

Die Bedeutung der diätetischen Natriumhydrogencarbonat (NaHCO_3)-Supplementierung bei Sportlern und körperlich aktiven, gesunden Menschen

von Dr. med. Agata Misera¹, Dr. med. Igor Łoniewski², Dr. med. Witold Furgał³

Einleitung

In diesem Bericht präsentieren die Autoren die aktuellen Erkenntnisse hinsichtlich des Nutzens einer Natriumhydrogencarbonat-Therapie bei Sportlern und aktiv Trainierenden. Sie zeigen ferner die Grundlagen der Physiologie und Pathophysiologie einer durch körperliches Training beeinflussten Säure-Basen-Balance. Zudem wird die Rolle von Knochen und Muskeln im o.a. Prozess diskutiert und die pharmakologischen Eigenschaften von Natriumhydrogencarbonat beschrieben.

Körperliche Betätigung führt häufig zu einem anaerob-laktaziden Stoffwechsel, der eine metabolische Akkumulation in den Muskeln bewirkt (anorganische Phosphate ADP, H^+ und extrazelluläres Kalium), wodurch Müdigkeit verursacht wird. Zusätzlich bewirkt Training über das kritische Maß hinaus sinkende pH-Werte in Blut und Muskeln [1].

Anwendung von Natriumhydrogencarbonat in der Sportmedizin

In der Sportmedizin werden drei Arten der NaHCO_3 -Supplementierung angewandt, und zwar einmalige, mehrtägige und Langzeit-Supplementierung.

Während der einmaligen Supplementierung wird eine Einzeldosis Natriumhydrogencarbonat gegeben (0,3 g/kg KG, 60-90 Minuten vor dem Training). Bei der mehrtägigen Anwendung von NaHCO_3 nehmen die Sportler Einzeldosen an mehreren aufeinanderfolgenden Wettbewerbstagen ein. Langzeit-Supplementierung bedeutet, dass NaHCO_3 über mehrere Tage in Dosen von 0,5 g/kg KG, auf zwei bis drei Portionen aufgeteilt, eingenommen wird. Am Tag des Wettbewerbs nehmen die Sportler dagegen kein Natriumhydrogencarbonat [3,4].

In der Sportmedizin ist die Anwendung von Natriumhydrogencarbonat beliebt. In ihrer Meta-Analyse von 40 randomisierten klinischen Studien mit insgesamt 395 Personen haben Pearl et al. [5] die Wirkung von Natriumhydrogencarbonat anhand von 58 numerischen Parametern bewertet, welche die physische Betätigung beschreiben. Natriumhydrogencarbonat wurde 60-120 Minuten vor der sportlichen Betätigung in Dosen von 0,2-0,4 g/kg Körpergewicht gegeben. Auf der Grundlage der erzielten Resultate wurde der begünstigende Effekt von Natriumhydrogencarbonat auf die körperliche Betätigung bestätigt. Die Autoren formulierten folgende Schlussfolgerungen:

- NaHCO_3 sollte individuell dosiert werden. Bei Profis ist die Wirkung nicht signifikant, aber auf Amateurllevel kann es entscheidend sein.
- Zur Vermeidung von Nebenwirkungen ist es notwendig, ein individuelles Supplementierungsprotokoll zu entwickeln.
- Die empfohlene Dosis beträgt 0,2-0,4 g/kg Körpergewicht, 60-120 Minuten vor dem Training.
- Um den tatsächlichen Effekt von NaHCO_3 auf physische Betätigung zu bewerten, müssen die von den Sportlern in ihrer Disziplin

angewandten Techniken (wie z.B. Boxen und Judo) berücksichtigt werden.

- Die Resultate hinsichtlich der Wirksamkeit von NaHCO_3 -Supplementierung bei Amateursportlern sind als sehr positiv zu bewerten.

Die Ergebnisse der Studie von Pearl et al. bestätigen die Resultate der früher durchgeführten Meta-Analyse [6] und die Empfehlung des Internationalen Olympischen Komitees hinsichtlich der Gabe von NaHCO_3 an Sportler vor körperlicher Anstrengung. Allerdings bestehen noch viele Zweifel in dieser Angelegenheit. Die Resultate von Studien, die nach der Meta-Analyse durchgeführt wurden, sind widersprüchlich. Mueller et al. haben gezeigt, dass die mehrtägige Gabe von Natriumhydrogencarbonat die Ausdauer erhöht [7]. Mero et al. [8] dagegen haben die Einzeldosis von Natriumhydrogencarbonat Supplementierung bei Kurzstreckenschwimmern bestätigt.

