

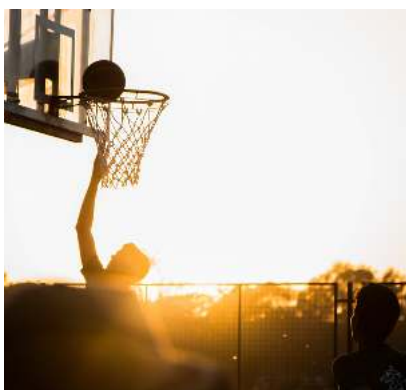
Kreatin – Energie in Pulverform?

Kreatin (Creatine) ist ein spannendes Nahrungsergänzungsmittel. Wegen seines Effekts auf die Leistungsfähigkeit und die Steigerung der Muskelmasse ist es (leider) hauptsächlich nur im Kraftsport und Bodybuilding bekannt [1]. Kreatin kann allerdings viel mehr, als nur die sportliche Performance zu verbessern.



Der Autor: Justus Vorbeck

Justus Vorbeck ist Arzt mit einem Fokus auf funktionelle Medizin und Longevity. Er konzentriert sich darauf, die Ursachen von Gesundheitsproblemen zu erkennen und zu behandeln, um die Lebensqualität seiner Patienten zu verbessern.



“One of the most popular nutritional ergogenic aids”

Creatine is one of the most popular nutritional ergogenic aids for athletes. Studies have consistently shown that creatine supplementation increases intramuscular creatine concentrations, can improve exercise performance, and/or improve training adaptations. Research has indicated that creatine supplementation may enhance post-exercise recovery, injury prevention, thermoregulation, rehabilitation, and concussion and/or spinal cord neuroprotection [1].

Positive Effekte von Kreatin beim Sport

Die Supplementation mit Kreatin wird meist Kraftsportlern oder Sportlern empfohlen, die häufig zwischen intensiven Belastungen wie Sprints und Regenerationsphasen wechseln (Fußball, Basketball, Tennis, etc...). Im Durchschnitt kann die Gabe von Kreatin die Leistungsfähigkeit um 10 – 20 % steigern! So konnten die Untersuchten mehr Gewicht bewegen, die Bewegung länger ausführen oder auch z.B. schneller sprinten [1]!

Die Gabe von Kreatin kann auch die Regeneration nach einer intensiven Trainingseinheit verbessern. Sportler, die Kreatin einnahmen, hatten bei isometrischen Übungen in der Regenerationsphase 21% mehr Kraft, als die Kontrollgruppe. Außerdem waren bestimmte Blutwerte, die für eine Schädigung des Muskelgewebes sprechen, in der Kreatingruppe in den Folgetagen signifikant reduziert (84 % weniger CK und 12 % weniger LDH) [2]. Diese und weitere Untersuchungen lassen Kreider et al. schlussfolgern, dass die Gabe von Kreatin bei Athleten zu einer höheren Belastbarkeit während intensiven Trainingseinheiten und einer schnelleren Regeneration danach führt [1]. Weiterhin kann Kreatin auch das Verletzungsrisiko senken und bei der Rehabilitation nach einer Verletzung hilfreich sein. Außerdem kann die Gabe von Kreatin der Atrophie der Muskulatur bei einer längeren Ruhigstellung entgegenwirken [1].



Kreatin Monohydrat bei Erkrankungen

Kreatin kann aber noch mehr. Es hat auf interessante Auswirkungen auf verschiedene pathologische Veränderungen im Körper. Kreatin kann..

- Cholesterin und Triglyzeride senken
- die Ansammlung von Fett in der Leber reduzieren
- den Homocysteinspiegel senken
- die Blutzuckerkontrolle verbessern
- das Tumorstadium bei manchen Krebserkrankungen verlangsamen
- Knochenschwund verringern
- sich positiv auf die kognitive Leistungsfähigkeit auswirken
- antidepressiv wirken

...und die einzige eindeutig bekannte Nebenwirkung ist eine Gewichtszunahme durch eine vermehrte Wassereinlagerung [1], [3], [4], [5], [6], [7], [8].

