguns estudos sugerem que a suplementação de monohidrato de creatina combinada com carboidratos ou carboidratos e proteínas, pode ser eficaz em aumentar a retenção de creatina intramuscular em cerca de 25% (Green e colaboradores, 1996; Steenge, Simpson e Greenhaff, 2000).

A síntese endógena de Cr ocorre em duas etapas com a participação dos aminoácidos glicina, arginina e metionina (Figura 1). A primeira reação ocorre predominantemente nos rins e envolve uma reação entre glicina e arginina catalisada pela enzima glicina amidinotransferase (AGAT), formando um composto intermediário chamado guanidinoacetato. Este por sua vez, será liberado na corrente sanguínea, captado pelo fígado e onde irá sofrer uma reação uma metilação catalisada pela enzima GATM (guanidinoacetato metiltransferase), usando s-adenosil metionina (SAM), produzido a partir da metionina, como um doador de metil. Após ser sintetizada, a creatina é exportada do fígado para o sangue e é absorvida por células que expressam os transportadores de creatina, tais como, músculos, coração, cérebro e testículos (Snow e Murphy, 2001; Kazak e Cohen, 2020). Quando captada pelo músculo, parte da creatina fica em sua forma livre e cerca de dois terços será reversivelmente fosforilada para creatina fosfato (fosfocreatina) pela enzima creatina quinase (Harris, 2011; Champe e Harvey, 2002).

Figura 1 - Síntese Endógena de Creatina



Mecanismos de ação

A fosfocreatina (PCr) é a molécula em sua forma ativa que atua no sistema ATP-CP (Silverthorn, 2003), promovendo a regeneração de ATP a partir do ADP em uma reação catalisada pela enzima creatina quinase (Schlattner e colaboradores, 2016). A PCr é muito importante em exercícios de alta intensidade e curta duração (de 0 a 30 segundos) (Balsom e colaboradores, 1993; Wax e colaboradores, 2021). Isso porque durante este tipo de atividade, que tem alta demanda energética, o ATP será gasto em uma velocidade maior do que é sintetizado. Logo, a fosfocreatina, regenera rapidamente os estoques de ATP, fornecendo energia para a contração muscular (Ydfors e colaboradores, 2016).

Além disso, estudos realizados com a suplementação de creatina em exercícios com duração maior que 30 segundos e que utilizam predominantemente a via glicolítica para produção de energia, demonstraram aumento do desempenho

através do aumento de glicogênio muscular, trazendo resultados na recuperação entre repetidas sessões de exercício físico, devido o aumento da ressíntese de fosfocreatina (Volek e Rawson, 2004). Ou seja, adaptações metabólicas como o aumento de fosfocreatina, glicogênio muscular e a rápida ressíntese de PCr, são mecanismos através dos quais a creatina exerce efeitos ergogênicos (Derave e colaboradores, 2003; Yquel e colaboradores, 2002).

Volek e colaboradores, em 1999, mostraram ainda que a suplementação de creatina juntamente com o treinamento, resultam em aumento de força e resistência muscular, levantando a hipótese de que a suplementação crônica não possui apenas efeito direto no músculo esquelético, atuando na síntese proteica, mas aumenta na capacidade de realizar trabalho, fazendo com que os atletas consigam treinar em níveis mais altos de volume e intensidade.

Outro mecanismo de ação estudado é o *turnover protéico*, que integra os processos de síntese e degradação de proteínas. Foi demonstrado no trabalho de Häussinger e colaboradores, em 1993, que a hidratação celular durante a suplementação de creatina é capaz de impactar positivamente a renovação protéica, especialmente reduzindo a degradação proteica. Porém, diversos outros estudos foram realizados e nenhum foi capaz de associar um provável aumento de massa magra a suplementação de creatina mediada através do aumento do *turnover protéico* (Parise e colaboradores, 2001; Louis e colaboradores, 2003).

