

## Endothel – Arginin, Citrullin

Die Mediziner Ignarro, Furchgott und Murad erhielten im Jahr 1998 den Medizin-Nobelpreis für ihre Erkenntnisse zum Botenstoff Stickstoffmonoxid (NO). Die Aminosäure Arginin stellten sie dabei als Schlüssel gegen Gefäßschädigungen dar. Für jeden Medizinstudenten gehört es seitdem zum Lehrbuchwissen, dass die von der Aminosäure L-Arginin abhängige NO-Bildung bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen fast immer gestört ist. Manche bezeichnen die Arteriosklerose sogar als eine Art „Arginin-Mangel-Krankheit“.

### **Aus L-Arginin wird Stickstoff (NO)**

Arginin wird zur Bildung von Stickstoffmonoxid (NO) im Endothel (Gefäßinnenhaut) benötigt. Ein gesundes Endothel hängt von NO und Arginin ab. Bei einer Arginin-Unterversorgung kommt es daher zu einem NO-Defizit im Blutgefäß. Daraus entsteht die endotheliale Dysfunktion – längerfristig mit gravierenden Folgen. Denn das Gas NO fungiert als Botenstoff und setzt regulierende Prozesse in Gang, beispielsweise in Hinblick auf die Entspannung und Weiterstellung der Gefäße. NO-Mangel macht sich deshalb als Bluthochdruck bemerkbar - der Körper muss mehr Druck aufbringen, um die Blutsäule durch die zu engen Blutgefäße zu bewegen.

Außerdem ist die Fließfähigkeit des Blutes beeinträchtigt, es kann zu verklumptem Blut und erhöhter Thromboseneigung kommen, erhöhtem Homocystein und erhöhtem LDL-Cholesterin, das auch noch oxidiert sein kann, wenn NO als bedeutendes Antioxidans fehlt. In späterer Folge kann Angina pectoris auftreten und strengt sich auch das Herz übermäßig an. Außerdem wird das Endothel, das glatt und elastisch sein muss, an der Oberfläche geschädigt, es kommt leichter zu Plaquebildung.

### **Arteriosklerose in der Entstehung stoppen**

Sie ist zwar nicht der einzige Risikofaktor für die Volkskrankheit Arteriosklerose, aber ein sehr bedeutender. Idealerweise nützt man die zehn, zwanzig Jahre, die vom Beginn einer Arteriosklerose über einen oft langen, symptomlosen Verlauf, bis hin zu ernstesten Problemen mit Herzinfarkt oder Schlaganfall vergehen.

### **Wie kommt es nun zum Arginin-Mangel?**

Die „semi-essentielle“ Aminosäure kommt in zahlreichen Nahrungsmitteln wie Fleisch, Fisch, Garnelen, Nüssen, Samen oder Schokolade vor und kann außerdem vom Körper selbst gebildet werden. Dennoch kann ein Arginin-Mangel entstehen, wenn die Eigenproduktion bei hohem Verbrauch durch Verletzungen, Verbrennungen oder Wachstumsphasen nicht ausreicht. Speziell bei Gefäßproblematiken wie Bluthochdruck, Durchblutungsstörungen, erhöhtem Homocystein (Homocysteinämie) und Diabetes ist das Arginin im Blut oft auffallend niedrig. Das liegt an gleichzeitig erhöhten Spiegeln an asymmetrischem Arginin (ADMA), das bei diesen Gefäßrisikopatienten oft um 4-fache erhöht ist.

### **ADMA blockiert die L-Arginin-Bildung**

ADMA ist sozusagen eine „schädliche Form von Arginin“, entstanden durch Methylierung von Arginin-Resten. Das zentrale Problem dabei: ADMA hemmt die für die NO-Bildung zuständigen Enzyme und verringert

auch noch die Bioverfügbarkeit von Arginin. Erhöhte ADMA-Spiegel sind deshalb ein Hinweis für Arginin-Mangel, der ein sehr gefährliches NO-Defizit hervorruft.

### **Weitere Folge: Oxidativer Stress**

Da NO auch antioxidativ und damit gefäßschützend wirkt, schreitet bei NO-Mangel die Arteriosklerose voran. Die reaktiven Superoxide gegen die es wirksam wäre, verbrauchen ihrerseits das ohnehin schon zu geringe NO und es kommt unweigerlich zum oxidativen Stress. Übergewicht, Rauchen und Diabetes tragen noch weiter dazu bei.