Der vielleicht eindeutigste Einsatzbereich von Kreatin im Kontext „Gesundheit“ ist die Verbesserung der Kraft und Muskelmasse insbesondere bei älteren Personen. Preethi Srikanthan et al. stellten fest, dass die Muskelmasse mit der Lebensdauer korreliert und dabei unabhängig von jeglichen anderen Risikofaktoren (kardiovaskulär, metabolisch, inflammatorisch) ist [10]. Je mehr Muskelmasse, desto länger lebten die Untersuchten durchschnittlich. Die Gabe von Kreatin in Kombination mit Krafttraining führt bei älteren Personen zu einem größeren Anstieg der Muskelmasse und der Kraft, verglichen mit einem Training ohne die Ergänzung von Kreatin [11].

Aber auch bei dem Erhalt/Verbesserung von kognitiven Fähigkeiten kann Kreatin eine Rolle spielen. Ein 2018 erschienenes Review von Avgerinos et al. untersuchte den Effekt von Kreatin auf kognitive Funktionen bei gesunden Personen. Es konnte gezeigt werden, dass Kreatin sich positiv auf das Kurzzeitgedächtnis und die Intelligenz (gemessen an Ravens Matrizentest) auswirken kann. Der Effekt bei älteren und potentiell gestressten Individuen ist dabei stärker ausgeprägt [13].



Wie kommen die diversen Effekte von Kreatin zustande?

Kreatin spielt entscheidende Rollen im Energiehaushalt der Zellen (vor allem Muskelzellen):

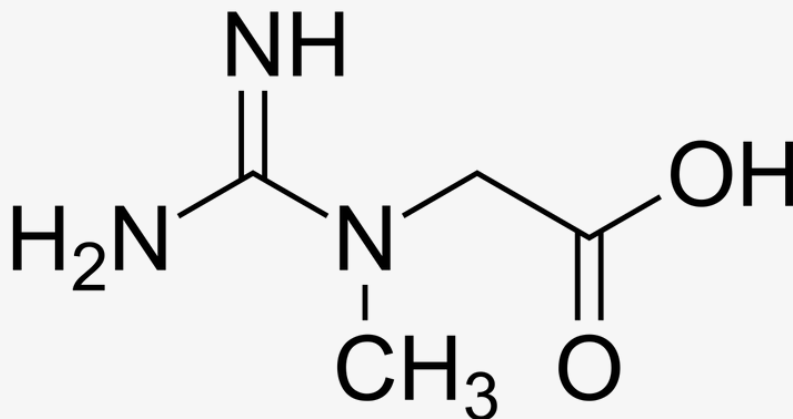
- Kreatinphosphat ist ein sofort verfügbares Energiesubstrat im anaeroben Stoffwechsel
- Kreatin sorgt für eine effiziente Energieverteilung in der Zelle
- Kreatin hilft die Konzentration an ATP in der Zelle konstant zu halten und schützt so vor einem zellulären Energiemangel
- Kreatin vermindert die Entstehung von freien Radikalen in den Mitochondrien
- Kreatin stabilisiert die Mitochondrienmembran und schützt die Zelle vor der Apoptose

*Wie kommen
die diversen
Effekte von
Kreatin
zustande?*



Enter Kreatin – Deep Dive

Im Folgenden wird es etwas detaillierter und komplexer. Wer gleich zur Anwendung und Dosierung will überspringt die nächsten Abschnitte einfach.



Molekülstruktur Kreatin

Kreatin ist ein Molekül, das hauptsächlich in rotem Fleisch und Fisch vorkommt. Die Kreatinvorräte des Körpers befinden zu 95 % im Skelettmuskel. Die restlichen 5 % sind hauptsächlich auf das Gehirn und die Hoden verteilt. 2/3 des intramuskulären Kreatins befinden sich in der phosphorylierten, also der energiereichen Form als Kreatinphosphat und die restlichen 1/3 liegen nicht phosphoryliert vor [1]. Die gesamte Menge an Kreatin im Körper beträgt etwa 120 mmol/kg trockene Muskelmasse. Bei einer molaren Masse von 131.14 g/mol ergibt das etwa 15.7 g Kreatin pro kg trockener Muskelmasse. Die Menge an Kreatin im Muskel lässt sich nach bisherigen Erkenntnissen bis auf 160 mmol/kg steigern (=21 g/kg). Täglich werden etwa 1 - 2 % des intramuskulären Kreatins zu Kreatinin abgebaut und über die Nieren ausgeschieden [1].

