

## **Kreatinsupplementation im Kraftsport**

**Ein Überblick von Dr. Hermann Korte  
Referent Wissenschaft/Lehre BVDK**

Kreatin ist ein vielgenutztes und eines der wenigen Supplements, von denen der Athlet und die Athletin profitieren kann. Aber die Anwendung und Wirkung des Kreatins wird nicht selten missverstanden.

Viele Missverständnisse stammen daher, daß Kreatin immer noch mit Doping in Verbindung gebracht und angepriesen wird, als sei es "beinahe illegal". Dies findet sich auch im Sprachgebrauch wieder, es wird beispielsweise von "Kuren" und vom "Absetzen" gesprochen.

Die Einnahme von Kreatin ist jedoch nicht illegal. Im Folgenden soll seine Wirkung, Nebenwirkungen und seine Zufuhr besprochen werden.

Schon seit 1926 ist bekannt, daß die Einnahme von Kreatin zu einer Körpergewichtszunahme führt. Eine Erhöhung der fettfreien Körpermasse kann im Kraftsport unter Umständen erwünscht sein.

Doch erst die leistungsfördernde Anwendung von Kreatin in Sprinterkreisen und vor allem die Studie von Harris et al. (1992) brachte diese Substanz als Supplement auf den Tisch so manches Athleten.

Harris et al. (1992) konnten feststellen, daß die orale Einnahme von Kreatin zu einer Erhöhung der intermuskulären Konzentration dieser Substanz um 20 % führt. Dies belegten ebenfalls die Studien von Hultman et al. (1996) und Willott et al. (1999).

Um dieses Phänomen zu verstehen, sollten wir uns vor Augen führen, daß das Kreatin ein völlig normaler Bestandteil der Muskelzelle ist. 95 % des Kreatins im menschlichen Körper befindet sich in der Muskulatur, es ist aber auch in andern Geweben nachweisbar und wird in der Leber, den Nieren und der Bauchspeicheldrüse zu etwa 1 bis 2 g pro Tag hergestellt. Auch durch den Konsum tierischer Nahrungsprodukte, vor allem von Fleisch und Fisch, wird Kreatin dem Körper zugeführt.

Im Blut und in den Zellen stellt sich, bedingt durch die körpereigene Produktion und durch den Verzehr tierischer Nahrungsmittel, ein gewisser Spiegel an Kreatin ein, der durch eine Mehrzufuhr beziehungsweise eine Supplementation erhöht werden kann.

Ein wichtiger Punkt ist, daß in der Zelle nicht benötigtes Kreatin in Kreatinin umgewandelt wird. Dieses Abbauprodukt wird über die Nieren mit dem Harn ausgeschieden. Dies bedeutet einerseits, daß eine hohe Flüssigkeitszufuhr ratsam ist, um das Abbauprodukt ausscheiden zu können, es bedeutet aber auch, daß eine hohe Zufuhr von Kreatin nicht zwangsläufig zu einem hohen Nutzen führt.

Eine Zusammenfassung von Dr. Hermann Korte [korte@k3k.de](mailto:korte@k3k.de)

## Wie gelangt das supplementierte Kreatin in den Muskel?

Nach der Resorption über den Dünndarm gelangt das Kreatin in den Blutkreislauf und wird auf diese Weise zu den Muskeln transportiert. In den Zellwänden der Muskelzelle existieren Transportmechanismen, die das Kreatin in die Muskelzelle transportiert (Walzel et al., 2002).

## Ist mehr auch besser?

In der Regel ist es das Ziel eines Athleten, der Kreatin nutzt, eine größtmögliche Menge an Kreatin im Muskel zu haben. Aber führt eine immer größere Zufuhr an Kreatin auch zu einem "Mehr" in der Muskelzelle? Einzelne Gaben von etwa einem Gramm Kreatin führen kaum zu einer Erhöhung des Spiegels im Blut. Eine Folge ist, daß auch die interzelluläre Konzentration nicht ansteigt (Harris et al., 1992).

Aber schon bei einer einmaligen Gabe von nur 5 Gramm steigt der Plasmaspiegel so stark an, daß auch der interzelluläre Spiegel ansteigen kann. Vor allem der Gradient, die Konzentration im Blut im Verhältnis zur Konzentration in der Zelle ist dafür verantwortlich (Willott et al., 1999, Ipsiroglu et al., 2001).