### **Gefäßerkrankungen sind Entzündungen**

Über 50 % der Herzinfarkte oder auch der Schlaganfälle treten bei völlig unauffälligen Cholesterinwerten auf. Prominente Studien wie JUPITER (2009) und CANTOS (2017) haben gezeigt, dass die Entzündung das eigentliche Risiko bei der Arteriosklerose darstellt, unabhängig von den Cholesterinwerten. Mithilfe von Blutuntersuchungen kann das Entzündungsstadium und damit die Herzinfarkt- und Schlaganfallgefahr beurteilt werden. Gerade erhöhte ADMA-Werte im Blut sind heute nicht nur ein wichtiger Parameter für erhöhtes Herz-Kreislauf-Risiko, sondern ein noch exakterer Hinweis auf Arteriosklerose als Blutzucker-, Cholesterin- oder Blutdruckwerte.

### **ADMA erhöht? Diese Werte gelten**

Darum macht es Sinn, ADMA und eventuell auch Arginin im Blut messen zu lassen. Ein erhöhtes Gefährdungsrisiko beginnt bei einer ADMA-Konzentration ab 0,7 µmol/l. Der Arginin-Spiegel sollte zwischen 80 und 120 µmol/l liegen, wobei 120 µmol/l wünschenswert wäre. Ist der Arginin-Spiegel niedrig, wird gleichzeitig ADMA hoch sein, vor allem, wenn hochsensitives CRP, oxidiertes LDL-Cholesterin und Homocystein ebenfalls hoch sind.

### **NO aus L-Arginin erhält die Endothelfunktion**

Das Endothel bildet das Innere der Blutgefäße, ist eine flächendeckende Schicht aus Endothelzellen, hauchdünn und glatt. Neben seiner Aufgabe als Barriere, reguliert das Endothel Blutdruck und Gefäßdurchlässigkeit, Gefäßtonus, Fließfähigkeit und Gerinnung des Blutes. Das Endothel ist außerdem beteiligt am Immunsystem und an Gefäßneubildungen. Seine Gesundheit hängt maßgeblich von der Stickstoffbildung ab. Ein gesundes Endothel

- Entspannt die glatte Gefäßmuskulatur, das weitet die Gefäße und senkt den Blutdruck,
- Entlastet dadurch das Herz, das nicht soviel arbeiten muss, um die Blutsäule durch die Gefäße hindurch zu bewegen,
- Hemmt die Verklumpung und Anhaftung der Blutplättchen sowie die Bildung von Blutgerinnseln,
- Verbessert Blutfluss und Durchblutung,
- Ermöglicht damit die Grundlage für einen reibungslosen Sauerstoff- und Nährstofftransport zu den einzelnen Organen,

- Hemmt an der Oberfläche des Endothels die Bildung, Anheftung und Aktivierung weißer Blutkörperchen und verhindert damit die erste Stufe der Arteriosklerose,
- Reduziert die Bildung von freien Radikalen und die Oxidation von LDL-Cholesterin bei Hypercholesterinämie, die ebenfalls zur Atherosklerose beitragen,
- Senkt erhöhtes Homocystein, hemmt dadurch verursachte Entzündungen und verhindert eine Verengung des Gefäßes durch Entzündung.

### Was kann damit für die Gefäßgesundheit erreicht werden?

#### Grundvoraussetzung: ADMA bremsen

Wenn durch Zufuhr von Arginin und Citrullin das Verhältnis zwischen ADMA und Arginin wieder stimmt, kann auch die NO-Bildung wieder funktionieren.

#### Endothel regenerieren

Arginin kann das Endothel regenerieren und für eine gesunde, seidenglatte Oberfläche sorgen. Es kann so vorbeugend angewendet werden, um die Gesundheit der Gefäßinnenwände zu erhalten bzw. einem Voranschreiten von Gefäßschäden entgegenzuwirken.

#### Bluthochdruck senken

Über die vermehrte Verfügbarkeit von Arginin und Citrullin und die damit verbundene Freisetzung von NO kommt es durch eine Abfolge biochemischer Reaktionen zur Entspannung der Muskelzellen und damit zur Gefäßerweiterung, was eine effektive Senkung des Blutdrucks ermöglicht.

#### Blut verdünnen und Durchblutung fördern

Das durch die Aminosäuren vermehrt gebildete NO kann das Blut dünnflüssiger machen, indem einerseits die Thrombozytenaggregation gesenkt und damit eine Blutverklumpung vermieden wird. Andererseits reduziert NO auch die immunologische Monozytenadhäsion, sodass es zu keiner unkontrollierten Anhaftung von Immunzellen am Endothel kommt. Beide Effekte tragen dazu bei, dass das Blut dünnflüssig bleibt, ungehindert durch die Blutgefäße strömen kann und eine Thrombenbildung verhindert wird. Die durchblutungsfördernde Wirkung von Arginin wirkt sich auch positiv etwa bei Tinnitus und Schwerhörigkeit, Diabetes oder der Schaufensterkrankheit (PAVK) aus.