Ein durchschnittlicher Mann mit 70 kg Körpergewicht hat etwa 28 kg (40%) Muskelmasse. Da Muskeln zu einem Großteil aus Wasser bestehen (etwa 80 %) ist seine „trockene Muskelmasse“ 5,6 kg. Um also den Kreativegehalt allein im Muskel von 15,7 g/kg auf ein Maximum von 21 g/kg zu steigern, müssen insgesamt etwa 30 g Kreatin von den Muskeln zusätzlich aufgenommen werden. Der tägliche Verbrauch von Kreatin erfordert, dass der Körper im Durchschnitt etwa 1 - 3 g Kreatin pro Tag (vorausgesetzt, dass keine sportliche Belastung stattfindet) benötigt.



So können die Kreatinspeicher im Muskel auf einem konstanten Level gehalten werden. 250 g ungekochtes Fleisch oder Lachs enthalten etwa 1 - 2 g Kreatin. Die restliche Menge wird vom Körper in der Leber und den Nieren synthetisiert. Je mehr Kreatin synthetisiert werden muss, umso mehr Substanzen werden benötigt, die dann bei anderen Prozessen möglicherweise fehlen können. Es scheint also sinnvoll den täglichen Kreatinbedarf über die Nahrung/ Supplementation zu decken.

Achtung!

Die Kreatinin-Konzentration im Blut und im Urin kann als Parameter bestimmt werden, um die Nierenfunktion zu beurteilen. Intensives Training und Bewegung, aber auch eine Supplementation mit Kreatin, können diesen Wert verfälschen. Denn sie können die Kreatinin-Konzentration im Blut ansteigen lassen, ohne dass sich die Nierenfunktion verändert.

Syntheseweg

Kreatin wird im Körper aus Aminosäuren gebildet. Aus Arginin und Glycin wird durch das Enzym „Arginin:Glycin Amidinotransferase“ (AGAT) Guanidinoacetat (GAA) hergestellt. GAA wird mit Hilfe der Guanidinoacetat-N-Methyltransferase (GMAT) und S-Adenosyl Methionin (SAM) zu Kreatin umgewandelt [9]. Die Synthese von Kreatin ist ein Faktor, der zu dem Glycindefizit beitragen kann.

Interessant wird die Synthese von Kreatin, wenn die exogene Zufuhr niedrig ist (z.B. bei Vegetariern und Veganern) und wenn Methylierungsprozesse nicht optimal ablaufen (z.B. bei Polymorphismen der Methylentetrahydrofolat-Reduktase, MTHFR). Denn allein die Synthese von 1 – 3 g Kreatin verbraucht täglich etwa 40 % aller Methylgruppen, die von SAM übertragen werden [12]!

Man könnte also folgern, dass eine Supplementation mit Kreatin den Verbrauch von SAM minimiert. Da SAM bei der Abgabe der Methylgruppe zu Homocystein wird, sollte der Homocysteinspiegel sinken. Der Homocysteinwert ist ein Marker, der auf eine Gefäßschädigung hindeuten kann. Allerdings kann keine klare Aussage getroffen werden, ob die Supplementation den Homocysteinspiegel senkt und so das kardiovaskuläre Risiko beeinflusst. Es gibt Studien die zeigen, dass eine Kreatinsupplementation den Homocysteinspiegel senkt und es gibt Studien die keinen oder sogar einen gegenteiligen Effekt zeigen [14].