Der größte Anstieg des intermuskulären Kreatinspiegels erfolgt, wenn die intermuskuläre Ausgangskonzentration gering ist. Dies zeigt sich bei Vegetariern, deren Nahrung aufgrund des weitgehenden Verzichtes auf tierische Nahrungsmittel (so gut wie) kein Kreatin enthält. Infolge einer Supplementation kann sich der Gehalt an Kreatin in der Muskelzelle von Vegetariern dementsprechend stärker erhöhen. Die Endkonzentration ist bei Vegetariern jedoch nicht höher als bei Nicht-Vegetariern (Maughan, 1995).

Es wäre also interessant zu hinterfragen, auf welche Weise die optimale Konzentration in der Muskelzelle erreicht werden kann. Dabei finden grundsätzlich zwei Arten der Kreatinaufladung Anwendung.

**1. Kurze Aufladephase:** In vielen Studien konnten gezeigt werden, daß bei einer täglichen mehrfachen Gabe von 5 g der interzelluläre Kreatinspiegel in relativ kurzer Zeit auf das Optimum erhöht werden kann. Die meisten dieser Untersuchungen arbeiteten mit einer täglichen Gesamtmenge von 20 - 30 g und einer Aufladezeit von 4 bis 6 Tagen. In dieser Zeit wird die Muskelzelle maximal aufgefüllt. Anschließend ist lediglich eine Erhaltungsdosis von 2 - 5 g/d (Gramm pro Tag) nötig. Diese Menge ist ausreichend, um den Spiegel in der Muskulatur aufrecht zu erhalten (Preen et al., 2003). Dazu beispielhaft ein paar Ergebnisse und Stichpunkte:

Eine Zusammenfassung von Dr. Hermann Korte [korte@k3k.de](mailto:korte@k3k.de)

Hultman et al., 1996: Der Spiegel wird bei 20 g/d in 6 Tagen angehoben: Mit einer Erhaltungsdosis von 2 g/d bleibt der Spiegel über 30 Tage erhalten. Nach dem Absetzen werden die Normalwerte in der Muskulatur erst nach 30 Tagen wieder erreicht.

Vandenberghé et al., 1997: Das Anheben des Spiegels erfolgt über 4 Tage bei 20 g/d: Mit einer Erhaltungsdosis von 5 g/d bleibt der Spiegel 10 Wochen lang erhalten. Nach dem Ende der Supplementation werden die Normalwerte in der Muskulatur erst nach 4 Wochen erreicht. Auch während einer Abtrainingsphase bei gleichzeitiger Gabe einer Erhaltungsdosis bleiben die Spiegel höher als bei der Kontrollgruppe.

**2. lange Aufladephase:** Es konnte ebenfalls gezeigt werden, daß bei einer täglichen einmaligen Gabe von nur 3 g Kreatin der Spiegel in der Muskelzelle nach 28 Tagen den optimalen Wert erreicht (Hultman et al., 1996).

Beide Methoden haben ihre Vorteile: Die lange Aufladephase stellt eine geringere körperliche Belastung dar, bei der kurzen Aufladephase kann sehr schnell unter optimalen Bedingungen trainiert werden.

Dabei ist zu bedenken, daß die größte Aufnahme in die Muskelzelle am ersten Tag erfolgt. An den darauffolgenden Tagen erhöht sich die ausgeschiedene Menge deutlich. Schon am dritten Tag verbleibt mehr als zwei Drittel der aufgenommenen Menge nicht im Zellinneren und wird daher ungenutzt ausgeschieden (Harris et al., 1992).

Daraus kann man folgern, daß es durchaus sinnvoll sein kann, zum Aufladen an den ersten beiden Tagen in mehreren 5 g-Dosen bis zu 20 g Kreatin pro Tag zu sich zu nehmen und die Menge dann schrittweise auf eine Erhaltungsdosis von etwa 5 g zu reduzieren. Denkbar wäre eine Aufladung durch 20-15-10-5 g/d oder 20-20-15-10-5 g/d mit einer Erhaltungsdosis von 5 g/d.

## **Kann man die Kreatinaufnahme in die Muskelzelle steigern?**

Die Kreatinaufnahme in die Zelle erfolgt u. a. insulinabhängig. Daher werden immer wieder Präparate angeboten, die neben dem Kreatin noch weitere Substanzen enthalten, die die Kreatinaufnahme verstärken sollen. Auf der einen Seite konnte eine insulinabhängige Kreatinresorption in vitro nicht bestätigt werden (Willott et al., 1999).