Há também algumas indicações de que a suplementação de creatina pode ser capaz de reduzir danos musculares, como por exemplo lesões, câimbras e tensões, além de melhorar a capacidade de recuperação entre treinamentos de elevado estresse muscular (Rawson, Gunn e Clarkson, 2001). Atualmente há dados insuficientes para afirmar que a suplementação de creatina pode levar a tal efeito,

mas o trabalho de Saks e colaboradores em 1996, demonstrou que no tecido cardíaco, a fosfocreatina reduziu o dano tecidual, através da estabilização da membrana fosfolipídica. Cabe ressaltar, que os mecanismos de ação da creatina responsáveis pelos seus efeitos ergogênicos não estão totalmente elucidados, sendo necessários mais estudos para esclarecer tais efeitos.

Efeitos da dieta vegetariana nos níveis de creatina

Vegetarianos excluem de sua dieta carnes, peixes e aves que são as principais fontes de creatina dietética. Logo, é esperado que os indivíduos vegetarianos, tenham níveis menores de Cr no plasma, músculos e outros tecidos comparados aos onívoros (Barr e Rideout, 2004; Solis e colaboradores, 2017).

Um trabalho realizado por Burke e colaboradores em 2003, teve como objetivo primário determinar se a dieta vegetariana habitual resultava em uma redução nos níveis de creatina livre, fosfocreatina e creatina total. Os resultados obtidos demonstraram que houve diferença significativa ($P < 0,05$), quando avaliado a concentração de creatina total, sendo esta menor em indivíduos vegetarianos.

Em 2002, Lukaszuk e colaboradores demonstraram em seu trabalho realizado com 26 indivíduos saudáveis, adultos, do sexo masculino e onívoros, que após serem submetidos a uma dieta ovolactovegetariana durante 21 dias, houve diminuição significativa nos níveis de TCr em 9,6% quando comparado aos onívoros (1,6%).

O mesmo pode ser observado no estudo de Blancquaert e colaboradores, 2018, que após 3 meses da adoção de uma dieta ovolactovegetariana por indivíduos onívoros, houve redução da TCr de 14,7% no grupo vegetariano suplementado com placebo.

Até o momento, estudos indicam que as concentrações de creatina são menores no sangue e músculos, mas semelhantes no cérebro. Em vegetarianos, a concentração de creatina no sangue pode ser até 50% inferior do que é encontrado em indivíduos onívoros (Blancquaert e colaboradores, 2018; Shomrat, Weinstein e Katz, 2000; Maccormick e colaboradores, 2004). Já as biópsias musculares indicam que a creatina total, fosfocreatina e creatina livre podem ser até 26% inferiores em indivíduos vegetarianos (Watt, Garnham e Snow, 2004; Burke e colaboradores 2003; Lukaszuk e colaboradores, 2002). No entanto, Solis e colaboradores (2014) mostraram que as concentrações de creatina no cérebro vegetarianos e onívoros eram semelhantes (veg=5.999UI; oniv=5.917UI) apesar dos onívoros terem um consumo dietético de creatina significativamente maior que os vegetarianos (veg=0,03g/d; oniv=1,34g/d, p=0,0005).

Efeitos da suplementação de creatina em vegetarianos

Tabela com os estudos envolvendo a suplementação de creatina em indivíduos vegetarianos