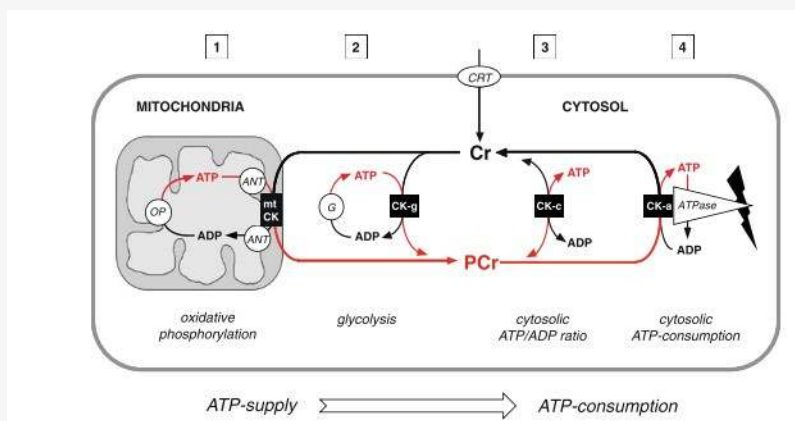
Kreatinphosphat als sofort verfügbares Energiesubstrat

Unter Ruhebedingungen kann ein Überschuss an Kreatinphosphat produziert werden. Kreatinphosphat kann sobald Energiebedarf besteht, seine Phosphatgruppe an ADP abgeben, um daraus schnell ATP zu regenerieren. Das ATP ermöglicht eine Weiterführung der Muskelbewegung. Kreatin dient also als ein Energiespeicher.

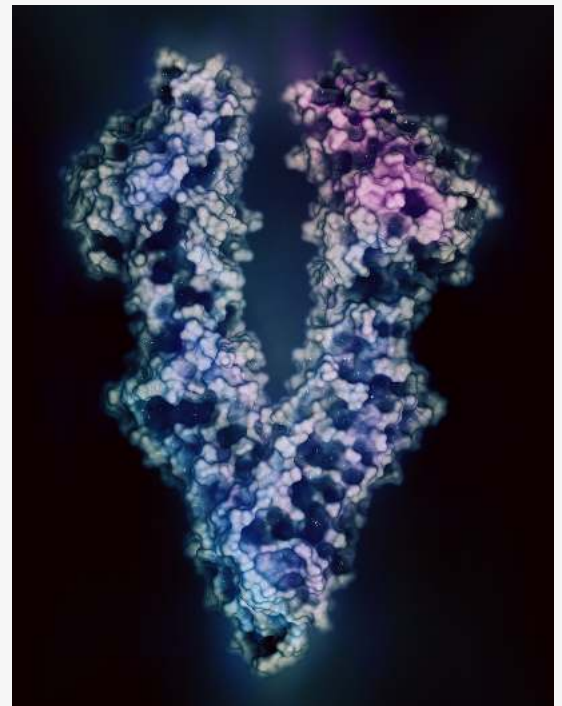


Kreatin(-phosphat) als ein Energietransportsystem

Kreatin verbindet mit Hilfe des Enzyms Creatinkinase (CK) die Orte an denen Energie hergestellt wird (Mitochondrien) mit den Orten an denen Energie verbraucht wird (z.B. Sarkomere). Die mitochondriale CK (mtCK) überträgt am Mitochondrium die energiereiche Phosphatgruppe von ATP auf Kreatin, welches dann in der Form von Kreatinphosphat schneller an den Ort diffundieren kann, an dem Energie benötigt wird. Dort wo Energie gebraucht wird, wird die energiereiche Phosphatbindung von Kreatinphosphat auf ADP übertragen, welches zu ATP reagiert. Das so entstandene ATP kann direkt von der dortigen ATPase genutzt werden und Energie bereitstellen, um die Kontrahierung/Relaxierung des Muskels zu gewährleisten. So wird eine Limitation in der Diffusionsfähigkeit von ATP und ADP durch das Kreatin-Kreatinphosphat-Transportsystem überwunden, um eine möglichst schnelle Energiebereitstellung zu ermöglichen [15]. Ohne Kreatin ist also eine effiziente Energieverteilung und somit effiziente Muskularbeit nicht gut möglich.



Das „CK-System“ Wallimann, Tokarska-Schlattner et al. 2011
The creatine kinase system



Kreatin(-phosphat) als Stoffwechsel-regulator

Das CK-System hält die ATP-Konzentration je nach Zelle bei etwa 3 – 6 mM (Millimol) und schafft so ein ATP/ADP-Verhältnis, welches eine maximale Energieausbeute ermöglicht. Dabei variiert das Verhältnis von Kreatinphosphat zu Kreatin, damit das ATP zu ADP Verhältnis möglichst konstant gehalten wird [15].