Eubicarbonatemische metabolische Azidose

Die Alkalisierung spielt in der Sportlerernährung eine wichtige Rolle. In jüngster Zeit richtete sich die Aufmerksamkeit vermehrt auf die sogenannte eubicarbonatemische metabolische Azidose. Auch wenn es so scheint, es handelt sich bei diesem Begriff nicht um einen Widerspruch in sich. Eubicarbonatemische metabolische Azidose ist eine Störung des Säure-Basen-Haushalts, die hauptsächlich aus einer eiweißreichen Ernährung, hohem Alter oder



einer harmlosen Nierenschwäche resultiert. In solchen Fällen ist der menschliche Körper extrem mit Protonen (Hydrogenionen – H^+) überbelastet, aber aufgrund kompensierender Prozesse (hauptsächlich der Knochen und der Nieren) sinkt der Kohlenhydratgehalt im Blut nicht unter die Norm. In der englischsprachigen Literatur wird diese Störung „Eubicarbonatemic Metabolic Acidosis“, „Latent Acidosis“ „Acid Retention“ (reine Säurebalance = reine körpereigene Säureproduktion – reine Säureausleitung über die Nieren) genannt. Säurespeicherung (acid retention) ist ein guter Begriff, weil er den Unterschied zwischen der Säureproduktion des Körpers und der Säureausleitung reflektiert. Um die in diesem Artikel dargestellte Diskussion zu verstehen, ist es notwendig, biochemische und physiologische Grundlagen im Zusammenhang mit dem Säure-Basen-Haushalt zu analysieren.

Biochemische Grundlagen

Laut dem dänischen Physikochemiker Brønsted sind Säuren chemische Verbindungen, die H^+ -Ionen abgeben, während Basen ein Proton annehmen. Die grundlegenden Gesetze einer Säure-Basen-Balance unterliegen der Elektroneutralität, Isoionie, Isohydrie und Isoosmie [9]. Ein physiologischer pH-Wert der extrazellulären Flüssigkeit von 7,35-7,45 (was einer Hydrogen-Ionen-Konzentration von 35-45 nmol/l entspricht) ist nicht für alle Enzyme optimal, stellt aber die korrekte Koordination vieler überlebenswichtiger biochemischer Prozesse sicher [10]. Zum Leben notwendige pH-Werte rangieren von 6,8 bis 7,8 (Konzentration der Hydrogen-Ionen von 16-160 nmol/l) [11]. Isohydrie oder die konstante Konzentration von H^+ -Ionen im Blut wird hauptsächlich durch funktionierende Nieren, Lunge und volle Blutpuffer erhalten: Hydrogenkarbonat – 53%, Hämoglobin – 35%, Albuminat – 7% und Phosphat – 5% [10].

Organe des Säure Basen Haushalts

Die wichtigsten Organe für den Säure-Basen-Haushalt sind Lunge und Nieren. Die Lunge eliminiert Kohlendioxid, so dass der Partialdruck innerhalb seines physiologischen Bereichs bleibt, angepasst an das gegenwärtige Hydrogenkarbonat-Level (respiratorische Kompensation metabolischer Störungen). Die Rolle der Nieren im Hydrogen-Ionen Stoffwechsel beinhaltet: 1. Abbau von Hydrogenkarbonat, 2. Regeneration der verbrauchten Hydrogenkarbonate im Prozess der titrierbaren Säure und Ammoniakbildung, 3. Bildung von Hydrogenkarbonat-Ionen aus Zitronensäure, die im proximalen Urogenitalkanal absorbiert wird, 4. Eliminierung freier Hydrogen-Ionen (dieses Phänomen ist von untergeordneter Wichtigkeit für den Säure-Basen-Haushalt) [12].

Anderer mit dem Erhalt der Isohydrie befassten Organe sind die Leber, in der NH_4^+ -Ionen zur Harnsäure-Synthese genutzt werden, und der Verdauungstrakt (HCO_3^- Regeneration in Parietalzellen des Magens [13] und Absorption von HCO_3^- mit der Nahrung). Die Knochen sind auch lebenswichtig zur Erhaltung der Isohydrie, da sie ein großes Reservoir an Basen bilden [9].

Führt die heutige Ernährung zur Übersäuerung?