Andererseits zeigen einige Untersuchungsergebnisse eine erhöhte Aufnahme an Kreatin in die Muskelzelle bei gleichzeitiger Gabe von Kohlenhydraten, die eine Insulinausschüttung bewirken (Preen et al.,

Eine Zusammenfassung von Dr. Hermann Korte [korte@k3k.de](mailto:korte@k3k.de)

2003). Die Studie von Preen sagt jedoch ebenfalls aus, daß der Effekt der erhöhten Kreatinaufnahme schon in Gegenwart von recht geringen Gaben an Kohlenhydraten auftritt. Dies spricht für die gängige Praxis, reines Kreatin-Monohydrat in Kombination mit einem Fruchtsaft zu sich zu nehmen um einen optimalen Effekt zu erzielen.

Der Insulineffekt rechtfertigt auch nicht die langfristige Einnahme größerer Mengen an Kohlenhydraten, da der Insulineffekt auf die Kreatinaufnahme schon nach 24 Stunden deutlich verringert ist.

Das heißt, daß die Zufuhr von Kreatin zusammen mit größeren Mengen an Kohlenhydraten einen bis höchstens zwei Tage lang sinnvoll ist. Denn man profitiert auch von deutlich geringeren Kohlenhydrat-Mengen (Preen et al., 2003).

Dies ist ein Argument für die Zufuhr von reinem Kreatin-Monohydrat in Kombination mit einem Fruchtsaft oder einem gezuckerten Getränk (Steenge et al., 2000). Es ist aufgrund der gesundheitlichen Bedenken und der bestehenden Gewichtsklassen auch nicht ratsam, regelmäßig größere Mengen an Kohlenhydraten zu konsumieren, die einen so ausgeprägten Insulinstieg provozieren.

## Kreatin und Protein

Im Zusammenhang mit der Kreatinretention wird häufig nicht erwähnt, daß auch die Zufuhr von Protein den Insulinspiegel erhöht.

Ohnehin nehmen viele Athleten nach dem Training ein Proteingetränk oder eine Getränkmischung aus Protein und Kohlenhydraten zu sich, da wäre es doch naheliegend, diesem Getränk Kreatin-Monohydrat zuzufügen.

Tatsächlich konnte gezeigt werden, daß die Kreatinretention jeweils in der gleichen Größenordnung erfolgt, ob nun das Kreatin mit einer Protein-Kohlenhydrat-Kombination oder mit einer vergleichbaren Gabe an Kohlenhydraten verabreicht wird.

Auch der Anstieg des Insulinspiegels erfolgt nach kombinierter Gabe von Protein und Kohlenhydraten in gleicher Weise, wie nach einer isolierten, vergleichbaren Gabe an Kohlenhydraten.

Interessanterweise erhöht sich bei Gabe der Kohlenhydrate plus Kreatin das Körpergewicht stärker, als bei der vergleichbaren Kombination aus Protein, Kreatin und Kohlenhydraten (Tarnopolsky et al., 2001; Steenge et al., 2000). Ist das Ziel lediglich eine Körpergewichtszunahme, spricht dies für die Kohlenhydrat-plus-Kreatin-Methode, will man überwiegend fettfreie

Eine Zusammenfassung von Dr. Hermann Korte [korte@k3k.de](mailto:korte@k3k.de)

Masse gewinnen, empfiehlt sich eher die kombinierte Gabe von Protein, Kreatin und Kohlenhydraten.

Entscheidend ist jedoch, daß die physiologische Obergrenze des Kreatinspiegels in der Skelettmuskulatur bei etwa 150 bis 160 mmol/kg liegt und daß durch eine Mehrzufuhr oder sonstige Praktiken diese nicht erhöht werden kann. Übermäßig zugeführtes Kreatin wird, wie bereits oben erwähnt, über die Nieren mit dem Harn ausgeschieden. Es kann keine zusätzliche Wirkung entfalten (Juhn, 1999).

Bildlich gesprochen ist dies vergleichbar mit einem Glas, das normalerweise bis zum Eichstrich mit Wasser gefüllt ist. Durch das Nachgießen (Supplementation) ist es möglich, das Trinkgefäß weiter zu füllen. Erreicht man aber die Obergrenze, so fließt das überschüssige Wasser über den Rand und das Glas kann nicht weiter gefüllt werden. Auch gezuckertes Wasser kann das Glas dann nicht weiter füllen.