Mitochondriale Creatinkinase (mtCK) reguliert die Apoptose der Zelle.

Die mtCK ist ein Teil des Proteinkomplexes in der Zellwand der Mitochondrien, der die Durchlässigkeit der Mitochondrien reguliert (= „mitochondrial permeability transition [MPT] pore complex“). Der MPT spielt eine Rolle bei der Induktion der Schwellung des Mitochondriums, welches in der Folge Substanzen freisetzt, die zu der Apoptose der gesamten Zelle führen. Kreatin kann diesen Prozess über die mtCK unterbinden, die Mitochondrien schützen und so die Zelle vor der Apoptose schützen [15]. Ganz ähnlich wie Glycin.

Aber auch bei dem Erhalt/Verbesserung von kognitiven Fähigkeiten kann Kreatin eine Rolle spielen. Ein 2018 erschienenes Review von Avgerinos et al. untersuchte den Effekt von Kreatin auf kognitive Funktionen bei gesunden Personen. Es konnte gezeigt werden, dass Kreatin sich positiv auf das Kurzzeitgedächtnis und die Intelligenz (gemessen an Ravens Matrizentest) auswirken kann. Der Effekt bei älteren und potentiell gestressten Individuen ist dabei stärker ausgeprägt [13].



Osmotische Effekte von Kreatin

Wenn Kreatin in eine Zelle des Körpers gelangt, zieht es mehr Wasser in die Zelle. Deswegen kann es bei der Supplementation mit Kreatin zu einer Gewichtszunahme kommen. Powers et al. berichten in Einzelfällen von einer Gewichtszunahme bis zu 4,8 kg nach einwöchiger Supplementation mit Kreatin [8]. Im Durchschnitt lag die Gewichtszunahme der Studienteilnehmer nach einwöchiger Supplementation mit 5 g Kreatin pro Tag aber nur bei 0,75 kg und nach 4 Wochen bei 1,31 kg.

Vegetarier

Es hat sich gezeigt, dass Vegetarier auf der Grund der konsumierten Nahrungsmittel geringere intramuskuläre Kreatinspeicher besitzen, weswegen sie besonders von einer Supplementation mit Kreatin profitieren können [1].

Athleten

Größere und schwerere Athleten (im Vergleich zum 70kg Durchschnitt) müssen teilweise zwischen 5-10 g Kreatin am Tag zu sich nehmen, um ein optimales Level in den Muskeln zu erhalten [1].

Form und Dosierung

Kreatin kommt vor allem in Fisch und Fleisch vor. 3 – 5 g Kreatin sind in etwa 500 g Muskelfleisch enthalten. Da es für viele heute nicht in Frage kommt so viel Fleisch zu konsumieren, kann es sinnvoll sein Kreatin in der Form von Kreatin Monohydrat ergänzend einzunehmen. Kreatin Monohydrat wird meist chemisch synthetisiert und als Pulver oder in Kapselform verkauft. Je nach Hersteller sind die Kosten gering und die Qualitätsunterschiede schwanken nicht stark. Trotzdem ist es wichtig darauf zu achten, dass das Produkt eine hohe Reinheit von mindestens 99,95 % hat.

Am effektivsten: Ladephase

Es werden hier meistens 4-mal täglich 5 g (also insgesamt 20 g/Tag) Kreatin Monohydrat über einen Zeitraum von 5 – 7 Tagen supplementiert. So wird der Effekt der Supplementation am schnellsten erzielt, wobei es dann auch zu vermehrten (unerwünschten) Wassereinlagerungen kommen kann. Wenn die Speicher gesättigt sind, reicht eine Dosis von 3 – 5 g Kreatin Monohydrat am Tag, um diese aufrecht zu erhalten, wobei einige Studien zeigen, dass größere und schwere Athleten 5 – 10 g als Erhaltungsdosis zuführen müssen [1].

Schonender: Kontinuierliche Supplementierung

Mit einer Erhaltungsdosis von 3 – 5 g am Tag (je nach Körpergröße und Aktivitätslevel variabel) können die Kreatinspeicher auch aufgefüllt werden [1]. Der (unerwünschte) Nebeneffekt einer vermehrten Wassereinlagerung kann hier weniger stark ausgeprägt sein, da eine langsamere Anpassung an den neuen intrazellulären Kreatinspiegel stattfindet. Der Effekt der Supplementation macht sich aber häufig erst nach 3 – 4 Wochen bemerkbar.