„Du bist was du isst“. Jeder kennt dieses Sprichwort, und seine Bedeutung wird immer wichtiger. Im Zeitalter der Wohlstandsgesellschaft mit unbegrenzten Möglichkeiten sorgen wir uns nicht mehr, ob es genug Nahrung für jeden gibt, sondern wir achten auf die Mengen und die Zusammensetzung unserer Mahlzeiten. Bedauernswerterweise lösen das BIO-Label auf einem Nahrungsmittel oder ein niedriger Kaloriengehalt nicht das Problem geeigneter Ernährung. In diesem Fall reicht es nicht, sich auf den Standpunkt zu stellen, dass alle na-

türlichen Nahrungsmittel gesund sind. Ernährung ist entscheidend für physisch aktive Menschen, einschließlich Sportler. Es reicht nicht aus, eiweißreiche Nahrungsmittel zu essen, die einen angemessenen Zuwachs an Muskelmasse garantieren oder Kohlenhydrate als hauptsächlich Energiequelle anzusehen.

Der Erhalt der Säure-Basen-Balance im Körper ist eine wirkliche Herausforderung für Ernährungswissenschaftler und für die Sportler selbst. Dies ist eine schwierige Aufgabe, denn der Feind eines aktiven Lifestyles – Übersäuerung – ist unsichtbar. Um den Zustand der Säure-Basen-Balance im Körper zu bewerten, ist es notwendig, viele verschiedene biochemische Blut- und Urinuntersuchungen durchzuführen. Übersäuerung „attackiert“ den Körper heimtückisch, langsam, aber systematisch und wirkt sich auf seine Stärke aus. Darüber hinaus trägt sie zur Entwicklung von Osteoporose, Reduktion der Muskelmasse und vielen anderen Krankheiten bei und wird die „Epidemie des 21. Jahrhunderts“ genannt. Sogar die verbreitete Meinung hinsichtlich der Rolle von Milchsäure im Prozess der Übersäuerung scheint falsch, denn Milchsäure ist nicht der Grund, sondern eine Folge trainingsbezogener Übersäuerung. Die Entstehung der Übersäuerung reduziert den Pool an Pyruvat und damit die Fähigkeit zur Energiegewinnung innerhalb der Zelle. Würden die Muskelzellen keine Milchsäure produzieren, wären diese Prozesse der Übersäuerung und Ermüdung schneller und die Trainingsfähigkeit des Körpers wäre erheblich geringer [14].

Chronische Übersäuerung bei Sportlern beruht hauptsächlich auf unangemessener Ernährung. Die heutige sogenannte „westliche“ Ernährung versorgt den Körper mit mehr sauren H^+ -Ionen als mit alkalischen HCO_3^- -Ionen. Eine typische westliche Ernährung (reich an Proteinen, aber mit wenig Obst und

Gemüse) versorgt den Körper mit ungefähr 50-100 mEq Hydrogen-Ionen (Protonen) pro Tag. Der Körper muß die Produktion von HCO_3^- -Ionen, die hauptsächlich aus Kalisalzen von organischen Säuren entstehen (z.B. Kaliumcitrat) und die Freisetzung von H^+ -Ionen regulieren. H^+ -Ionen entstehen aus dem Endprodukt des Aminosäuren-Stoffwechsels (Lysin und Arginin, 90 %), der Umwandlung von Phospholipiden (Phosphorsäure, 5 %), Glukose (Laktat, 2 %), Fettsäuren (Ketonen, 1 %) und aus den Metaboliten des Zitronensäurestoffwechsels [9,10].

Man kann Übersäuerung in gewisser Weise als Nebenwirkung des Lebens bezeichnen, die aufgrund der Energieproduktion innerhalb des Körpers geschehen muss. Die Verstoffwechslung der energiereichen Bestandteile, wie z.B. Adenosintriphosphat (ATP) und Adenosindiphosphat (ADP), und auch Signalgeber wie beispielsweise cAMP und cGMP, bewirken ebenfalls Säureproduktion [15]. Evolution ist der für diesen Prozess hauptsächlich verantwortliche Faktor. Der Mensch ist von Natur aus Jäger. Der menschliche Stoffwechsel ist immer noch angepasst an die Zeiten, in denen wir meilenweit laufen mussten, um ein Stück rohes Fleisch zu finden, das dann über dem Feuer geräuchert wurde, Zeiten, in denen wir täglich ums Überleben kämpfen mussten und in denen Wildpflanzen als Nahrung gesammelt wurden. Während wir, wider unserer Natur, unserem Körper drei bis fünf Mahlzeiten täglich aufzwingen und dadurch Kohlenhydrate mit Fett und hohen Eiweißmengen verbinden, versucht der Organismus verzweifelt die Säure-Basen-Balance zu halten. Leider wird er durch die hochkalorische Nahrung mit H^+ -Ionen belastet.

