



Le bicarbonate de sodium en inhalation comme catalyseur de la captation de l'oxygène améliore la détresse respiratoire : A propos de deux cas cliniques

Using inhaled sodium bicarbonate as a catalyst for hemoglobin's oxygen uptake improve respiratory distress: a two-cases report

Médard Isokuma Bula-Bula¹, Ketsia Munkuti Bula-Bula², Patricia Kabuni¹, Fiston Nganga¹, Joseph Tsangu¹, Patrick Mukuna¹, Patrick Kobo¹

Auteur correspondant

Médard Isokuma Bula-Bula, MD, PhD

Courriel : drmebula@gmail.com

Département d'Anesthésie/Cliniques Universitaires de Kinshasa, Université de Kinshasa, RD Congo

Summary

Acidosis decreases hemoglobin's affinity for oxygen. It shifts the oxyhemoglobin dissociation curve to the right side, thus facilitating the release of oxygen at the tissue level. This is the Bohr effect. The opposite of the Bohr effect can be seen operating in the lungs. Under the law of gas diffusion, carbon dioxide leaves the blood, where its concentration is higher, to diffuse into the alveoli. With the release of carbon dioxide, the pH of the blood in the pulmonary capillaries increases, creating an alkaline environment that reverses the Bohr effect, increases hemoglobin's affinity for oxygen, and facilitates its uptake. Authors reported the clinical cases of two patients admitted to the intensive care unit of the Kinshasa University Hospital for respiratory distress whose arterial oxygen saturation was improved by using inhaled sodium bicarbonate in addition to the mechanical ventilation. These patients were placed under a high-concentration mask, then intubated and ventilated with 100% FiO₂, a tidal volume of 6 ml/Kg and a PEEP greater than 5 cm of water, but remained hypoxic despite a slight increase in arterial oxygen saturation. It was ultimately the addition of sodium bicarbonate, used here as a humidifier and alkalinizer, that improved arterial oxygen saturation for both patients. Presumably that alkalinization of pulmonary capillaries may have increased hemoglobin's affinity for oxygen, thereby explaining greater hemoglobin saturation and, consequently, the correction of hypoxia.

Keywords: oxygen therapy; sodium bicarbonate, inhalation

1. Département d'anesthésie/cliniques universitaires de Kinshasa

2. Université de Kinshasa, faculté de Médecine
Courriel: drmebula@gmail.com

Received: July 15th, 2025

Accepted: November 8th, 2025

Résumé

L'acidose diminue l'affinité de l'hémoglobine pour l'oxygène, facilitant ainsi la libération de l'oxygène au niveau tissulaire. C'est l'effet Bohr. A l'inverse, l'alcalose augmente l'affinité de l'hémoglobine pour l'oxygène permettant sa capture. C'est l'effet Haldane. Partant de ce dernier effet, les auteurs présentent les cas cliniques de deux patients admis en réanimation des cliniques universitaires de Kinshasa pour une détresse respiratoire dont la saturation artérielle en oxygène s'est vue améliorée par l'adjonction, à la ventilation mécanique, du bicarbonate de sodium en inhalation. Placés sous masque à haute concentration puis intubés et ventilés avec une FiO₂ à 100%, un volume courant de 6 ml/Kg et une PEEP supérieure à 5 cm d'eau, ces patients sont restés hypoxiques malgré une légère augmentation de la saturation artérielle en oxygène. Finalement, c'est avec l'adjonction de bicarbonate de sodium utilisé ici comme humidificateur et alcalisant que la saturation artérielle en oxygène s'est améliorée pour les deux patients. L'alkalinisation des capillaires pulmonaires pourrait, par effet Haldane, contribuer à la correction de l'hypoxie chez les patients en détresse respiratoire.

Mots-clés : oxygénothérapie ; bicarbonate de sodium, inhalation

Reçu le 15 juillet 2025

Accepté le 8 novembre 2025

Introduction

En situation d'acidose, la diminution du pH entraîne le déplacement de la courbe de dissociation de l'oxyhémoglobine vers la droite, ce qui facilite la libération de l'oxygène aux tissus. Ce phénomène

physiologique est appelé effet Bohr (1). A l'inverse, l'alcalinisation du sang améliore l'affinité de l'hémoglobine pour l'oxygène permettant ainsi sa capture, c'est l'effet Haldane (2). La figure 1 présente les courbes de dissociation de l'oxyhémoglobine.