| Referência | Participantes | Desenho/protocolos | Resultados |
|---------------------------------------|---|---|--|
| Blancquaert e colaboradores (2018) | 40 adultos, sexo feminino, onívoros. | Duplo cego, randomizado, projeto de 6 meses. 30 receberam dieta ovolactoveg. (SCr=15 e Pla=15) e 10 oniv. (controle) Suplementação de CrM 1g/d combinada com B-alanina 0,8-0,4g/d. Teste incremental de ciclismo, aquecimento de 3min a 40W, carga de trabalho foi aumentada em 40W a cada 3min até limite de 60rpm. Análise antes e após teste: pH e lactato por amostra de sangue capilar, VO2máx e TE. Avaliações antes, durante (3 meses) e após suplementação: [] TCr por biópsia do vasto lateral e nível do plasma. | Em 3 meses, biópsia muscular mostrou aumento de TCr (9,7%) no grupo veg+Cr e redução de 14,7% no grupo veg+pla. Níveis plasmáticos de Cr em 6 meses, aumento de TCr (195%) no grupo veg+Cr e redução de 46% no grupo veg+pla e nenhuma alteração no grupo controle. VO2máx e TE não diferiram entre os grupos, assim como pH e lactato tiveram um aumento em todos os sujeitos e não apresentaram ≠ significativa entre os grupos. |
| Burke e colaboradores, (2003), (2008) | 42 adultos de ambos os sexos, atletas recreativos, 18 vegetarianos (3 veganos + 15 ovolactovegetarianos – 10F e 8M) há no mínimo 3 anos e 24 onívoros (12M +12M). | Duplo cego, randomizado, 8 semanas de treino de força >70%1RM 5-6 vezes/semana. Suplementação CrM 0,25 g/kg/MLG/d durante 7 dias + 0,0625 g/kg/MLG/d, durante 49 dias. Avaliações antes e após suplementação: [] TCr e PCr por biópsia do vasto lateral, MLG, 1RM e trabalho total no supino e leg press 180°. | □ Maior aumento TCr (25%) e PCr (37%) em vegetarianos comparado a onívoros (TCr=7% e PCr=11%). Força máxima aumentou com suplementação Cr, mas sem ≠ entre vegetarianos e onívoros. O trabalho total foi maior no veg. após SCr. MLG foi maior (p<0,05) nos Vegetarianos (2,4kg) comparado aos onívoros (1,9kg). SCr aumentou IGF-1, mas sem ≠ entre veg. e oniv. |
| MacCormick e colaboradores, (2004) | 17 jovens, sexo feminino 11 onívoros e 6 vegetarianos (ovolactovegetarianos) há no mínimo 4 meses, fisicamente ativos. | Duplo cego, randomizado, suplementação CrM 0,3g/kg/MLG/d durante 5 dias, iniciando no 16° d do ciclo menstrual. Grupo veg+Cr (n=6), oniv+Cr (n=6), o:n=5). Isenção de atividade física durante o estudo. Avaliações antes e após suplementação: [] Cr plasmática e nas hemácias. | Maior aumento Cr plasmática (258%) e hemácias (140%) em vegetarianos comparado a onívoros (Cr plasmática=116% e hemácias=53%). A [] inicial de Cr na hemácias foi significativamente menor no grupo veg. Porém, não houve diferença significativa no teor final de Cr nas hemácias de vegetarianos e onívoros. |
| Watt, Garnham e | 14 adultos, sexo masculino 7 | Duplo cego, randomizado, cruzado com washout | Níveis basais de TCr e PCr eram menores em vegetarianos |

| | | | |
|----------------------------------|---|--|--|
| Snow, (2004) | onívoros, 7 vegetarianos (4 veganos + 3 ovolactovegetarianos). | de 5 semanas. Suplementação de CrM 0,4g/kg/d durante 5 dias. Avaliação antes, durante (dia 1) e após suplementação: [] TCr e PCr por biópsia do vasto lateral e sangue, e desempenho no teste (wingate 2 x 30s separados por 4min). Medição da expressão gênica de CreaT. | (14,6% e 9,5% respectivamente). Após 5d SCr, houve maior aumento TCr (75%) em vegetarianos comparado a onívoros (TCr=36%), PCr foi semelhante em ambos os grupos (~31%), ambos grupos tiveram um aumento (P < 0,05) da potência média de saída no sprint 2 no teste Wingate. A expressão do gene CreaT não foi alterada com o vegetarianismo. Aumentou em ambos grupos 1d após SCr e retornou ao basal após 5d de SCr. |
| Lukaszuk e colaboradores, (2002) | 26 adultos, sexo masculino, onívoros, fisicamente ativos. | Duplo cego, randomizado, durante 26 dias, 12 receberam dieta ovolactoveg. e 14 dieta oniv. Suplementação de CrM 0,3g/kg/d nos últimos 5d. Avaliação antes, durante (dia 22) e após suplementação: [] TCr e PCr por biópsia do vasto lateral. Não houve treinamento de força. | Diminuição da TCr (9,6%) em veg. e (1,6%) em oniv. após 21 dias de dieta. Maior aumento TCr (20%) e PCr (11%) em vegetarianos comparado a onívoros (TCr=9,84% e PCr=↓13%), após período de SCr. A [] final de TCr e PCr foram semelhantes em ambos os grupos. |
| Shomrat, Weinstein e Katz (2000) | 24 adultos, sexo masculino, ativos, 7 vegetarianos e 17 onívoros. | Único cego (participantes), placebo controlado. Grupo veg. (n=7) e Oniv. (n=9) receberam 7 dias de suplementação de CrM, (21g/d CrM + 15g glicose÷ 3 doses). Grupo controle (n=8, oniv.) receberam 15g glicose÷ 3 doses. Teste wingate em cicloergômetro (3 séries de 20s separados por 4 min. de descanso). Avaliação antes e após SCr: Cr plasmática, potência média (Wm), potência de pico (Wp), fadiga, lactato. | Cr plasmática aumentou expressivamente em ambos os grupos. Houve aumento da Wm (≈5%) em ambos os grupos suplementados com CrM. A Wp aumentou significativamente apenas no grupo oniv. Suplementado com CrM. O grupo controle não apresentou alterações nos parâmetros avaliados. |