In ihrer Studie analysierten Sebastian et al. [16] 159 verschiedene Diäten unserer Vorfahren aus prähistorischen Zeiten. Sie fanden heraus, dass die meisten dieser Diäten den

Körper mit mehr basischen Bestandteilen versorgten (die endogene Säureproduktion lag bei 88 ± 82 mEq/Tag.). Archäologen machten eine interessante Entdeckung, als sie die Knochendicke und -dichte von Steinzeitmenschen unterschiedlicher Altersgruppen verglichen. Sie stellten fest, dass das Schienbein von Jägern und Sammlern dicker und stabiler war und dass es mit zunehmendem Alter keine Masse verlor, im Gegensatz zu Jägern eines seßhaften Zeitalters mit anderen Ernährungsgewohnheiten.

Offenbar kann dies durch verschiedene Faktoren beeinflusst werden. Allerdings sollten wir aufgrund aktueller Erwägungen und des eindeutigen Beweises der Auswirkung von Ernährung auf den menschlichen Körper den möglichen Einfluss der Ernährung auf die Knochen unserer Vorfahren nicht ignorieren. Es lässt sich also spekulieren, dass die damaligen Jäger dem Prototyp des heutigen Athleten entsprachen. Demnach stellt sich die Frage, ob eine alkalische Ernährung die physische Kraft erhöht. Bislang gibt es noch keine Langzeitstudie, die diese Hypothese bestätigen könnte. Dennoch lassen physiologische und biochemische Daten offenkundig darauf schließen, dass eine gute körperliche Kondition und ein normal funktionierender menschlicher Organismus der Alkalisierung bedarf, um neue physiologische Grenzen zu überwinden und damit Sportler in die Lage zu versetzen, immer bessere Ergebnisse zu erzielen. Bei der Wahl einer solchen Nahrungsanpassung müssen wir nicht nur einen ausreichenden Anteil an NaHCO_3 zur Verfügung stellen, sondern den Körper auch mit Obst und Gemüse versorgen, welches reich an Kalium ist, dem zur Regulation des Säure-Basen-Haushalts verantwortlichen Element.

Von den unterschiedlichen Faktoren, welche die Leistung von Sportlern beeinflussen können, möchten

wir drei diskutieren, und zwar Energieproduktion, Knochendichte und Muskelmasse.

Energieproduktion der Zelle

Der Prozess der Energieproduktion in den Mitochondrien steht im Zusammenhang mit der oxidativen Phosphorylierung, aus der die ATP-Produktion resultiert. Dieser Prozess ist abhängig von dem Protonengradienten zwischen der mitochondrialen Matrix und dem Zellplasma. Im Fall der Übersäuerung werden Hydrogen-Ionen von der Zelle absorbiert und gegen Kalium-Ionen ausgetauscht. Dies führt zu einem Anstieg der H^+ -Ionen Konzentration im Cytoplasma bei gleichzeitigem Abfall des Protonengradienten. Aufgrund dieses Prozesses ist die Energieproduktion in der Zelle gestört [17].

Abramowitz et al. [20] präsentieren in ihrem Artikel die Ergebnisse von Untersuchungen, die sie an 2714 gesunden Erwachsenen im Alter von 20 bis 49 Jahren durchführten. Die Studie zeigte, dass eine niedrigere Konzentration von Hydrogencarbonat im Serum (immer noch unterhalb der Norm) und ein Anstieg im Anionenabstand mit einer verminderten kardiorespiratorischen Fitness zusammen hing. Die präsentierten Daten lassen darauf schließen, dass Sportler und physisch aktive Menschen erheblich von der Einnahme alkalischer Bestandteile und eines hohen Anteils an Obst und Gemüse in der Ernährung profitieren können.

Übersäuerung und Knochen

Langzeitige Übersäuerung führt zu einem langsamen, jedoch systematischen Schwund an Knochenmasse. Knochen bestehen hauptsächlich aus alkalischen Stoffen, wie z.B. diversen Kalziumsalzen, die für den Erhalt der Säure-Basen-Balance im Körper verantwortlich sind.



