

Säuren-Basen-Haushalt und Leistung

Säuren und Basen sind Begriffe aus der Chemie. Säuren können Protonen (H⁺) an einen Reaktionspartner übertragen und so den pH-Wert einer Lösung senken. Das Gegenstück zu den Säuren bilden die Basen. Diese sind in der Lage in wässriger Lösung Hydroxidionen (OH⁻) zu bilden, Säuren zu neutralisieren und so den pH-Wert einer Lösung entsprechend zu erhöhen.

Die Aufrechterhaltung eines stabilen pH-Wertes im Körper ist für eine normale physiologische Funktion wesentlich. Der Körper produziert ständig Säuren und Basen, die den pH-Wert des Körpers regulieren und stabilisieren.

Um den Säure-Basen-Haushalt des Körpers zu regulieren und eine übermäßige Säurebelastung durch Nahrungsaufnahme sowie im Gewebestoffwechsel vorzubeugen, gibt es drei Hauptregulierungssysteme:

1. Die Puffersysteme in der Zelle und im Blut
2. Die Atmung
3. Die Regulation über die Niere

In diesem HotTopic wird der Zusammenhang zwischen Nahrung und Bewegung in Bezug auf Leistung und Säurebelastung diskutiert.

Der Einfluss der Ernährung auf das Säure-Basen-Gleichgewicht

Die ursprüngliche Ernährung des Menschen bestand grösstenteils aus Pflanzen, so dass wahrscheinlich unsere Vorfahren mehr Basen als Säuren bildeten. Dies zeigt auch eine Studie, in welcher eine pflanzenbasierte Ernährungsweise zu einer Reduktion der Säurelast führte [1]. Die meisten heutigen Ernährungsweisen produzieren dagegen Säure im Übermass. Zum Beispiel wird die westliche Ernährung, welche arm an Obst und Gemüse und reich an tierischen Produkten und Salz ist, als saure Ernährungsweise betrachtet. Dennoch steht die ernährungsbedingte Säurebelastung kaum im Zusammenhang mit einem häufigeren Auftreten von Erkrankungen [2]. Dennoch ist die Steuerung ein guten Säuren-Basen-Gleichgewicht über die Nahrungszufuhr bei Athleten sinnvoll.

Potenzielle Nieren-Säurelast (PRAL)

Die Abkürzung PRAL steht für Potential Renal Acid Load. Dieser Wert ist ein Schätzwert für Lebensmittel, um das Säurepotential (mEq von H⁺-Ionen pro 100 g Lebensmittel) zu definieren (Tabelle 1). Ein positiver PRAL-Wert erhöht die renale Säureausscheidung, ein negativer verringert diese und erhöht die Pufferkapazität des Körpers. Früchte und Gemüse weisen deshalb einen negativen Wert auf, wobei tierische Quellen wie Eier, Fleisch oder Milchprodukte einem positiven Wert entsprechen. Ein positiver Tages-PRAL-Gesamtwert über einen längeren Zeitraum erhöht somit das Risiko für eine Reduktion der Pufferkapazität im Körper. Zudem wird vermutet, dass bei einem positiven PRAL-Wert über einen längeren Zeitraum Mineralien aus dem Knochen (Bsp. Kalzium) freigesetzt werden, um die Säurelast zu reduzieren. Dies erhöht schlussendlich die Gefahr einer verminderten Knochendichte.

