

Bicarbonate de sodium | Citrate de sodium Substances tampons

Classification

A Supplément pour la performance

L'utilisation dans le sport peut faire du sens. La condition préalable est une utilisation de manière individuelle et fondée sur les dernières découvertes de la recherche. Une utilisation inappropriée d'un supplément A sans adaptation individuelle fait que le supplément devient automatiquement un supplément C. Une telle utilisation n'est pas recommandée.

Aucun supplément de la liste A ne convient à toutes les situations, à tous les athlètes, ni à toutes les disciplines sportives.

Description générale

Le bicarbonate de sodium est la principale substance tampon du sang ¹. Le pH est contrôlé de manière extrêmement précise et se situe au repos dans une fourchette de 7.35-7.45. Les substances tampons (du sang et des cellules) sont capables de «neutraliser» les acides et les bases et donc de maintenir le pH constant. En l'absence de tampons, le pH chuterait ou augmenterait de manière dramatique même lors d'une faible production d'acides ou de bases. Les protéines (par ex. hémoglobine et protéines plasmatiques) et le tampon phosphate exercent aussi une fonction de tampon. Dans les cellules, ce sont principalement les tampons phosphate et les protéines (par ex. carnosine, ansérine) qui jouent un rôle. Les systèmes de transport actif aident à transporter les acides hors des cellules.

Dans le domaine médical, le bicarbonate de sodium s'utilise dans le traitement des acidoses aiguës sévères, pour neutraliser l'acidité gastrique (antiacides), comme agent éclaircissant lors des soins dentaires et pour le traitement des plaies et des brûlures. Le bicarbonate de sodium en poudre est par ailleurs utilisé comme additif dans la cuisson au four pour aérer les pâtes entrant dans la composition des produits de boulangerie. Certaines eaux minérales présentent en outre une teneur plus ou moins importante de bicarbonate de sodium (200–300 mg/L) suivant leur provenance.

Le citrate de sodium est le sel de l'acide citrique. En médecine, le citrate de sodium est utilisé pour empêcher la coagulation des prélèvements sanguins. Il est aussi ajouté à divers aliments comme additif (E331) et est destiné à réguler l'acidité.

Métabolisme, fonction, effets généraux

Dans le métabolisme, le pH influence l'activité des enzymes, la conduction dans les tissus nerveux et musculaires, la synthèse des substances messagères et de nombreux autres processus métaboliques. Pour ces raisons, le corps essaye de maintenir un pH aussi stable possible. A cet effet, il existe différents systèmes tampon à l'intérieur ou à l'extérieur de la cellule.

Ces systèmes travaillent en parallèle et en harmonie. Les principaux organes intervenant dans la régulation de l'équilibre acido-basique sont :

- les poumons, par l'élimination du dioxyde de carbone (CO₂) lors de l'expiration neutralisant les acides
- les reins, qui éliminent les acides dans l'urine
- le foie, qui fixe des acides dans le cadre de la biosynthèse de l'urée

Bicarbonate de sodium

Une prise orale de bicarbonate de sodium peut augmenter directement ou indirectement (augmentation de l'excrétion de sodium et de chlore) les concentrations sanguines de bicarbonate et ainsi améliorer le pouvoir tampon du sang. L'augmentation transitoire de la capacité tampon du sang semblent induire une sortie des ions hydrogène et du lactate du milieu intracellulaire, stabiliser le pH intracellulaire et augmenter le pH sanguin.

Citrate de sodium

Le citrate de sodium ne produit pas d'effet tampon direct, car le citrate ne comporte pas de groupe acide dans le domaine physiologique. Le citrate peut en revanche augmenter indirectement les concentrations de bicarbonate dans le sang : par la dégradation du citrate qui entraîne probablement la formation de bases et par l'élimination de chlorure avec le sodium. Dans ce cas, les anions de citrate et de sodium s'élèvent ^{2,3}. Etant donné que les anions citrate contrairement aux anions sodium sont supprimés du plasma, il y a un changement de la charge électrique. Ce déséquilibre électrique est corrigé et conduit à une augmentation de la concentration en bicarbonates. Le citrate de sodium semble être moins efficace que le bicarbonate de sodium.