#### Hypercholesterinämie reduzieren

Neben den positiven Auswirkungen von Arginin auf Gefäßschäden können hohe Cholesterinwerte und die Oxidation von gefäßschädigendem LDL-Cholesterin reduziert werden, wodurch synthetische Cholesterinsenker (Statine) oft eingespart werden können.

#### Oxidativen Stress neutralisieren

Oxidativer Stress führt zu einer Degeneration der Endothelzellen – die Oberfläche ist nicht mehr glatt, außerdem zum Verlust der Telomeraseaktivität und zu einer Telomerverkürzung. Das bedeutet: Schnellere Alterung, Verkürzung der Lebensdauer, Voranschreiten von durch Oxidation mitbedingten Erkrankungen wie Arteriosklerose. Nur oxidiertes LDL-Cholesterin legt

sich an den Gefäßwänden an. NO kann die Oxidation von LDL-Cholesterin bremsen und damit das Risiko des Anhaftens an den Gefäßwänden reduzieren. Vor allem Rauchen, Umweltgifte, Stress, Strahlung und Hitze einwirkung führen zu oxidativem Stress, der mit einem schrittweisen Zusammenbruch des Energiestoffwechsels verbunden ist.

#### Homocystein senken

Hohe Homocystein-Werte werden mit Endothelschäden und Gefäßverengungen in Verbindung gebracht. Arginin senkt Homocystein, wozu auch ein moderat dosierter Vitamin-B-Komplex beiträgt.

#### Bei Diabetes unterstützen

Hohe Blutzuckerwerte erhöhen bei Diabetes das Risiko für Gefäßprobleme inklusive Herzinfarkt, Schlaganfall, Nerven- und Nierenschäden. Arginin repariert das Endothel und verbessert damit die Gefäßgesundheit. Zusätzlich reagieren die Zellen besser auf Insulin und das führt zu einer raschen, effizienten Senkung des Blutzuckerspiegels und die Insulinsensitivität wird erhöht. Darüber hinaus stimuliert Arginin die Zellen der Bauchspeicheldrüse, bei Diabetes Typ 2 mehr Insulin freizusetzen.

### Die weiteren Wirkungen von L-Arginin

#### Bessere Energiegewinnung

Arginin bzw. das daraus gebildete NO regelt außerdem die Aktivität und Bildung von Mitochondrien. Das sind die Energiegewinnungszentren der Zelle, die Zellkraftwerke. Arginin ist daher von erheblicher Bedeutung für die gesamte Energiestoffwechseleffizienz im Organismus.

#### Energiegewinnung bei Long Covid

Studien zeigen, dass Long-Covid-Patienten häufig Arginin-Mangel und daher NO-Mangel haben. Die Folge sind endotheliale Funktionsstörungen, die mit Beschwerden wie Atemnot und chronischer Erschöpfung einhergehen. Die zu niedrigen Arginin-Werte können auch noch Monate nach einer Covid-Genesung anhalten. Bei Arginin-Mangel und daraus NO-Mangel ist die Aktivität der Mitochondrien nur noch eingeschränkt. Das führt unter Umständen zu Energiemangel, andauernder Müdigkeit, chronisch-entzündlichen Erkrankungen oder Degeneration der Synapsen im Gehirn.

Aus italienischen Studien geht hervor, dass die Kombination aus L-Arginin und Vitamin C die Endothelfunktion und in weiterer Folge Erschöpfungszustände, Muskelkraft und sowohl körperliche als auch geistige Leistungsfähigkeit deutlich verbessern kann.

#### Unterstützung des Immunsystems

Ein chronischer Arginin-Mangel belastet unser Immunsystem und kann Entzündungen ankurbeln. Vor allem Darmentzündungen können damit zusammenhängen. Arginin fördert die gesunde Zusammensetzung der Darmflora, die im gesunden Zustand viele wichtige immunologische Funktionen hat. Außerdem wirkt Arginin antiviral, indem es die Fortpflanzung von Viren hemmt und Prozesse des angeborenen Immunsystems unterstützt.