SCr, suplementação de creatina; CrM, creatina monohidratada; MLG, massa livre de gordura; TE, tempo de exaustão; Wm, potência média; Wp, potência de pico.

A suplementação de 20g/d creatina monohidratada durante 5 a 7 dias ou o consumo de 2 a 5 gramas por dia a longo prazo é capaz aumentar a concentração muscular até seus níveis máximos (150-160 mmol/kg de músculo seco), que ao ser alcançado, não pode ser excedido (Greenhaff, 1995). Considerando que vegetarianos possuem concentrações iniciais de creatina nos músculos menores que onívoros, é esperado que a suplementação promova um aumento maior das concentrações musculares de creatina em vegetarianos (Harris e colaboradores, 1992; Burke e colaboradores, 2003).

Foram selecionados 7 estudos que investigaram os efeitos da suplementação de creatina em sujeitos vegetarianos ou onívoros submetidos a dieta vegetariana (Tabela 1). O aumento do teor de creatina muscular foi maior em vegetarianos comparados aos onívoros (Lukaszuk e colaboradores, 2002; Burke e colaboradores, 2003; Watt, Garnham e Snow, 2004; Blancquaert e colaboradores, 2018). Da mesma forma, o teor de creatina plasmática também teve um aumento mais expressivo em vegetarianos (MacCormick e colaboradores, 2004; Watt, Garnham e Snow, 2004; Blancquaert e colaboradores, 2018). Em um estudo foi observado que a suplementação de creatina promoveu aumento significativamente maior de Cr em hemácias de vegetarianos comparado a onívoros (MacCormick e colaboradores, 2004). Apesar de vários estudos mostrarem maior aumento da concentração de Cr em vegetarianos, a concentração final de creatina total e fosfocreatina foi semelhante em ambos os grupos (Lukaszuk e colaboradores, 2002; Burke e colaboradores, 2003). No entanto, no estudo de MacCormick e colaboradores (2004) os autores verificaram que a creatina muscular total final era maior em vegetarianos comparado aos onívoros, mas a PCr final era igual em ambos os grupos.

Foi demonstrado em dois estudos que a adoção de dieta vegetariana por sujeitos onívoros promove uma redução significativa das concentrações de creatina (Lukaszuk e colaboradores, 2002; Blancquaert e colaboradores, 2018). Lukaszuk e colaboradores (2002) mostraram que apenas 21 dias de dieta vegetariana foi capaz de reduzir as concentrações musculares de Cr em 9,6%.