## Kreatinwirkung

In unterschiedlichen Studien konnte gezeigt werden, daß eine Kreatinsupplementation in Kombination mit einem Widerstandstraining die fettfreie Körpermasse erhöht (Kreider, 1999). Dies geschieht zunächst durch eine Wassereinlagerung (Williams und Branch, 1998) und später durch eine verbesserte Muskelproteinsynthese (Juhn und Tarnopolsky, 1998; Willoughby und Rosene, 2001).

Die körperliche Leistungsfähigkeit von Frauen und Männern erhöht sich vor allem bei kurzen, hochintensiven Tätigkeiten geringer Dauer (Tarnopolsky und MacLennan, 2000). Dazu gehört neben Sprints und Sprints mit dem Fahrrad das Heben von Gewichten, die Leistung im Bankdrücken, im isometrischen Bankdrücken, bei Kniebeugen und im Standumsetzen (Kilduff, 2001; Kreider et al., 1998; Juhn und Tarnopolsky, 1998).

Das Kreatinaufladen verbessert die Entspannung des Muskels zwischen kurzen isometrischen Kontraktionen, ohne dabei die Kraftentfaltung zu vermindern (van Leemputte et al., 1999).

Kreatin führt zur Verbesserung der Leistung bei sehr hohen Intensitäten, besonders, wenn nur kurze Erholungspausen anschließen (Maughan, 1995). Dabei läßt die verminderte Akkumulation von Ammonium und Hypoxanthin im Plasma sowie der verminderte Muskel-ATP-Abbau auf einen verbesserten ATP-Turnover während der Kontraktion infolge des Kreatins schließen (Greenhaff, 1995).

Eine Zusammenfassung von Dr. Hermann Korte [korte@k3k.de](mailto:korte@k3k.de)

Bei Ausdauerleistungen bewirkt das Kreatinaufladen so gut wie keine Verbesserungen, jedoch können hier Verbesserungen der Regenerationsfähigkeit und bei Zwischensprints festgestellt werden (Vandebuerie et al., 1998; Guerrero-Ontiveros und Wallimann, 1998).

## Langfristige Einnahme und Nebenwirkungen

Neben geringen Problemen, wie gelegentlichen Krämpfen oder einem weichen Stuhl wird in der Literatur kaum eine gesundheitsschädigenden Wirkung beschrieben (Schilling et al., 2001; Maughan, 1995). Aus der Praxis ist mir bekannt, daß man Krämpfen durch eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr vorbeugen kann. Da Kreatin im Zellinneren Magnesium binden und dies zu Krämpfen führen kann, hilft in hartnäckigen Fällen die regelmäßige Zufuhr von Magnesium. Kommt es zu einem weichen Stuhl, so wird das Kreatin häufig bei der Einnahme nicht richtig gelöst oder mit zu wenig Flüssigkeit zugeführt.

Die gelegentlich vermuteten negativen Auswirkungen auf die Nieren und die Leber konnten nicht bestätigt werden. Dies zeigen Untersuchungen an Athleten, die bis zu 5 Jahre lang Kreatin verwendeten (Poortmans und Francaux, 1999). Bei Footballspielern, die über 5½ Jahre lang täglich zwischen 5 und 20 g einnahmen, konnten ebenfalls keine negativen Auswirkungen festgestellt werden (Mayhew et al., 2002).

Zwar kann man Kreatin selbstverständlich nicht als "Allheilmittel" ansehen, es werden jedoch einige potentiell positive Effekte des Kreatins für Nichtsportler beschrieben. Dazu gehört die Verminderung von Herzrhythmusstörungen nach einem Herzinfarkt, positive Auswirkungen bei neurologischen und neuro-muskulären Erkrankungen und die Verbesserung der Blutcholesterinwerte (Ruda et al., 1988; Matthews et al., 1998; Earnest et al., 1996).

**Zusammenfassend möchte ich betonen, daß eine optimale Menge an Kreatin in der Muskelzelle des Kraftsportlers und der Kraftsportlerin die Trainingsleistung und somit die Wettkampfleistung verbessert. Schließlich ist die Gesamtmenge an Kreatin in der Muskelzelle für den osmotischen Effekt und die optimale Energienutzung bei intensiven Muskelkontraktionen ein entscheidender Faktor (Williams und Branch, 1998; Brault et al., 2003).**

Eine optimale Menge im Muskel erreicht man schnell durch eine kurze Aufladephase. Dann sichert man mit einer Erhaltungsdosis die optimale Kreatinkonzentration in der Muskelzelle. Begleitend sind keine großen Mengen an Kohlenhydraten nötig, ein Fruchtsaft oder ein Protein-Kohlenhydrat-Mix ist ausreichend.