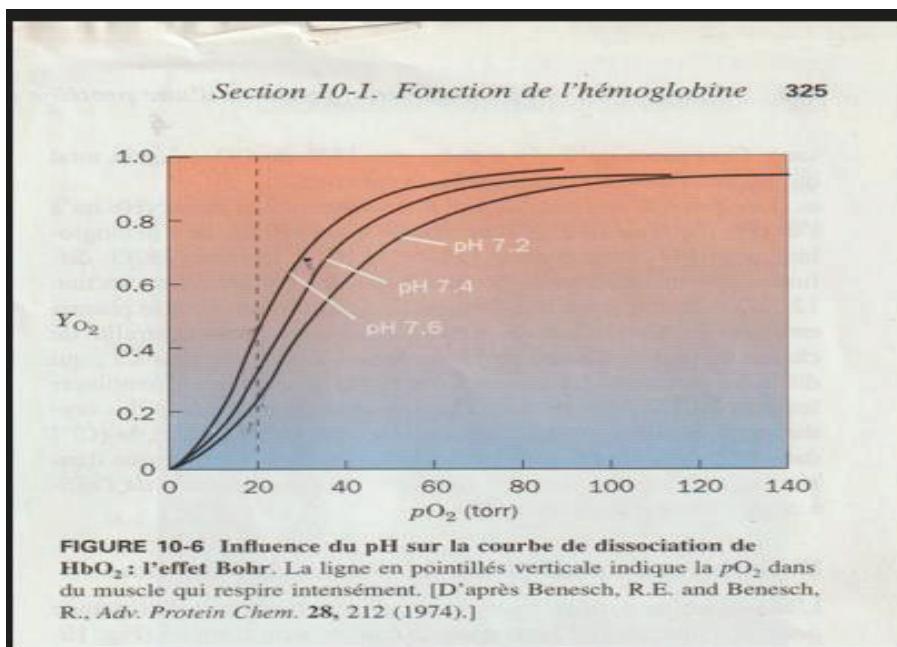


Figure 1. Courbes de la dissociation de l'oxyhémoglobine

La courbe à gauche représente un pH alcalin (effet Haldane), celle du milieu avec un pH normal est la courbe de référence et celle de droite représente la déviation de la courbe à droite (effet Bohr).

A la lumière des interprétations de ces trois courbes, peut-on affirmer que l'alcalinisation du sang des capillaires pulmonaires pourrait améliorer l'oxygénation tissulaire et pouvoir corriger une hypoxie ?

Pour répondre à cette question, nous décrivons les cas cliniques de deux patients hypoxiques admis en Réanimation des Cliniques Universitaires de Kinshasa pour détresse respiratoire, ayant bénéficié d'une inhalation de bicarbonate de sodium avec succès.

Observation clinique

Cas clinique 1

Un patient de 64 ans, hypertendu connu, a été admis en Réanimation pour prise en charge d'une détresse respiratoire. A son admission, il était lucide et cohérent, avec une pression artérielle à 140/90 mmHg, un pouls à

116 battements par minute, une fréquence respiratoire à 35 cycles par minute et une saturation artérielle en oxygène (SaO_2) à 79 %. Il fut placé sous oxygène avec un masque à haute concentration et un débit d'oxygène de 15 litres par minute. Sa saturation artérielle en oxygène (SaO_2) atteignit 86 % en moins de cinq minutes et resta plafonnée à ce chiffre. Devant la persistance de l'hypoxie, le patient fut intubé et ventilé en mode ventilation assistée contrôlée (VAC) avec une fraction inspirée en oxygène (FiO_2) à 100%, un volume courant calculé à 6 ml/Kg, une fréquence machine fixée à 22 cycles par minute et une positive end-expiratory pressure (PEEP) à 10 cm d'eau. La SaO_2 ne dépassa pas les 90%.