Entre os estudos selecionados, quatro deles avaliaram os indivíduos durante treinamentos específicos. Os resultados encontrados demonstram que ao avaliar o desempenho durante o teste de Wingate, houve aumento da potência média (Wm) no grupo vegetariano e onívoro suplementados com Cr, mas sem diferença significativa entre os grupos (Shomrat, Weinstein e Katz, 2000; Watt, Garnham e Snow, 2004). No entanto, no estudo de Shomrat, Weinstein e Katz (2000) a potência de pico aumentou significativamente apenas no grupo de onívoros suplementados com creatina no estudo. Quando indivíduos foram submetidos a um teste incremental de ciclismo e diante os parâmetros avaliados, como pH, lactato, VO₂máx e TE, não foi encontrado diferença significativa entre os grupos, apesar de apresentar efeitos positivos em ambos grupos suplementados com creatina (Blancquaert e colaboradores, 2018). Os efeitos da suplementação da creatina sobre a força máxima (1 RM) e trabalho total foi avaliado no estudo de Burke e colaboradores (2003). Os autores observaram aumento semelhante da força máxima e maior aumento do trabalho total e massa livre de gordura em vegetarianos comparado a onívoros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após analisar os estudos utilizados nesta revisão, podemos observar que apesar do aumento da concentração de creatina muscular ter sido maior ao suplementar indivíduos que consumiam uma dieta vegetariana, as concentrações finais se mostraram semelhantes em ambos os grupos, sendo explicado pelo fato de que ao atingir os níveis máximos de estoque de Cr, a concentração não continua aumentando, atingindo um teto. Além disso, a avaliação de desempenho não demonstrou diferenças significativas quando realizado testes de potência anaeróbia e força máxima. Apenas um estudo mostrou melhora significativa do trabalho total em vegetarianos suplementados com creatina comparado a onívoros. A escassez de estudos que compararam os efeitos da suplementação de creatina sobre o desempenho físico de onívoros e vegetarianos e a inconsistência dos resultados observados dificultam a interpretação deste evento.

Diversos fatores podem influenciar o resultado da suplementação de creatina. A falta de grupo controle em alguns estudos, os diferentes protocolos de suplementação utilizados entre eles, sendo o tempo de suplementação um fator importante, além de determinar a quanto tempo o indivíduo segue uma dieta vegetariana. E também é claro, determinar o tipo de atividade física praticada e avaliar os efeitos da suplementação entre os diferentes tipos de treinamento.

Uma grande limitação dos estudos apresentados é que a maioria dos indivíduos avaliados não são atletas, onde apenas um dos estudos avalia atletas recreativos. Sendo assim, é de grande importância para pesquisas futuras, avaliar o efeito da suplementação de creatina a longo prazo em atletas vegetarianos, visto que esse público segue uma rotina rígida de treinamento. Além de avaliar os efeitos da suplementação de creatina entre os diferentes tipos de vegetarianismo.

Por fim, é importante ressaltar que para garantir melhores resultados no desempenho, todos os requisitos dietéticos básicos devem ser atendidos, garantindo a ingestão adequada de energia, macro e micronutrientes, em especial a ingestão de proteínas pelo público vegetariano. Destacando o papel fundamental do nutricionista, para determinar um planejamento adequado e individual, a fim de unir a suplementação com outros fatores importantes para que seja possível alcançar os objetivos desejados.

REFERÊNCIAS

Balsom, P.D.; Ekblom, B.; Söderlund, K.; Sjödln, B.; Hultman, E. Creatine supplementation and dynamic high-intensity intermittent exercise. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* Vol. 3. Num. 3. 1993. p. 143-149.

Balsom, P.D.; Söderlund, K.; Ekblom, B. Creatine in humans with special reference to creatine supplementation. *Sports medicine*. Vol. 18. Num. 4. 1994. p. 268-280.

Barr, S.I.; Rideout, C.A. Nutritional considerations for vegetarian athletes. *Nutrition*. Vol. 20. Num. 7-8. 2004. p. 696-703.

Blancquaert, L.; Baguet, A.; Bex, T.; Volkaert, A.; Everaert, I.; Delanghe, J.; Derave, W. Changing to a vegetarian diet reduces the body creatine pool in omnivorous women, but appears not to affect carnitine and carnosine homeostasis: a randomised trial. *British journal of nutrition*. Vol. 119. Num. 7. 2018. p. 759-770.

Buford, T.W.; Kreider, R.B.; Stout, J.R.; Greenwood, M.; Campbell, B.; Spano, M.; Ziegenfuss, T.; Lopez, H.; Landis, J.; Antonio, J. International Society of Sports Nutrition position stand: creatine supplementation and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Vol. 4. Num. 1. 2007. p. 1-8.