Es ist bewiesen, dass ein saures Milieu zur Aktivierung von Osteoklasten und zur Freisetzung von „alkalischen“ Bausteinen aus den Knochen führt, wie z.B. K^+ , Na^+ und Ca^{2+} . Dies resultiert nicht nur aus dem physikalisch-chemischen Prozess, sondern basiert auch auf dem Effekt der Nebenschilddrüse, 1,25-Dihydroxycholecalciferol und dem *Receptor Activator of Nuclear factor kappa B* (RANK) auf Knochen [22,23]. Chronische Übersäuerung führt zum Verlust von Kalzium-Ionen durch den Urin, zu verminderter Knochendichte und erhöhtem Risiko von Knochenbrüchen (den sog. Müdigkeitsbrüchen). Interessanterweise findet, trotz des permanenten Verlustes von für den Organismus wichtigen Ionen, ein ausgleichender Anstieg der Absorption dieser Substanzen aus dem Verdauungstrakt nicht statt. Darüber hinaus führt die Übersäuerung zu erhöhter Harnausscheidung von Hydroxyprolin, N-Telopeptiden und Deoxypyridinolin.

Der oben beschriebene Prozess vom Schwund an Knochenmasse ist ein unvermeidbarer Effekt einer Langzeitübersäuerung, der von jedem durch richtige Ernährung überwunden werden kann. Die Ergebnisse einiger klinischer Studien bestätigen die Wirksamkeit der Supplementierung von basischen Stoffen, die Kalium (Kaliumcitrat), durch Reduzierung des Resorptionsprozesses beinhalten. [24,25]. Es gibt jedoch keine Daten von Sportlern und physisch aktiven Menschen. Es sollte nochmals betont werden, dass Obst und Gemüse große Mengen an Kali enthalten. Deshalb sind sie so wichtig in der Sportlerernährung.

Übersäuerung und Verlust an Knochenmasse

Der Prozess der Ammoniakbildung in den Nieren ist einer der Hauptmechanismen der Hydrogencarbonat-Regeneration. Dieser Prozess erfordert Glutamin, das sich in Ammo-

niak verwandelt (NH_3) – die Quelle der Ammonium-Ionen und Glutaminsäure. Glutamin selbst hingegen wird vom Muskelgewebe abgegeben. Darüber hinaus wird in einem übersäuerten Organismus die Produktion von Albumin, eng verbunden mit einer negativen Stickstoffbilanz, verringert. Eine negative Stickstoffbilanz wiederum ist eine direkte Auswirkung der Übersäuerung. Diese Tatsache wird unterstützt durch eine Studie in den USA, die eine eindeutige Verbindung zwischen einer niedrigen Hydrogencarbonat-Konzentration und niedrigen Serum Albumin-Werten ergab [26].

Dieses Ergebnis erklärt sich aus dem zugrunde liegenden Kompensationsmechanismus – Übersäuerung. Niedrige Serum Albumin-Werte scheinen die Verfügbarkeit von Stickstoff zur Bildung von Ammoniak zu erhöhen und damit die endgültige Ausleitung von saurem NH_4^+ . Diese Hypothese wird durch die Tatsache bestätigt, dass Übersäuerung zu einem Anstieg der Serum Albumin-Konzentration führt und zu einer positiven Stickstoffbilanz beiträgt, die für einen Anstieg der Muskelmasse wichtig ist. Aus diesen Tatsachen können wir schließen, dass Übersäuerung eine wichtige Rolle in der Hypoalbuminämie spielt [27].

Sollten basische Komponenten regelmäßig gegeben werden?

Offenbar ist die Alkalose, ebenso wie die Azidose, eine Krankheit, die der Behandlung bedarf. Auf der anderen Seite, wenn „eubicarbonatmische Azidose“ den menschlichen Organismus nachteilig beeinflusst, scheint die Frage hinsichtlich des Effekts von „eubicarbonatmischer Alkalose“ auf die Körperfunktionen angebracht. *In vitro* Studien bestätigen, dass metabolische Alkalose dem Verlust an Knochendichte vorbeugt, nicht nur durch die Hemmung von Kalziumabgabe, sondern auch durch eine Hemmung der

Osteoklasten-Funktion bei gleichzeitiger Aktivierung knochenbildender Osteoblasten. Dieser Mechanismus wurde bei minimalem Grad von Alkalisierung beobachtet. Somit kann Alkalisierung die Entwicklung von Osteoporose verhindern. Der Grad der Alkalose korreliert direkt mit der von den Nieren ausgeschiedenen Kalziummenge, was bedeutet, dass, je größer die Alkalose ist, der Körper umso weniger Kalzium verliert, sodass mehr Aufbaumaterial für gesunde und starke Knochen verbleibt.