Effet spécifique sur la performance sportive

Plusieurs facteurs sont à l'origine de la fatigue lors des efforts anaérobies de haute intensité et de courte durée. L'un d'entre eux est l'accumulation au niveau musculaire et sanguin de produits du métabolisme intermédiaire, dont des acides (protons, dioxyde de carbone) et de l'ammoniac. Les protons (H⁺), issus de réactions métaboliques peuvent être tamponnés pendant un certain temps par le lactate. Ainsi, le lactate peut être mesuré comme marqueur indirect de l'acidification musculaire ⁴. Ce n'est pas le lactate qui conduit à l'acidification, mais les protons.

La formation d'acides survenant dans le cadre d'efforts intenses pousse les différents systèmes tampons à leurs limites et induit une accumulation d'acides dans les cellules et dans le sang. Le pH sanguin peut alors s'abaisser jusqu'à des valeurs de l'ordre de 6.8 avec un pH intracellulaire pouvant atteindre 6.4. L'accumulation d'acide entraîne d'une part des altérations des fonctions des éléments contractiles du muscle (actine, myosine). D'autre part, la diminution des activités enzymatiques compromet la fourniture d'énergie et la formation des liaisons phosphates à haute énergie (par ex. ATP) et réduit par conséquent la capacité de performance physique. Dans les années 1930 déjà, des chercheurs ont dès lors eu l'idée d'agir sur l'équilibre acido-basique par l'administration de substances tampon sous forme de bicarbonate de sodium ^{5,6}.

Le bicarbonate de sodium et le citrate de sodium sont susceptibles d'améliorer la performance lors d'efforts anaérobies lactiques d'une durée de 1 à 8 min (par ex : ski de fond, natation, course de 400m, cyclisme sur piste, aviron, canoé). Des améliorations de performance sont également possibles dans les efforts de haute intensité par intervalles. Les améliorations de performance semblent d'autant plus prononcées que l'acidose métabolique induite par l'effort est importante. Il n'y a en revanche pas d'amélioration de performance à attendre dans le domaine de l'endurance. En attendant il existe des études, dans lesquelles les effets d'amélioration des performances étaient démontrées dans des sports d'équipe^{7,8}. Il semble que ces effets positifs soient plus fréquemment observés chez des personnes entraînées.

Dans les compétitions d'endurance de longue durée en environnement chaud avec des pertes sudorales extrêmement élevées, le bicarbonate de sodium et le citrate de sodium peuvent être utilisés comme sources de sodium dans le but d'obtenir des effets favorables sur l'équilibre hydro-électrolytique⁹.

Le bicarbonate et le citrate de sodium sont habituellement utilisés de manière ciblée lors des compétitions. On ne sait pas actuellement dans quelle mesure une prise régulière durant l'entraînement permettrait d'améliorer les performances. Il n'est pas clairement expliqué si la prise de substances tampon améliore la récupération après des efforts de haute intensité.¹⁰

Effets indésirables possibles

La supplémentation en bicarbonate de sodium et en citrate de sodium est souvent associée à des troubles gastro-intestinaux (notamment nausées, crampes gastriques, vomissements et diarrhées aiguës). Ces troubles peuvent être atténués par une augmentation de la prise d'eau destinée à abaisser l'osmolarité. Une augmentation de l'apport hydrique peut cependant conduire à une augmentation du poids corporel, étant donné que l'eau est retenue dans l'organisme par la teneur élevée en sodium. Une autre alternative consiste à administrer le bicarbonate de sodium durant plusieurs jours, puis à l'interrompre un jour avant la compétition (voir protocole ci-dessous)^{11,12} ainsi la plupart des effets secondaires sont réduits.

Parmi les autres effets indésirables en rapport avec l'alcalose induite par la supplémentation, on citera les troubles électrolytiques (hypokaliémie, hypernatrémie). Des troubles du système nerveux périphérique, tels que troubles de la sensibilité, fourmillements, sensation de perte de sensibilité, ont également été décrits.

Les patients hypertendus sensibles au sel et les personnes souffrant de troubles de la fonction rénale ne doivent pas prendre de suppléments de bicarbonate de sodium ni de citrate de sodium. En cas de consommation simultanée avec du lait, le bicarbonate de sodium et le citrate de sodium peuvent induire un syndrome «lait et alcalins», caractérisé par une augmentation des taux sanguins de calcium et des dépôts de calcium au niveau des reins et d'autres tissus.

Mode d'emploi et posologie

- Bicarbonate de sodium: 0,3 g/kg de poids corporel
- Citrate de sodium: (0,3-) 0,5 g/kg de poids corporel

Dissoudre la poudre dans env. 1 l d'eau ou prendre les capsules avec un même volume de liquide environ 60-120 minutes avant l'effort. Selon une étude publiée récemment, le citrate de sodium doit être pris au moins 3 heures avant l'exercice, afin que la concentration maximale en bicarbonates soit atteinte 180-210 minutes après la prise¹³. Une augmentation du volume de liquide et une répartition des prises sur 30-45 minutes diminuent les effets indésirables.