Vermehrung und Differenzierung der T-Helferzellen sowie deren Botenstoff-Freisetzung für die richtige Immunantwort hängen maßgeblich von Arginin ab. Arginin-Mangel begünstigt deshalb Infektionen und Krebs. Arginin hilft auch gegen die gefürchteten Gewichtsverluste bei Krebskranken.

### Entlastung des Gehirnstoffwechsels

Arginin hilft Ammoniak abzubauen. Giftiger Ammoniak aus dem Proteinstoffwechsel wird in Harnstoff umgewandelt und über die Nieren ausgeschieden, bevor es über den Blutkreislauf ins Gehirn gelangen kann und dort Schäden verursacht.

### Hilfe beim Muskelaufbau und Abnehmen

Arginin erhöht die Ausschüttung von Wachstumshormonen und hilft beim Abnehmen durch Steigerung des Energieumsatzes. Es regt die Proteinherstellung in den Muskeln und den Muskelaufbau an und hilft bei der Verbrennung von Fetten.

### Reduktion von Stress und Ängsten

Arginin reduziert Stress-, Angst- und Spannungszustände, da es den für Anspannung verantwortlichen Cortisolspiegel senkt. Die (zeitversetzte) Einnahme der Aminosäure Lysin ist hier bei Stresssituationen zusätzlich günstig laut Studien, insbesondere für Männer.

### Entlastung in den Wechseljahren

Hitzewallungen, Schweißausbrüche, Kopfschmerzen und Migräne können auf mangelhafte Gefäßweiterstellung und Blutzirkulation zurückzuführen sein. Die in den Wechseljahren stark beanspruchte Leber profitiert ebenfalls von Arginin.

### Stärkung von Potenz und Prostata

Als natürliches Potenzmittel kann Arginin bei Erektionsproblemen genauso helfen wie bei Kinderwunsch, verbessert es doch Menge und Beweglichkeit von Spermien. Außerdem stärkt es die Funktion der Prostata.

### Was sollte eine Rezeptur für das Endothel beachten?

Eine Reparatur-Rezeptur für das Endothel muss Arginin enthalten, am besten in veganer Form aus fermentierten Pflanzen, aber auch nicht zu hoch dosiert und laut Studien im richtigen Verhältnis zur Vorstufe Citrullin. Wie Arginin ist auch Citrullin an der NO-Produktion beteiligt. Während die Einnahme von Arginin zu einer schnellen Steigerung der NO-Konzentration im Plasma führt, kann Citrullin die Arginin-Wirkung verlängern, indem die Umwandlung zeitverzögert erfolgt. Das ist deshalb von Bedeutung, da NO nicht gespeichert wird und Arginin nach drei Stunden abgebaut ist.

Wichtig ist weiters laut Studien zusätzliches Vitamin C als Antioxidans, etwa in natürlicher Form aus der Acerola Kirsche.

Günstig ist der Zusatz von Magnesium in gut aufnehmbarer Form, das gefäßerweiternd wirkt.

Ideal ist dazu der Vitamin B-Komplex zur Senkung von Homocystein und zur Entspannung im Zusammenwirken mit Magnesium. Beide Nährstoffe unterstützen sich gegenseitig.

Allerdings wäre es ein Fehler mit Hochdosen einzelner B-Vitamine zu arbeiten. Studien zeigten, dass eine überproportionale B6-, B9- und B12-Zufuhr für einen massiven Anstieg der ADMA-Konzentration sorgt, also genau das Gegenteil bewirkt von dem, was man erzielen will.

### Was ist besser Arginin HCL oder Arginin Base?

Prinzipiell enthält Arginin Base mehr verfügbares Arginin als das Arginin HCL, das nur bis zu 83 Prozent Arginin bereitstellt. Allerdings schmeckt Arginin Base zu schlecht, um es als Bestandteil eines Getränks zu verwenden. In einer Rezeptur verwendet man meist synergistisch wirkende Substanzen wie die Aminosäure Citrullin und Vitamin C. Dann aber ist das Volumen zu groß und man müsste sehr viele Kapseln schlucken, um den Tagesbedarf zu decken.

Wird Arginin HCL in einer Rezeptur verwendet, muss man auf den veganen Ursprung achten, denn die Billig-Qualität wird aus Haaren und Federn gewonnen. Veganes Arginin HCL ist durch Fermentation aus Pflanzen gewonnen, weit besser aufnehmbar als das aus Haaren und Federn, hat einen hohen Reinheitsgrad, ist sehr stabil, gut wasserlöslich und geschmacksneutral.