Das Verhältnis des Knochenabbaus zum Knochenaufbau ist der Hauptfaktor in der Osteoporose-Behandlung. Daher lässt sich der Prozess der Osteoporose blockieren oder bis zu einem gewissen Grad umkehren, wenn es dank der Alkalisierung möglich ist, dieses Verhältnis zugunsten des Knochenaufbaus zu verschieben. Allerdings haben die Autoren des kürzlich veröffentlichten Artikels [28] über dieses Thema keinen eindeutigen Beweis über die vorteilhafte Wirkung der Alkalisierung auf Knochen gefunden. Sicherlich sind weitere Studien notwendig, um dieses Problem zu lösen.

Der Eiweißgehalt in der Nahrung ist ein interessantes Thema. Einerseits bildet Protein Säure, aber andererseits kann es einen günstigen Effekt auf den Knochenstoffwechsel haben [28]. Aus der Analyse der einzelnen Nahrungsbestandteile können wir schließen, dass die Eiweißzufuhr einer der wichtigsten Faktoren für den Knochen- und Muskelaufbau ist. Unsere Vorfahren aus der Steinzeit konsumierten ca. 250 g Protein pro Tag. Der durchschnittliche tägliche Verzehr an Eiweiß eines typischen Amerikaners liegt unter 100 g. Aminosäuren, die im Prozess der Proteolyse gebildet werden, sind zur Knochenbildung notwendig. Die Ergebnisse von Tierversuchen sind unstrittig. Sie haben ergeben, dass die Zufuhr an notwendigen Amino-



säuren die Knochenqualität verbessert. Bei Menschen wiederum wurde ein Anstieg an IGF-1 im Blut festgestellt, was den Knochenaufbau vorteilhaft beeinflusst [29]. Eine eiweißreiche Ernährung bewirkt einen Anstieg an IGF-1 im Blut [30]. Diese Ernährung erfordert eine passende Auswahl an zahlreichen Komponenten, um eine Übersäuerung des Organismus zu vermeiden, die den Abbaustoffwechsel stimuliert. Dies erklärt die Unterschiede in den Resultaten bei Versuchen, die die Wirkung einer eiweißreichen Ernährung auf die Knochendichte bewerten. Ob nun die oben genannte Diät zur Übersäuerung oder zu einer leichten Alkalose führt, sie beeinflusst nicht nur die Struktur der Knochen günstig, sondern auch deren Beschaffenheit.

Es ist ebenfalls zu beachten, dass der Protein-Verzehr nicht immer unmittelbar zu einer Verbesserung des anabolischen Metabolismus führt. Im Knochen-Metabolismus ist der Ausgleich zwischen den anabolen Eigenschaften der Proteine und den katabolen Eigenschaften der Säuren sehr wichtig. Deshalb kann eine Steigerung der Proteinzufuhr, z.B. von 40 auf 110 g/Tag, eine anabolische Wirkung haben. Umgekehrt kann eine Steigerung der Proteinzufuhr, beispielsweise von 80 auf 150 g/Tag, aufgrund des übersäuernden Effekts von zu hohen Proteinmengen auf die Knochen eine katabolische Wirkung haben. Dies ist ein sehr komplexes Thema, aus dem die Notwendigkeit individueller Diätpläne hervorgeht [31]. Um die Auswahl bestimmter Nahrungs-

bestandteile zu erleichtern, werden die säure- und basenbildende Wirkung einzelner Nahrungsmittel in Tabelle 1 dargestellt.

Bewertung des Grades an Übersäuerung im Körper

Wie bereits an anderer Stelle in diesem Artikel erwähnt, ist eine Bewertung der Übersäuerung im Körper schwierig. Eine volle Auswertung erfordert biochemische Blut- und Urintests, deren Resultate die Konzentration und die tägliche Ausscheidung von Ionen wiedergeben. Auf der Grundlage dieser Daten werden die Säureausscheidung und der Anionen-Mangel berechnet. Nur die Analyse des gesamten Spektrums an Ergebnissen ermöglicht einen Blick auf den menschlichen

Säurebildende Nahrungsmittel

Nahrungsmittel	NAL (mEq/100 kcal)	Kalium (mEq/100 kcal)	Protein (g/100 kcal)
Fisch	+14,6	8,1	16,8
Fleisch	+12,4	7,6	18,4
Geflügel	+ 7,8	4,7	13,4
Eier	+ 7,3	2,4	8,3
Meeresfrüchte	+ 7,3	18,4	18,0
Käse	+ 3,3	0,8	7,1
Milch	+ 1,3	6,4	5,7
Cerealien	+ 1,1	2,6	3,2