Eine Zusammenfassung von Dr. Hermann Korte [korte@k3k.de](mailto:korte@k3k.de)

Es ist weiterhin erstrebenswert, die optimale Menge an Kreatin über einen möglichst langen Zeitraum im Muskel zu erhalten. Studien unterschiedlicher Dauer konnten einen konstant hohen intermuskulären Kreatinspiegel mit Hilfe einer Erhaltungsdosis für die jeweilige Dauer der Studie demonstrieren. Der Kreatinwert sank nach Beendigung der Supplementation innerhalb von ca. 30 Tagen wieder auf den Ausgangswert. Der Grund dafür war jeweils, daß die Supplementation nicht weitergeführt wurde.

Nach 6 oder 10 Wochen ist also ein "Absetzen" nicht nötig. Es kommt z. B. zu keiner Rezeptorensättigung, da Kreatin keine hormonähnliche Substanz ist, die an einen Rezeptor koppelt. In einer Tierstudie konnte zwar die rückgängige Expression des Kreatin-Transporters demonstriert werden (Guerrero-Ontiveros und Wallimann, 1998), allerdings erhielten die Versuchstiere eine Menge, die weit über der für den Athleten empfohlenen Menge liegt.

Eine solches Herunterregulieren des Kreatin-Transporters konnte beim Menschen und der für den Athleten empfohlenen Menge nicht bestätigt werden, eine langfristige Supplementation ist daher sinnvoll (Brault et al., 2003). Mit gesundheitlichen Schäden ist nicht zu rechnen (Mayhew et al., 2002).

Bestehen dennoch Bedenken, so kann man regelmäßig nach einer z. B. 12wöchigen Anwendung die Supplementation für 2 oder mehr Wochen unterbrechen. Über einen Zeitraum von 4 Wochen sinkt der Kreatinspiegel in den Zellen wieder auf den Ausgangswert. Die während der Supplementationsphase erzielten Leistungsverbesserungen bleiben weitgehend erhalten.

Die langfristige Kreatinsupplementation und deren Wirkung bietet noch eine Aufgabe für weitere Forschung.

Dr. Hermann Korte  
Referent Wissenschaft/Lehre BVDK

## LITERATUR

Brault JJ, Abraham KA, Terjung RL: Muscle creatine uptake and creatine transporter expression in response to creatine supplementation and depletion  
J Appl Physiol. 2003 Jun,94(6):2173-80

Earnest CP, Almada AL, Mitchell TL: High-performance capillary electrophoresis-pure creatine monohydrate reduces blood lipids in men and women  
Clin Sci (Lond). 1996 Jul,91(1):113-8

Eine Zusammenfassung von Dr. Hermann Korte [korte@k3k.de](mailto:korte@k3k.de)

Greenhaff PL: Creatine and its application as an ergogenic aid  
Int J Sport Nutr 1995 Jun,5 Suppl:S100-10

Guerrero-Ontiveros ML, Wallimann T: Creatine supplementation in health and disease. Effects of chronic creatine ingestion in vivo: down-regulation of the expression of creatine transporter isoforms in skeletal muscle  
Mol Cell Biochem 1998 Jul,184(1-2):427-37

Harris RC, Soderlund K, Hultman E: Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation  
Clin Sci 1992,83(3):367-374

Hultman E, Soderlund K, Timmons JA, Cederblad G, Greenhaff PL: Muscle creatine loading in men  
J Appl Physiol 1996 Jul,81(1):232-7

Ipsiroglu OS, Stromberger C, Ilas J, Hoger H, Muhl A, Stockler-Ipsiroglu S: Changes of tissue creatine concentrations upon oral supplementation of creatine-monohydrate in various animal species  
Life Sci 2001 Aug 31,69(15):1805-15 (ISSN: 0024-3205)

Juhn MS, Tarnopolsky: Oral creatine supplementation and athletic performance: a critical review  
Clin J Sport Med 1998 Oct,8(4):286-97

Juhn MS: Oral Creatine Supplementation. Separating Fact From Hype  
The Physican and Sportsmedicine, 27 (5) 1999

Kilduff LP, Vidakovic P, Cooney, G, Twycross-Lewis R, Amuna P, Parker M, Paul L, Pitsiladsi P: Effects of creatine on isometric bench-press performance in resistance-trained humans  
Med. Sci. Sports Exerc., Vol. 34, No. 7, pp. 1176–1183, 2002