Devant la stagnation de la SaO_2 , vingt minutes plus tard, via le vaporisateur du respirateur, il reçut du bicarbonate de soude 8,4%; ceci en vue d'alcaliniser le sang au niveau des capillaires alvéolaires afin d'optimiser l'effet Haldane et espérer une amélioration de la capture de l' O_2 par l'hémoglobine (Hb). La saturation artérielle



s'éleva pour atteindre 97%. Ce qui permit de



réduire de manière progressive, la FiO₂ jusqu'à 50 % et de ramener la PEEP à 5. Le patient fut sevré du respirateur au troisième jour.

Cas clinique 2

Un patient de 57 ans, avec un antécédent d'hypertension, a été admis dans le service de Réanimation pour dyspnées et une toux persistante. Sa saturation en oxygène à l'admission était de 64 % à l'air ambiant. Il a été placé sous oxygène avec un masque à haute concentration. Sa SaO₂ est passée de 64 à 82%. La persistance de l'hypoxie va expliquer la mise sous prothèse ventilatoire en mode VAC avec 6 ml/kg/VT (VT = volume courant), la PEEP à 12 cm d'eau et une FIO₂ de 100 %. Sa saturation en oxygène fut légèrement améliorée et atteignit 88 %. Une inhalation de bicarbonate de sodium 8,4 % lui fut adjointe au travers l'humidificateur du respirateur. La saturation en oxygène grimpa et atteignit 98 %. La FiO₂ fut progressivement diminuée pour atteindre 40 % endéans les 24 heures et la PEEP fut réduite à 5. Il a été extubé quatre jours après et l'apport en oxygène a été poursuivi à l'aide des canules nasales en raison de 5 litres par minute. Au neuvième jour de son admission en réanimation, il a été transféré en médecine interne.

Discussion

Dans ces deux observations cliniques, le bicarbonate de sodium en inhalation a permis d'améliorer la saturation artérielle en oxygène (SaO₂) de ces deux patients. L'alcalinisation des capillaires pulmonaires, via l'effet Haldane, a augmenté l'affinité de l'hémoglobine pour l'oxygène pour ainsi expliquer l'amélioration de l'hypoxie. Bien que l'effet Haldane soit bien connu, l'inhalation du bicarbonate de sodium ne semble pas, une méthode utilisée couramment, dans la littérature comme un outil pour améliorer l'oxygénation du sang. Et, pourtant, elle pourrait être d'un apport important pour la prise en charge des patients en détresse respiratoire. Par ailleurs, l'usage du bicarbonate de sodium en aérosol

n'est pas un fait nouveau. Il a été donné comme aérosol dans certains cas d'inhalation de fumées toxiques ou de produits acides

(ammoniac, chlore, acide sulfurique, etc.) pour neutraliser l'acidité des voies respiratoires.- Cherchant à diminuer la viscosité de la mucoviscidose, Souza *et al*, McShanel *et al* (3-5), ont recouru au bicarbonate de sodium en inhalation. Aslan *et al*. (6) l'ont plutôt utilisé pour neutraliser l'acidité liée à l'inhalation du chlore.—Outre les cas d'intoxication et de mucoviscidose, le bicarbonate de sodium en inhalation a été utilisé en clinique dans quelques rares cas de COVID-19 dans le but de modifier le pH alvéolaire afin de prévenir une nouvelle inoculation du virus (7-9). En effet, la littérature provenant de Chine montrait que la modification du pH pouvait prévenir la connexion du SARS-CoV-2 à la membrane cellulaire, et permettre ainsi sa neutralisation (8).

Bien qu'aucune des études suscitées n'ait indiqué l'usage de bicarbonate de soude dans le but d'améliorer la saturation artérielle en l'oxygène, le constat est que tous ces patients ont vu améliorer leur saturation artérielle en oxygène (SaO₂) (3-7, 10).