Brosnan, M.E.; Brosnan, J.T. The role of dietary creatine. *Amino acids*. Vol. 48. Num. 8. 2016. p. 1785-1791.

Burke, D.G.; Chilibeck, P.D.; Parise, G.; Candow, D.G.; Mahoney, D.; Tarnopolsky, M. Effect of creatine and weight training on muscle creatine and performance in vegetarians. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 35. Num. 11. 2003. p. 1946-1955.

Burke, D.G.; Candow, D.G.; Chilibeck, P.D.; MacNeil, L.G.; Roy, B.D.; Tarnopolsky, M.A.; Ziegenfuss, T. Effect of creatine supplementation and resistance-exercise training on muscle insulin-like growth factor in young adults. *International Journal of Sport Nutrition & Exercise Metabolism*. Vol 18. Num. 4. 2008.

Champe, P.C.; Harvey, R.A. *Bioquímica ilustrada*. 2 ed.: São Paulo: Artmed, 2002.

Cooke, M.B.; Rybalka, E.; Williams, A.D.; Cribb, P.J.; Hayes, A. Creatine supplementation enhances muscle force recovery after eccentrically-induced muscle damage in healthy individuals. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Vol. 6. Num. 1. 2009. p. 13.

Deldicque, L.; Atherton, P.; Patel, R.; Theisen, D.; Nielens, H.; Rennie, M.J.; Francaux, M. Effects of resistance exercise with and without creatine supplementation on gene expression and cell signaling in human skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 104. Num. 2. 2008. p. 371-378.

Derave, W.; Eijnde, B.O.; Verbesseren, P.; Ramaekers, M.; Van Leemputte M, Richter, E.A.; Hespel, P. Combined creatine and protein supplementation in conjunction with resistance training promotes muscle GLUT-4 content and glucose tolerance in humans. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 94. Num. 5. 2003. p. 1910-1916.

Dorrell, H.; Gee, T.; Middleton, G. An update on effects of creatine supplementation on performance: a review. *Sports Nutrition and Therapy*. Vol. 1. Num. 1. 2016. p. e107-e107.

Edison, E.E.; Brosnan, M.E.; Aziz, K.; Brosnan, J.T. Creatine and guanidinoacetate content of human milk and infant formulas: implications for creatine deficiency syndromes and amino acid metabolism. *British journal of nutrition*. Vol. 110. Num. 6. 2013. p. 1075-1078.

Green, A.L.; Hultman, E.; Macdonald, I.A.; Sewell, D.A.; Greenhaff, P.L. Carbohydrate ingestion augments skeletal muscle creatine accumulation during creatine supplementation in humans. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*. Vol. 271. Num. 5. 1996. p. E821-E826.

Greenhaff, P.L. Creatine and its application as an ergogenic aid. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. Vol. 5. Num. s1. 1995. p. S100-S110.

Harris, R.C.; Söderlund, K.; Hultman, E. Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. *Clinical science*. Vol. 83. Num. 3. 1992. p. 367-374.

Harris, R.C.; Lowe, J.A.; Warnes, K.; Orme, C.E. The concentration of creatine in meat, offal and commercial dog food. *Research in veterinary science*. Vol. 62. Num. 1. 1997. p. 58-62.

Harris, R.C.; Nevill, M.; Harris, D.B.; Fallowfield, J.L.; Bogdanis, G.C.; Wise, J.A. Absorption of creatine supplied as a drink, in meat or in solid form. *Journal of sports sciences*. Vol. 20. Num. 2. 2002. p. 147-151.

Harris, R. Creatine in health, medicine and sport: an introduction to a meeting held at Downing College, University of Cambridge, July 2010. *Amino Acids*. Vol. 40. Num. 5. 2011. p. 1267-1270.

Häussinger, D.; Gerok, W.; Roth, E.; Lang, F. Cellular hydration state: an important determinant of protein catabolism in health and disease. *The Lancet*. Vol. 341. Num. 8856. 1993. p. 1330-1332.

Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística; Sociedade Vegetariana Brasileira. Pesquisa de opinião pública sobre vegetarianismo. Brasil. 2018.