Wichtig ist immer eine ausreichende Trinkmenge an Wasser, um dem Körper die Möglichkeit zu geben die neuen osmotischen Verhältnisse auszugleichen. Sind die Kreatinspeicher gesättigt, dauert es etwa 4 – 6 Wochen bis diese wieder das Level vor der Supplementation erreichen, wenn gar nicht mehr supplementiert wird [1].



Toxizität und Nebenwirkungen

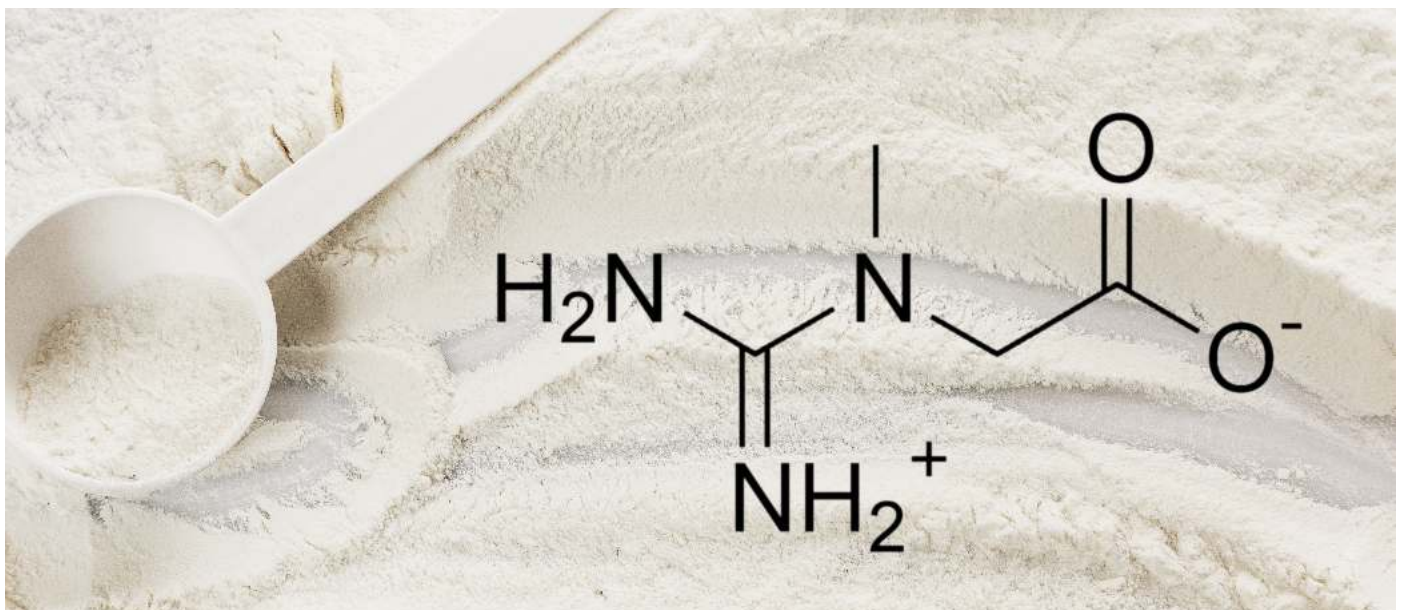
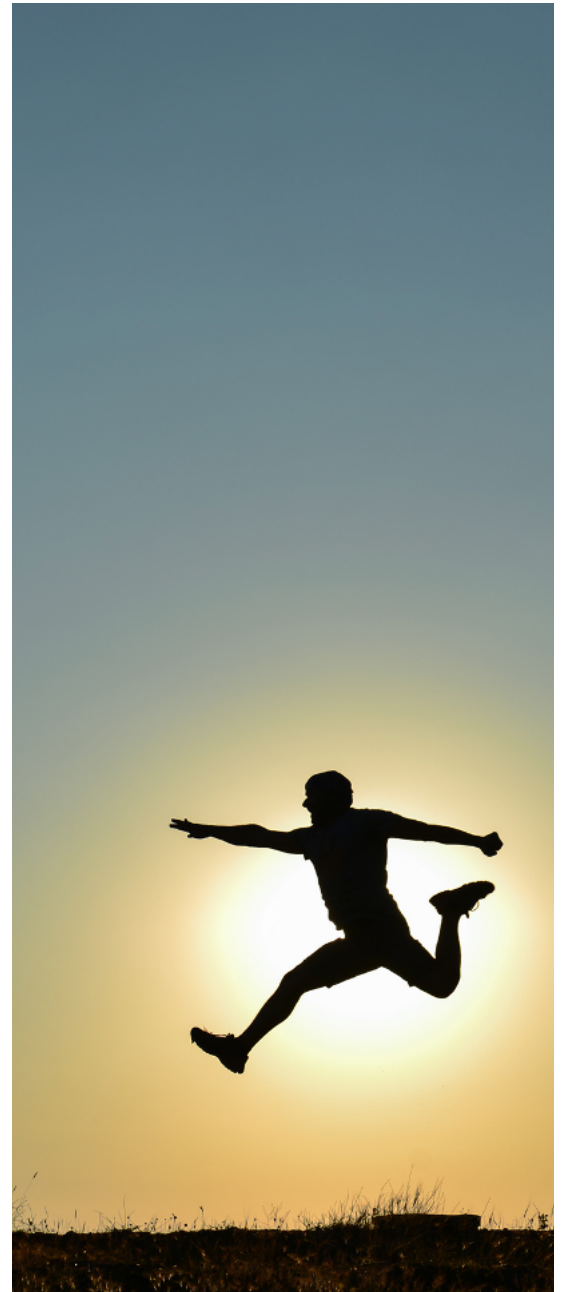
Die Europäische Behörde für Lebensmittel publizierte 2004 ein Gutachten, demzufolge die tägliche Einnahme von 3 g Kreatin risikofrei sei, insofern eine ausreichende Reinheit gewährleistet ist. Im gleichen Gutachten wird angegeben, dass bei Athleten die etwa 5 g Kreatin täglich für 21 Monate eingenommen haben, keine negativen Effekte gezeigt werden konnten [18], [19].