Neutrale Nahrungsmittel

Hülsenfrüchte	-0,4	12,6	100
---------------	------	------	-----

Basenbildende Nahrungsmittel

Nüsse	-1,1	3,8	2,5
Frische Früchte	-5,2	9,4	1,6
Knollengewächse	-5,4	11,8	2,2
Pilze	-11,2	62,3	25,7
Gemüse	-17,1	34,3	6,8
Fruchtgemüse	-17,5	35,5	5,6
Blattgemüse	-23,4	43,5	10,0
Stielgemüse	-24,9	54,8	4,6

Tabelle 1: Reiner Säuregehalt verschiedener Nahrungsgruppen [31]

Säure-Basen-Haushalt. Eine detaillierte Versuchsbeschreibung und deren Interpretation würden den Rahmen dieses Artikels sprengen und sind in aktuellen Handbüchern zu finden [12,32]. Unter ambulanten Bedingungen ist die Überprüfung durch einfache Verfahren möglich, in denen mehrmals täglich der Urin-pH-Wert gemessen wird.

Studienverlauf

Die erste Messung wird um sechs Uhr morgens durchgeführt. Unter normalen Bedingungen sollte der Morgenurin den niedrigsten pH-Wert haben, weil der Körper nachts von Säuren bereinigt wird. Andererseits verhindert saurer Urin Infektionen der Harnwege, die während der Nachtruhe nicht entleert werden. Die nächste Messung wird um 09:00 Uhr durchgeführt. Sie sollte spätestens zwei bis drei Stunden nach dem Frühstück stattfinden, weil ansonsten die Werte inkorrekt sein könnten. Bei gesunden Menschen sollten die Werte aufgrund der durch das Essen verursachten ersten alkalischen Welle leicht alkalisch sein.

Die dritte Messung sollte um zwölf Uhr vor dem Mittagessen stattfinden. Um diese Zeit sollte der Urin-pH-Wert leicht sauer sein. Die vierte Messung sollte um drei Uhr nachmittags durchgeführt werden. Diese Messung sollte die größte alkalische Welle des Tages widerspiegeln. Nach einer reichhaltigen Mahlzeit, wie dem Mittagessen, sollten wir einen hohen (alkalischen) Urin-pH-Wert erwarten.

Die fünfte Messung sollte um sechs Uhr vor dem Abendessen stattfinden. Um diese Zeit sollte das Urin-pH leicht sauer sein.

Es ist wichtig, während der Messperiode nur drei Mahlzeiten pro Tag zu streng festgelegten Zeiten zu verzehren. Snacks sollten vermieden werden, da sie kleine alkalische Wellen hervorrufen, die die Resultate beeinflussen könnten.

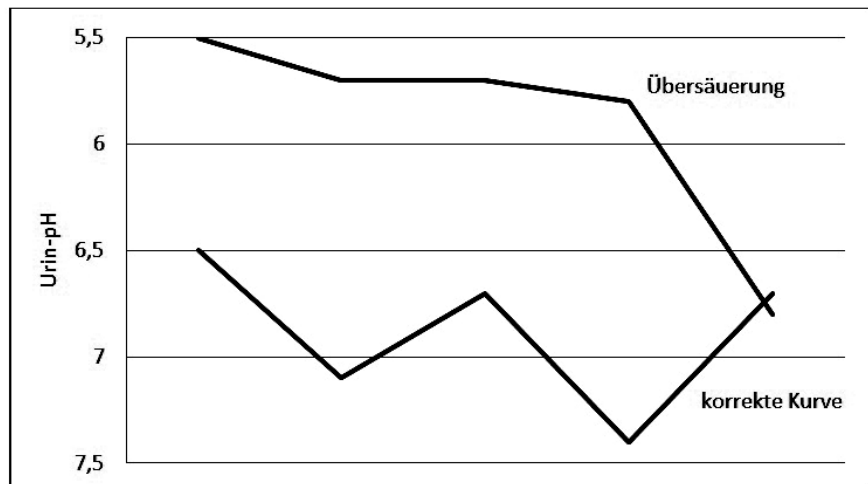


Abb. 1: Tägliche Urin-pH-Kurve

Am Tag vor Testbeginn sollten keine säurebildenden Stoffe verzehrt werden.

Bei gesunden Menschen sieht die tägliche Urin-pH-Kurve wie ein Zickzack aus (Abb. 1). Die untere Linie stellt einen korrekten Wert dar, während die obere Linie typisch ist für latente Übersäuerung. In der Ergebnisauswertung ist der Kurvenverlauf am wichtigsten, nicht die pH-Werte, da sie jeden Tag unterschiedlich sein können, je nachdem, welche Speisen gegessen wurden.