### Lysin und Arginin gleichzeitig anwenden?

Die Aminosäuren L-Arginin und L-Lysin sind Gegenspieler. Sie benutzen den gleichen Transportweg in die Zelle und hemmen sich daher gegenseitig in der Aufnahme. Die NO-Produktion wird aber trotz gleichzeitiger Einnahme von Arginin und Lysin aufgrund bestehender Arginin-Speicher in den Zellen nicht beeinträchtigt. Dennoch ist es ratsam, beide Aminosäuren zeitversetzt einzunehmen, also Arginin morgens und Lysin abends. Dosierungen von 3 Gramm Arginin bei einer Einnahme sind hier kein Problem, da der Tagesbedarf ohnehin bei 3 bis 6 Gramm liegt.

Eine unerwünschte Wirkung von Arginin, das „Füttern“ von mit Herpes infizierten Zellen, unterbleibt wahrscheinlich, da Lysin das Herpesvirus hemmt. In diesem Zusammenhang unverständlich erscheint ein 2002 publizierter Zelltest, wo Arginin die Reaktivierung des Epstein-Barr-Virus (EBV) – ebenfalls ein Herpesvirus – herunterreguliert [Agawa et al., 2002], obwohl man doch eher von einer Befruerung ausgehen müsste.

### Nebenwirkungen

Studien zeigen: Dosen von 3–8 g/Tag sind sicher und sollten keine akuten Nebenwirkungen verursachen. Höhere Mengen können sehr wohl unerwünschte Wirkungen haben. Mengenunabhängig kann eine Allergie auftreten. Magenschmerzen, Völlegefühl, Durchfall, Gicht, Asthma und niedriger Blutdruck sind ebenfalls möglich.

Empfohlen ist Arginin bei Symptomen, die auf einen Mangel schließen lassen wie Bluthochdruck. Nicht empfohlen ist Arginin bei niedrigem Blutdruck, nach Herzinfarkt, bei Neigung zu Herpesinfektionen, bei Einnahme des Potenzmittels Viagra, des Herzmittels Isoproterenol, von Nitroglycerin oder kaliumsparenden Diuretika. Bei Blutverdünnern, Bluthochdruckmedikamenten, Blutzuckersenkern darauf verzichten oder die Dosis anpassen lassen. Zwei Wochen vor einer Operation absetzen.

**Den Arginin-Spiegel im Blut testen lassen**

Nur bei niedrigen Arginin-Werten ist eine Arginin-Einnahme sinnvoll, wichtig und hilfreich. Dosierungen bis 8 Gramm sind physiologische Mengen. Allerdings können sehr hohe Arginin-Spiegel im Blut auf eine Stoffwechselstörung am Beginn diverser Krebsarten hinweisen, weshalb ein Aminosäuren-Bluttest sinnvoll sein kann.

**Alternative zu Arginin**

Für die Stickstoffproduktion und damit Blutdrucksenkung kann bei Bedenken einer Arginin-Einnahme stattdessen auch Glycin (enthalten etwa in Pro Collagen vegan) eingesetzt werden, das viele Gefäßrisikofaktoren senken kann, aber keine Einschränkungen bei der Einnahmeempfehlung aufweist. Glycin steigert den Blutfluss, senkt Bluthochdruck, Cholesterin und Homocystein

**Arginin unterstützt bei:**

- Abnehmen
- Angina pectoris
- Angstzuständen
- Arteriosklerose
- Blutfluss
- Bluthochdruck
- Cholesterin erhöht
- Chronische arterielle Verschlusskrankheit (PAVK)
- Covid 19
- Darmentzündungen
- Darmflora
- Demenz
- Diabetes mellitus
- Durchblutungsstörungen
- Endothelialen Funktionsstörungen
- Energiegewinnung
- Entzündungen
- Erektionsstörungen
- Fettverbrennung
- Gehirnstoffwechsel
- Harnstoffzyklusstörungen
- Homocystein erhöht
- Immunstörungen
- Infektanfälligkeit
- Infertilität
- Kognitive Störungen
- Long-Covid
- Mikroangiopathien
- Muskelaufbau
- Oxidativem Stress
- Operationen
- Potenz
- Prostata
- Proteinstoffwechsel
- Schlafstörungen
- Schwerer körperlicher Arbeit
- Sport
- Stress
- Stimmungsschwankungen
- Stoffwechselstörungen
- Thromboseneigung
- Tinnitus
- Tumorerkrankungen

- Unruhe
- Verletzungen
- Wachstum von Haut, Haaren und Nägeln
- Wachstumsphasen
- Wechseljahrsbeschwerden
- Wundheilungsstörungen