Jäger, R.; Purpura, M.; Shao, A.; Inoue, T.; Kreider, R.B. Análise da eficácia, segurança e status regulatório de novas formas de creatina. *Aminoácidos*. Vol. 40. Num. 5. 2011. p. 1369-1383.

Kazak, L.; Cohen, P. Creatine metabolism: energy homeostasis, immunity and cancer biology. *Nature Reviews Endocrinology*. Vol. 16. Num. 8. 2020. p. 421-436.

Kerksick, C.M.; Wilborn, C.D.; Roberts, M.D.; Smith-Ryan, A.; Kleiner, S.M.; Jäger, R.; Kreider, R.B. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Vol. 15. Num. 1. 2018. p. 38.

Kreider, R.B.; Wilborn, C.D.; Taylor, L.; Campbell, B.; Almada, A.L.; Collins, R.; Cooke, M.; Earnest, C.P.; Greenwood, M.; Kalman, D.S.; Kerksick, C.M.; Kleiner, S.M.; Leutholtz, B.; Lopez, H.; Lowery, L.M.; Mendel, R.; Smith, A.; Spano, M.; Wildman, R.; Willoughby, D.S.; Ziegenfuss, T.N.; Antonio, J. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. *Journal of the international society of sports nutrition*, Vo. 7. Num. 1. 2010. p. 7.

Kreider, R.B.; Kalman, D.S.; Antonio, J.; Ziegenfuss, T.N.; Wildman, R.; Collins, R.; Candow, D.G.; Kleiner, S.M.; Almada, A.L.; Lopez, H.L. 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*, Vol. 14, Num. 1. 2017. p. 18.

Kreider, R.B.; Stout, J.R. Creatina na saúde e na doença. *Nutrientes*. Vol. 13. Num. 2. 2021. p. 447.

Louis, M.; Poortmans, J.R.; Francaux, M.; Berré, J.; Boisseau, N.; Brassine, E.; Rennie, M.J. No effect of creatine supplementation on human myofibrillar and sarcoplasmic protein synthesis after resistance exercise. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. Vol. 285. Num. 5. 2003. p. E1089-E1094.

Lukaszuk, J.M.; Robertson, R.J.; Arch, J.E.; Moore, G.E.; Yaw, K.M.; Kelley, D.E.; Moyna, N.M. Effect of creatine supplementation and a lacto-ovo-vegetarian diet on muscle creatine concentration. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. Vol. 12. Num. 3. 2002. p. 336-348.

MacCormick, V.M.; Hill, L.M.; MacNeil, L.; Burke, D.G.; Smith-Palmer, T. Elevation of creatine in red blood cells in vegetarians and nonvegetarians after creatine supplementation. *Canadian journal of applied physiology*. Vol. 29. Num. 6. 2004. p. 704-713.

Nelson, A.G.; Arnall, D.A.; Kokkonen, J.; Day, R.; Evans, J. Muscle glycogen supercompensation is enhanced by prior creatine supplementation. *Medicine and science in sports and exercise*. Vol. 33. Num. 7. 2001. p. 1096-1100.

Parise, G.; Mihic, S.; MacLennan, D.; Yarasheski, K.E.; Tarnopolsky, M.A. Effects of acute creatine monohydrate supplementation on leucine kinetics and mixed-muscle

protein synthesis. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 91. Num. 3. 2001. p. 1041-1047.

Rawson, E.S.; Gunn, B.; Clarkson, P.M. The effects of creatine supplementation on exercise-induced muscle damage. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. Vol. 15. Num. 2. 2001. p. 178-184.

Rogerson, D. Vegan diets: Practical advice for athletes and exercisers. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Vol. 14. Num. 1. 2017. p. 36.

Sahlin, K.; Harris, R.C. The creatine kinase reaction: a simple reaction with functional complexity. *Amino acids*. Vol. 40. Num. 5. 2011. p. 1363-1367.

Saks, V.; Stepanov, V.; Jaliashvili, I.; Konorev, E. For the Cardioprotective and Therapeutic Role of Creatine Phosphate. *Creatine And Creatine Phosphate: Scientific and Clinical Perspectives*. Vol. 91. 1996.