L'utilisation en inhalation d'un produit très alcalin peut soulever une crainte, la survenue d'effets secondaires systémiques. Bien que le pH du bicarbonate de sodium à 4,2 % est connu pour être de 8,4, nettement plus élevé que le pH sérique, son utilisation sous forme d'inhalation s'est avérée sûre sans altérer le pH du sang (4-5). Dans les deux cas en discussion, tout comme dans ceux de la littérature parcourue, aucun effet secondaire sévère n'avait été observé. Ces deux observations cliniques laissent croire que l'alcalinisation des capillaires pulmonaires pourrait bien faire partie de l'arsenal thérapeutique pour améliorer l'oxygénation tissulaire des patients en état d'hypoxie.

Conclusion

L'alcalinisation des capillaires pulmonaires, par l'inhalation de bicarbonate de sodium, a amélioré, dans les deux cas cliniques, la saturation artérielle en oxygène. Toutefois, une telle conclusion ne peut être tirée à partir d'une étude des cas. Une étude prospective randomisée devrait être menée en vue de confirmer ou d'infirmer ces résultats.

Conflit d'intérêt

Les auteurs affirment n'avoir aucun conflit d'intérêt en rapport avec l'article.

Contribution des auteurs



Les auteurs ont tous participé, à des degrés divers, à la rédaction de cet article et ont



approuvé la version finale et révisée du manuscrit.

Références

1. Bohr C, Hasselbach K, Krogh A. Concerning a biologically important relationship: the influence of the carbon dioxide content of blood on its oxygen binding. *Skand. Arch. Physiol* 1904; **16**, 401-412
2. Malte H, Lykkeboe G. The Bohr/Haldane effect: a model-based uncovering of the full extent of its impact on O₂ delivery to and CO₂ removal from tissues. *J Appl Physiol* 2018; **125**: 916–922.
3. Souza Gomez CC, Parazzi PLF, Clinckspoor KJ, Mauch RM, Teixeira Pessine FB, Levy CE. Tolerability and effects of sodium bicarbonate inhalation in cystic fibrosis. *Clin Drug Investig* 2020; **40** (2) : 157-167.
4. McShane D, Davies JC, Davies MG, Bush A, Geddes DM, Alton EW. Airway surface PH in subjects with cystic fibrosis. *Eur Respir J*. 2003; **21** (1): 37-42.
5. Aslan S, Kandiş H, Akgun M, Cakir Z, Inandi T, Görgüner M. The effect of nebulized sodium bicarbonate treatment on RADS patients due to chlorine gas inhalation. *Inhal. Tox.* 2006; **18**: 895-900.
6. Souza CC, Parazzi PLF, Clinckspoor KJ, Mauch RM, Pessine FBT, Levy CE, et al. Safety, tolerability and effects of sodium bicarbonate inhalation in cystic fibrosis. *Clin Drug Investig*. 2019; **40**: 105-117.
7. Jalil Rashedi, Behroz Mahdavi Poor, Mohammad Asgharzadeh. Sodium Bicarbonate Nebulized Therapy in Patients with Confirmed COVID-19. *Adv Pharm Bull* 2020; **14**;11(3):397–398.
8. Yang ZY, Huang Y, Ganesh L, Leung K, Kong WP, Schwartz O. et al. pH-dependent entry of severe acute respiratory syndrome coronavirus is mediated by the spike glycoprotein and enhanced by dendritic cell transfer through DC-SIGN. *J Virol*. 2004; **78** (11):5642–5650.
9. Kis A. Toth L, Kunos L, Gyorgy L, Wanner A. The effect of airway alkalinization by nebulized sodium bicarbonate on airway blood flow [abstract]. *European Res. Journal*. 2014; **40** (Suppl 56): 2143.
10. Wardeh A, Conklin J, Ko M. Case reports of observed significant improvement in patients with ARDS due to COVID-19 and maximum ventilatory support after inhalation of sodium bicarbonate. *J Clin Intensive Care Med*. 2020; **5**: 016-019.

Comment citer cet article : Bula-Bula M, Bula-Bula K, Kabuni P, Nganga F, Tsangu J, Mukuna P, et al. Le bicarbonate de sodium en inhalation comme catalyseur de la captation de l'oxygène améliore la détresse respiratoire : A propos de deux cas cliniques. *Ann. Afr. Med.* 2025; **19** (1): e6772-e6775. <https://dx.doi.org/10.4314/aamed.v19i1.19>