Kreider RB, Ferreira M, Wilson M, Grindstaff P, Plisk S, Reinardy J, Cantler E, Almada AL: Effects of creatine supplementation on body composition, strength, and sprint performance  
Med Sci Sports Exerc 1998 Jan,30(1):73-82

Kreider RB: Dietary supplements and the promotion of muscle growth with resistance exercise  
Sports Med 1999 Feb,27(2):97-110

Ruda MY, Samarenko MB, Afonskaya NI, Saks VA: Reduction of ventricular arrhythmias by phosphocreatine (Neoton) in patients with acute myocardial infarction  
Am Heart J 116, 393-397 (1988)

Maughan RJ: Creatine supplementation and exercise performance  
Int J Sport Nutr 1995 Jun,5(2):94-101

Mayhew DL, Mayhew JL, Ware JS: Effects of long-term creatine supplementation on liver and kidney functions in American college football players  
Int J Sport Nutr Exerc Metab 2002 Dec,12(4):453-60

Poortmans JR, Francaux M: Long-term oral creatine supplementation does not impair renal function in healthy athletes  
Med Sci Sports Exerc 1999 Aug,31(8)

Eine Zusammenfassung von Dr. Hermann Korte [korte@k3k.de](mailto:korte@k3k.de)

Preen D, Dawson B, Goodman C, Beilby J, Ching S: Creatine supplementation: a comparison of loading and maintenance protocols on creatine uptake by human skeletal muscle

Int J Sport Nutr Exerc Metab 2003 Mar,13(1):97-111

Matthews RT, Yang L, Jenkins BG, Ferrante RJ, Rosen BR, Kaddurah-Daouk R, Beal MF: Neuroprotective effects of creatine and cyclocreatine in animal models of Huntington's disease

J-Neurosci 18, 156-163 (1998)

Schilling BK, Stone MH, Utter A, Kearney JT, Johnson M, Coglianese R, Smith L, O'Bryant HS, Fry AC, Starks M, Keith R, Stone ME: Creatine supplementation and health variables: a retrospective study

Med Sci Sports Exerc 2001 Feb,33(2):183-8

Steenge GR, Simpson EJ, Greenhaff PL: Protein- and carbohydrate-induced augmentation of whole body creatine retention in humans

J Appl Physiol 2000 Sep,89(3):1165-71 (ISSN: 8750-7587)

Tarnopolsky MA, MacLennan DP: Creatine monohydrate supplementation enhances high-intensity exercise performance in males and females

Int J Sport Nutr Exerc Metab 2000 Dec,10(4):452-63 (ISSN: 1526-484X)

Tarnopolsky MA, Parise G, Yardley NJ, Ballantyne CS, Olatinji S, Phillips SM: Creatine-dextrose and protein-dextrose induce similar strength gains during training

Med Sci Sports Exerc 2001 Dec,33(12):2044-52

van Leemputte M, Vandenberghe K, Hespel P: Shortening of muscle relaxation time after creatine loading

J Appl Physiol 1999 Mar,86(3):840-4

Vandebuerie F, Vanden Eynde B, Vandenberghe K, Hespel P: Effect of creatine loading on endurance capacity and sprint power in cyclists

Int J Sports Med 1998 Oct,19(7):490-5

Vandenberghe K, Goris M, Van Hecke P, Van Leemputte M, Vangerven L, Hespel P: Long-term creatine intake is beneficial to muscle performance during resistance training

J Appl Physiol 1997 Dec,83(6):2055-63

Walzel B, Speer O, Boehm E, Kristiansen S, Chan S, Clarke K, Magyar JP, Richter EA, Wallimann T: New creatine transporter assay and identification of distinct creatine transporter isoforms in muscle

Am J Physiol Endocrinol Metab 2002 Aug,283(2):E390-401

Williams MH, Branch JD: Creatine supplementation and exercise performance: an update

J Am Coll Nutr 1998 Jun,17(3):216-34

Willott CA, Young ME, Leighton B, Kemp GJ, Boehm EA, Radda GK, Clarke K: Creatine uptake in isolated soleus muscle: kinetics and dependence on sodium, but not on insulin

Acta Physiol Scand 1999 Jun,166(2):99-104

Willoughby DS, Rosene J: Effects of oral creatine and resistance training on myosin heavy chain expression

Med Sci Sports Exerc 2001 Oct,33(10):1674-81 (ISSN: 0195-9131)