Es finden sich immer wieder Berichte darüber, dass eine Supplementation mit Kreatin zu Muskelkrämpfen, Dehnungsstreifen, Durchfall, Blähungen und zu einer Funktionseinschränkung der Nieren führen kann. Laut Powers et. al [8], ist jedoch die einzige bekannte Nebenwirkung eine Gewichtszunahme. Trotz der aufgezählten positiven Wirkungen einer Kreatinsupplementation, bleibt es eine Ergänzung mit einer synthetisch hergestellten Substanz. Eine Ergänzung sollte immer ein bestimmtes Ziel verfolgen und nach Möglichkeit nicht dauerhaft durchgeführt werden.

Kreatin – Allroundtalent

Kreatin kann sich auf viele verschiedene Prozesse im Körper auswirken [1], [15]. Ohne Kreatin ist die effiziente Verteilung und Nutzung von ATP eingeschränkt. Ein optimierter Kreatinstatus kann die Effizienz des Energiestoffwechsels verbessern. Wenn man die positiven Effekte von Glycin (antidementiv, Schutz vor Zelluntergang, entzündungshemmend, etc.) und seine Bedeutung für die Synthese von Kreatin bedenkt, scheint eine Kombination beider Präparate spannend zu sein!

Doug Wallace hat dargestellt, dass eine Dysfunktion der Mitochondrien für die Entstehung von verschiedenen chronisch degenerativen Erkrankungen wie der Arteriosklerose, des Morbus Alzheimer oder auch des Morbus Parkinson mitverantwortlich ist [20]. Auf dem Gebiet der orthomolekularen und funktionellen Medizin wird versucht über die Gabe von verschiedenen Substanzen wie Coenzym Q10, alpha-Liponsäure oder Glutathion die Mitochondrienfunktion zu verbessern und die Entstehung von freien Radikalen zu minimieren. Kreatin, in der Form von Kreatin Monohydrat, stellt hier eine effektive (und günstige) Ergänzung dar. Gerade weil gesundheitsbewusste Personen den Konsum von tierischen Produkten häufig einschränken, ist der Effekt, der von einer Supplementation mit Kreatin zu erwarten ist, groß!