Lebensmittel	PRAL-Wert (mEq/100 g)	Lebensmittel	PRAL-Wert (mEq/100 g)
Aprikose	-4.8	Spinat	-14.0
Banane	-5.5	Aubergine	-3.4
Kirschen	3.6	Brot	3.8 – 4.0
Orange	-2.7	Haferflocken	10.7
Apfel	-2.2	Weisser Reis	4.6
Spargeln	-0.4	Linsen	3.5
Karotten	-4.9	Rindfleisch	7.8
Peperoni	-1.4	Eier	8.2
Joghurt	1.2	Quark	11.1
Vollmilch	1.1	Joghurt	1.2

Tabelle 1: PRAL-Werte ausgewählter Lebensmittel pro 100 g [3]

Der Einfluss von Bewegung auf das Säuren-Basen-Gleichgewicht

Neben der Ernährung können auch andere physiologische Faktoren, wie z.B. die körperliche Betätigung den pH-Wert akut beeinflussen. Während einer Muskelkontraktion entstehen vermehrt Protonen (H⁺), welche kurzfristig zu moderaten Anstiegen der Muskelübersäuerung beitragen. Kompensatorische Mechanismen reagieren darauf und neutralisieren die überschüssige Säure, um den pH-Wert im Körper möglichst konstant zu halten.

Eine Übersäuerung führt zu einer Abnahme der Muskelkontraktionskraft und verstärkt die Muskelermüdung zusätzlich während wiederholten Belastungsreizen. Um die Leistung zu verbessern und Ermüdungserscheinungen zu verzögern, kann eine gezielte Ernährungsstrategie die Pufferkapazität des Muskels oder des Blutes verbessern (z.B. Verwendung von Puffersubstanzen, s. Supplementguide Faktenblatt Beta-Alanin oder Natriumbicarbonat).

Das extrazelluläre Puffersystem

Der pH-Wert des Blutes muss zwischen 7.35 und 7.45 gehalten werden und Puffersubstanzen im Körper helfen dabei, Schwankungen des pH-Wertes zu minimieren. Um ein zu starkes Steigen des pH-Wertes zu verhindern, werden vom Puffer Protonen an die Lösung abgegeben, bei zu stark sinkendem pH-Wert bindet die Puffersubstanz vermehrt Protonen. Dieser Mechanismus hält das pH-Gleichgewicht von Körperflüssigkeiten aufrecht und gewährleistet das optimale Funktionieren unseres Körpers.

Der Fluss von Wasserstoffionen aus dem Muskel während des Trainings erfolgt über verschiedene Transportproteine durch die Zellmembranen. Sie gelangen aus der Muskelzelle ins Blut, wo extrazelluläre Puffersubstanzen sie binden. Das extrazelluläre Puffersystem besteht vorwiegend aus dem sogenannten CO₂-Bicarbonat-Puffersystem. Entsprechend wurde gezeigt, dass eine Natriumbicarbonat oder -citrat Supplementation zu einer Verbesserung der Leistung im hoch-intensiven Belastungsbereich führt (siehe Faktenblatt Natriumbicarbonat im Supplementguide).

Das intrazelluläre Puffersystem

Die intrazelluläre Pufferung stellt die unmittelbare Abwehr der Anhäufung von Wasserstoffionen (Säure) im kontrahierenden Muskel dar. Intrazelluläre Puffer wirken direkt in der Muskelzelle. Die wichtigsten intrazellulären Puffer sind: Proteine, Kreatinphosphat, Carnosin, Bicarbonat und Phosphat (weitere Informationen im entsprechenden Faktenblatt im Supplementguide Beta-Alanin oder Kreatin).

Der Einfluss der Ernährung auf die Säurebelastung und Leistung während des Trainings

Das Säuren-Basen-Gleichgewicht des Körpers kann sowohl von der Ernährung als auch von der körperlichen Betätigung stark beeinflusst werden. Zudem können diese beiden Faktoren interagieren. Es wird vermutet, dass durch die Verringerung der Säurelast in der Nahrung eine basische Umgebung geschaffen werden kann. Dadurch soll der belastungsbedingten Übersäuerung etwas entgegengewirkt werden. Dies kann die stressinduzierte Übersäuerung der arbeitenden Muskeln verringern und die aerobe und anaerobe Trainingsleistung verbessern [4].