Il convient de renoncer à toute consommation de lait, de produits laitiers, de suppléments de calcium et d'eaux minérales riches en calcium durant les quelques heures qui précèdent et qui suivent la prise du bicarbonate ou du citrate (risque de syndrome « lait et alcalins »).

Une alternative consiste à prendre du bicarbonate de sodium durant 5 jours. L'augmentation du pouvoir tampon semble conservée durant un à deux jours après l'arrêt. Ceci permet d'éviter les effets indésirables éventuels le jour de la compétition. On ne dispose cependant de peu de données sur les sujets entraînés. On ne sait pas à ce jour si ce protocole fonctionne chez les athlètes de pointe. Schéma : 0,125 g/kg de poids corporel 4 fois par jour (= 0,5 g par kg de poids corporel et par jour) avec un volume suffisant de liquide, réparti durant la journée avec des intervalles d'au moins trois heures. Ce schéma n'a pas été testé avec le citrate de sodium.

En raison d'une forte variabilité dans l'efficacité des substances tampon, une application individuelle est fréquemment recommandée.⁸ Principalement, l'heure de la prise de bicarbonates et de citrates doit être adaptée afin que lors de l'accomplissement de la performance la valeur maximale de pH ou la valeur maximale de la concentration sanguine en bicarbonate soit atteinte.⁸ En outre, l'apport doit être préalablement testé dans un entraînement avant sa prise lors d'une compétition.

Sources

1. Schmidt RF, Lang F, Heckmann M. *Physiologie des Menschen: mit Pathophysiologie*. 31. Auflage ed: Springer Berlin Heidelberg; 2011.
2. Lancha Junior AH, Painelli Vde S, Saunders B, Artioli GG. Nutritional strategies to modulate intracellular and extracellular buffering capacity during high-intensity exercise. *Sports Med*. Nov 2015;45 Suppl 1:S71-81.
3. Kowalchuk JM, Maltais SA, Yamaji K, Hughson RL. The effect of citrate loading on exercise performance, acid-base balance and metabolism. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1989;58(8):858-864.
4. Robergs RA, Ghiasvand F, Parker D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. Sep 2004;287(3):R502-516.
5. Dennig H, Talbott JH, Edwards HT, Dill DB. Effect of acidosis and alkalosis upon capacity for work. *J Clin Invest*. Feb 1931;9(4):601-613.
6. Aiken CG. History of medical understanding and misunderstanding of Acid base balance. *J Clin Diagn Res*. Sep 2013;7(9):2038-2041.

7. Burke LM. Practical considerations for bicarbonate loading and sports performance. *Nestle Nutrition Institute workshop series*. 2013;75:15-26.
8. McNaughton LR, Gough L, Deb S, Bentley D, Sparks SA. Recent developments in the use of sodium bicarbonate as an ergogenic aid. *Curr Sports Med Rep*. Jul-Aug 2016;15(4):233-244.
9. Mora-Rodriguez R, Hamouti N. Salt and fluid loading: effects on blood volume and exercise performance. *Med Sport Sci*. 2012;59:113-119.
10. Stoggl T, Torres-Peralta R, Cetin E, Nagasaki M. Repeated high intensity bouts with long recovery: are bicarbonate or carbohydrate supplements an option? *Scie World J*. 2014:145747.
11. McNaughton L, Thompson D. Acute versus chronic sodium bicarbonate ingestion and anaerobic work and power output. *J Sports Med Phys Fitness*. Dec 2001;41(4):456-462.
12. McNaughton L, Backx K, Palmer G, Strange N. Effects of chronic bicarbonate ingestion on the performance of high-intensity work. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. Sep 1999;80(4):333-336.
13. Urwin C, Dwyer D, Carr A. Induced alkalosis and gastrointestinal symptoms after sodium citrate ingestion: a dose-response investigation. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. Aug 24 2016:1-20.
14. McNaughton L. Sodium citrate and anaerobic performance: implications of dosage. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1990;61(5-6):392-397.

Auteur : Dr. Joëlle Flück

Review : Groupe de travail Guide des suppléments SSNS

Date : Novembre 2016, Version 1.1

Validité : Novembre 2019