Schlattner, U.; Klaus, A.; Ramirez Rios, S.; Guzun, R.; Kay, L.; Tokarska-Schlattner, M. Cellular compartmentation of energy metabolism: creatine kinase microcompartments and recruitment of B-type creatine kinase to specific subcellular sites. *Amino Acids*. Vol. 48. Num. 8. 2016. p. 1751-1774.

Shomrat, A.; Weinstein, Y.; Katz, A. Effect of creatine feeding on maximal exercise performance in vegetarians. *European journal of applied physiology*. Vol. 82. Num. 4. 2000. p. 321-325.

Silverthorn, D.U. Fisiologia Humana. Uma abordagem integrada. 2 ed. São Paulo: Manole, 2003.

Slywitch, E. "Guia alimentar de dietas vegetarianas para adultos." Sociedade Brasileira Vegetariana. São Paulo. 2012.

Snow, R.J.; Murphy, R.M. Creatine and the creatine transporter: a review. Molecular and cellular biochemistry. Vol. 224. 2001. p. 169-181.

Solis, M.Y.; de Salles Painelli, V.; Artioli, G.G.; Roschel, H.; Otaduy, M.C.; Gualano, B. Brain creatine depletion in vegetarians? A cross-sectional ¹H-magnetic resonance spectroscopy (¹H-MRS) study. British journal of nutrition Vol. 111. Num. 7. 2014. p. 1272-1274.

Solis, M.Y.; Artioli, G.G.; Otaduy, M.C.; Leite, C.; Arruda, W.; Veiga, R.R.; Gualano, B. Effect of age, diet, and tissue type on PCr response to creatine supplementation. Journal of Applied Physiology. Vol. 123. Num. 2. 2017. p. 407-414.

Steenge, G.R.; Simpson, E.J.; Greenhaff, P.L. Protein-and carbohydrate-induced augmentation of whole body creatine retention in humans. Journal of applied physiology. Vol. 89. Num. 3. 2000. p. 1165-1171.

Thomas, D.T.; Erdman, K.A.; Burke, L.M. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine:

nutrition and athletic performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. Vol. 116. Num. 3. 2016. p. 501-528.

Volek, J.S.; Duncan, N.D.; Mazzetti, S.A.; Staron, R.S.; Putukian, M.; Gomez, A.L.; Kraemer, W.J. Performance and muscle fiber adaptations to creatine supplementation and heavy resistance training. *Medicine and science in sports and exercise*. Vol. 31. Num. 8. 1999. p. 1147-1156.

Volek, J.S.; Rawson, E.S. Scientific basis and practical aspects of creatine supplementation for athletes. *Nutrition*. Vol. 20. Num. 7-8. 2004. p. 609-614.

Wallimann, T.; Tokarska-Schlattner, M.; Schlattner, U. The creatine kinase system and pleiotropic effects of creatine. *Amino acids*. Vol. 40. Num. 5. 2011. p. 1271-1296.

Watt, K.K.; Garnham, A.P.; Snow, R.J. Skeletal muscle total creatine content and creatine transporter gene expression in vegetarians prior to and following creatine supplementation. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. Vol. 14. Num. 5. 2004. p.517-531.

Wax, B.; Kerksick, C.M.; Jagim, A.R.; Mayo, J.J.; Lyons, B.C.; Kreider, R.B. Creatine for exercise and sports performance, with recovery considerations for healthy populations. *Nutrients*. Vol. 13. Num. 6. 2021. p. 1915.

Ydfors, M.; Hughes, M.C.; Laham, R.; Schlattner, U.; Norrbom, J.; Perry, C.G. Modelling in vivo creatine/phosphocreatine in vitro reveals divergent adaptations in

human muscle mitochondrial respiratory control by ADP after acute and chronic exercise. *The Journal of physiology*. Vol. 594. Num. 11. 2016. p. 3127-3140.

Yquel, R.J.; Arsac, L.M.; Thiaudiere, E.; Canioni, P.; Manier, G. Effect of creatine supplementation on phosphocreatine resynthesis, inorganic phosphate accumulation and pH during intermittent maximal exercise. *Journal of Sports Sciences*. Vol. 20. Num. 5. 2002. p. 427-437.