Enzyme sind stark abhängig von optimalen intrazellulären pH-Werten, um optimal funktionieren zu können. Verschiedene Studien [5-8] schlagen vor, dass eine Ernährung reich an Kohlenhydraten mit negativen PRAL-Werten, wenig Fett und wenig Protein das Potenzial hat, den pH-Wert zu senken und somit das System geringfügig zu „übersäuern“. Diese Art von Ernährung würde im Ruhezustand eine metabolische Übersäuerung fördern. Dies wiederum könnte die Muskelpufferkapazität, die Geschwindigkeit der Muskelglykolyse und den

Wasserstoffionenfluss aus der Muskelzelle während eines hochintensiven Trainings verringern. Trotzdem ist es sinnvoll und wichtig, dass Athleten vor hochintensiven Trainingseinheiten Kohlenhydrate konsumieren, um ihre Leistung und den Trainingseffekt zu maximieren.

In der Studie von Hietavala et al. (2012) [5] konnte gezeigt werden, dass sich der Säuren-Basen-Status sowie die Leistung durch die Anwendung einer vegetarischen Ernährungsweise mit niedrigem Proteingehalt bei neun aktiven jungen Männern nicht verändert hat.

Fazit

Obwohl gezeigt werden konnte, dass eine Anwendung von Puffersubstanzen (Bicarbonat oder Natriumcitrat) die Pufferkapazität im Blut erhöhen kann, was zu einer erhöhten anaeroben Leistung führt, wurde dieser Effekt bei einer basischen Ernährungsweise nicht beobachtet. Dies kann wohl auf die geringe Menge an Puffersubstanzen in der Nahrung im Vergleich zu einer akuten Bicarbonatsupplementation erklärt werden. Es muss jedoch angemerkt werden, dass die vorhandenen Studien auch Limitationen aufweisen und diese Thematik in Zukunft sicher besser untersucht werden muss. Ein gutes Säuren-Basen-Gleichgewicht im Sinne einer optimalen Gesundheit ist sicherlich anzustreben. Es wird aus diesem Grund empfohlen, dass Athleten*innen jeglichen Alters eine genügende Menge an Früchten und Gemüse konsumieren, um die Säurelast, welche durch die Zufuhr von tierischem Eiweiss entsteht, zu kompensieren.

Autoren: Valentina Segreto & Joëlle Flück, AG Science & Knowledge SSNS

Datum: Dezember 2023, Version 2.0

Gültigkeit: bis Dezember 2026

Literatur

1. Müller, A., et al., *A Vegan Diet Is Associated with a Significant Reduction in Dietary Acid Load: Post Hoc Analysis of a Randomized Controlled Trial in Healthy Individuals*. Int J Environ Res Public Health, 2021. **18**(19).
2. Fenton, C.J., T.R. Fenton, and T. Huang, *Further Evidence of No Association between Dietary Acid Load and Disease*. J Nutr, 2017. **147**(2): p. 272.
3. Remer, T. and F. Manz, *Potential renal acid load of foods and its influence on urine pH*. J Am Diet Assoc, 1995. **95**(7): p. 791-7.
4. Applegate, C., M. Mueller, and K.E. Zuniga, *Influence of Dietary Acid Load on Exercise Performance*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2017. **27**(3): p. 213-219.
5. Hietavala, E.M., et al., *Low-protein vegetarian diet does not have a short-term effect on blood acid-base status but raises oxygen consumption during submaximal cycling*. J Int Soc Sports Nutr, 2012. **9**(1): p. 50.
6. Greenhaff, P.L., M. Gleeson, and R.J. Maughan, *Diet-induced metabolic acidosis and the performance of high intensity exercise in man*. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 1988. **57**(5): p. 583-90.
7. Greenhaff, P.L., M. Gleeson, and R.J. Maughan, *The effects of a glycogen loading regimen on acid-base status and blood lactate concentration before and after a fixed period of high intensity exercise in man*. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 1988. **57**(2): p. 254-9.
8. Greenhaff, P.L., M. Gleeson, and R.J. Maughan, *The effects of diet on muscle pH and metabolism during high intensity exercise*. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 1988. **57**(5): p. 531-9.