Literatur

- 1 Kreider RB, Kalman DS, Antonio J 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* 2017; 14: 18
- 2 Cooke MB, Rybalka E, Williams AD et al. Creatine supplementation enhances muscle force recovery after eccentrically-induced muscle damage in healthy individuals. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2009; 6: 13
- 3 McMorris T, Harris RC, Swain J et al. Effect of creatine supplementation and sleep deprivation, with mild exercise, on cognitive and psychomotor performance, mood state, and plasma concentrations of catecholamines and cortisol. *Psychopharmacology* 2006; 185: 93 – 103
- 4 Gerber I, ap Gwynn I, Alini M et al. Stimulatory effects of creatine on metabolic activity, differentiation and mineralization of primary osteoblast-like cells in monolayer and micromass cell cultures. *European cells & materials* 2005; 10: 8 – 22
- 5 Hass CJ, Collins MA, Juncos JL. Resistance training with creatine monohydrate improves upper-body strength in patients with Parkinson disease. A randomized trial. *Neurorehabilitation and neural repair* 2007; 21: 107 – 115
- 6 Pinto CL, Botelho PB, Pimentel GD et al. Creatine supplementation and glycemic control. A systematic review. *Amino acids* 2016; 48: 2103 – 2129
- 7 McMorris T, Mielcarz G, Harris RC et al. Creatine supplementation and cognitive performance in elderly individuals. *Neuropsychology, development, and cognition. Section B, Aging, neuropsychology and cognition* 2007; 14: 517 – 528
- 8 Powers ME, Arnold BL, Weltman AL et al. Creatine Supplementation Increases Total Body Water Without Altering Fluid Distribution. *Journal of athletic training* 2003; 38: 44 – 50
- 9 Braissant O, Henry H, Béard E et al. Creatine deficiency syndromes and the importance of creatine synthesis in the brain. *Amino acids* 2011; 40: 1315 – 1324
- 10 Srikanthan P, Karlamangla AS. Muscle mass index as a predictor of longevity in older adults. *The American journal of medicine* 2014; 127: 547 – 553
- 11 Devries MC, Phillips SM. Creatine supplementation during resistance training in older adults—a meta-analysis. *Medicine and science in sports and exercise* 2014; 46: 1194 – 1203
- 12 Brosnan JT, da Silva RP, Brosnan ME. The metabolic burden of creatine synthesis. *Amino acids* 2011; 40: 1325 – 1331
- 13 Avgerinos KI, Spyrou N, Bougioukas KI et al. Effects of creatine supplementation on cognitive function of healthy individuals. A systematic review of randomized controlled trials. *Experimental gerontology* 2018; 108: 166 – 173
- 14 Brosnan ME, Brosnan JT. The role of dietary creatine. *Amino acids* 2016; 48: 1785 – 1791
- 15 Wallimann T, Tokarska-Schlattner M, Schlattner U. The creatine kinase system and pleiotropic effects of creatine. *Amino acids* 2011; 40: 1271 – 1296
- 16 Leuzzi V, Mastrangelo M, Battini R et al. Inborn errors of creatine metabolism and epilepsy. *Epilepsia* 2013; 54: 217 – 227
- 17 Perasso L, Spallarossa P, Gandolfo C et al. Therapeutic use of creatine in brain or heart ischemia. Available data and future perspectives. *Medicinal research reviews* 2013; 33: 336 – 363
- 18 Opinion of the Scientific Panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food (AFC) on a request from the Commission related to creatine monohydrate for use in foods for particular nutritional uses. *EFSA Journal* 2004; 2: 36
- 19 Kreider RB, Melton C, Rasmussen CJ et al. Long-term creatine supplementation does not significantly affect clinical markers of health in athletes. *Molecular and cellular biochemistry* 2003; 244: 95 – 104
- 20 Wallace DC. A mitochondrial paradigm of metabolic and degenerative diseases, aging, and cancer. A dawn for evolutionary medicine. *Annual review of genetics* 2005; 39: 359 – 407