Pharmakologische Eigenschaften von NaHCO_3

NaHCO_3 ist ein salziges Pulver, das sich in Wasser gut auflöst. Bei Temperaturen über 50°C zersetzt es sich unter Freisetzung von CO_2 , H_2O und Na_2CO_3 [31-33]. Aus diesem Grund sollte man vor Verzehr das Pulver in Wasser oder einer anderen neutralen Flüssigkeit bei Raumtemperatur auflösen. Im Magen reagiert NaHCO_3 schnell mit Salzsäure, wodurch NaCl , CO_2 und H_2O gebildet werden [13]. Der Überschuss an Hydrogencarbonat wird im Dünndarm absorbiert. Die überschüssigen HCO_3^- -Ionen werden von den Nieren eliminiert, und Kohlendioxid wird durch die Lunge ausgeschieden.

In der Medizin und der Nahrungsmittelindustrie wird NaHCO_3 seit vielen Jahren zur parenteralen Gabe genutzt. Natriumhydrogencarbonat verändert den pH-Wert im Magen und in den Harnwegen und kann so die Absorption und Ausscheidung verschiedener Substanzen beeinflussen (Arzneimittel, Nahrungsergänzungsmittel). Um Interaktionen in der „pharmazeutischen Phase“ zu vermeiden (chemische Reaktion, die mit einer Base die Magensäure neutralisiert), ist es grundsätzlich wichtig, die gleichzeitige Einnahme anderer Medikamente zu vermeiden. Sie sollten ein bis zwei Stunden vor oder nach der Einnahme von Natriumhydrogencarbonat genommen werden [13]. Grundsätzlich werden nach der Gabe von Natriumhydrogencarbonat keine Nebenwirkungen verzeichnet. Bei den vom Internationalen Olympischen Komitee empfohlenen Dosierungen können unerwünschte Nebenwirkungen intensiver sein (Übelkeit, Meteorismus, Magenschmerzen und sogar Erbrechen; auch Schwellungen können auftreten). Die Gegenanzeigen für NaHCO_3 sind: Alkalose, Achlorhydrie, Hypokaliämie, Hypochlorhydrie und Hyperkapnie bei Patienten mit COPD. Bei solchen Krankheiten kann die Gabe alkalisierender Stoffe eine Schwächung der Empfindlichkeit des Atemzentrums bewirken.



Die oben genannten Beschwerden sind bei Sportlern oder körperlich aktiven Menschen nicht zu erwarten. Zur Korrektur der „eubicarbonatmischen Azidose“ wird die Einnahme von 2-3 g NaHCO₃ täglich empfohlen, und zwar möglichst in zwei bis drei Dosen aufgeteilt.

Schlussfolgerungen

Die Gabe von NaHCO₃ ist in der Sportmedizin beliebt. Es wird empfohlen, große Dosen dieses Stoffes (0,3 g/kg Körpergewicht) vor körperlicher Anstrengung einzunehmen. Angesichts der heutigen kohlenhydratreichen Ernährung mit wenig Obst und Gemüse ist jedoch anzunehmen, dass Sportler und körperlich aktive Menschen ihren

Körper übersäuern, und zwar nicht nur aufgrund der physischen Anstrengung, sondern auch durch falsche Ernährung. Dies kann nicht nur eine Verschlechterung der physikalischen Fitness bewirken, sondern auch den Bewegungsapparat und das Herz-Kreislauf-System negativ beeinflussen. Deshalb sollte die Ernährung von Sportlern und körperlich aktiven Menschen alkalisierende Nahrungsmittel enthalten (Obst und Gemüse). Die tägliche Ergänzung durch Natriumhydrogencarbonat wird empfohlen. □

Autoren:

1 Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychotherapie und Psychosomatik, Asklepios Fachklinikum Lübben

2 Sanum Polska Sp. z o.o.

3 Polskie Towarzystwo Medycyny Sportowej, Wyższa Szkoła Społeczno-Przyrodnicza

Dieser Artikel erschien zweisprachig Polnisch/Englisch in der Zeitschrift „Medycyna Sportowa, Polish Journal of Sports Medicine”, Volume 30, Number 1, 2014. www.medycyna-sportowa.edu.pl.

Gekürzter Abdruck mit freundlicher Genehmigung der Autoren.

Literaturliste auf Anfrage bei der Redaktion erhältlich.