

Revue générale

## Qu'apporte le modèle de Stewart à l'interprétation des troubles de l'équilibre acide–base ?

### What is the contribution of Stewart's concept in acid-base disorders analysis?

H. Quintard, S. Hubert, C. Ichai\*

Service de réanimation médicochirurgicale, département d'anesthésie–réanimation Est, hôpital Saint-Roch, 5, rue Pierre-Dévoluy,  
CHU de Nice, 06006 Nice cedex 01, France

Reçu le 12 août 2006 ; accepté le 10 février 2007

Disponible sur internet le 25 avril 2007

#### Résumé

**Objectifs.** – Faire le point sur les différents concepts d'interprétation des troubles acidobasiques ; insister sur le modèle de Stewart en soulignant son intérêt pour la compréhension physiopathologique et les applications pratiques pour ces désordres.

**Source de données.** – Recueil des références en langue française et anglaise à partir de la base de données Medline®. Les mots-clés utilisés étaient : *acid–base balance, hyperchloremic acidosis, metabolic acidosis, strong ion difference, strong ion gap*.

**Extraction des données.** – Sélection des données issues d'études prospectives ou rétrospectives, de revues générales et de cas cliniques.

**Synthèse des données.** – L'interprétation des troubles acidobasiques repose classiquement sur le concept d'Henderson-Hasselbalch, qui explique les variations du pH plasmatique par celles des bicarbonates plasmatiques et/ou de la PaCO<sub>2</sub>. Cependant, cette approche présente des limites que sont la totale dépendance mathématique entre bicarbonates et PaCO<sub>2</sub> et l'absence de prise en compte du rôle des acides faibles plasmatiques dont le plus important est l'albuminate. Selon le concept de Stewart, le pH plasmatique est déterminé par le degré de dissociation de l'eau plasmatique qui résulte lui-même de trois variables indépendantes : 1) le strong ion difference (SID) qui est la différence entre tous les cations et anions forts plasmatiques ; 2) la quantité d'acides faibles plasmatiques ; 3) la PaCO<sub>2</sub>. De ce fait, les troubles acidobasiques métaboliques peuvent résulter d'une modification du SID (diminué en cas d'acidose) ou de la concentration d'acides faibles (augmentée en cas d'acidose), alors que les troubles respiratoires restent toujours la conséquence de variations de la PaCO<sub>2</sub>. Ces notions physiopathologiques présentent surtout un intérêt chez les patients de réanimation ou périopératoires ayant des troubles complexes. Ainsi, une hypoalbuminémie entraîne une augmentation du SID par baisse d'un acide faible. Si l'on utilise les outils habituels du diagnostic, l'hypoalbuminémie peut masquer une acidose métabolique organique car le pH et le trou anionique seront normaux. L'approche de Stewart permet de faire facilement le diagnostic des deux troubles par le calcul du SID et de la concentration en acides faibles qui seront tous deux diminués, signant l'acidose et l'alcalose métaboliques. Ce concept permet également d'établir le lien entre survenue d'acidose hyperchlorémique et perfusion de solutés riches en chlore comme le sérum salé 0,9 %. Enfin, il permet d'expliquer l'alcalinisation induite par la perfusion de bicarbonate de sodium ou de lactate de sodium. En effet, le sodium contenu dans ces solutés reste dans le sang, alors que les anions lactate ou bicarbonate sont métabolisés ce qui aboutit finalement à une augmentation du SID.

**Conclusion.** – L'approche classique des troubles acidobasiques, de par sa simplicité, reste en pratique la plus utilisée. Néanmoins, elle fournit des explications physiopathologiques inexactes qui peuvent aboutir à des erreurs diagnostiques en cas de troubles acidobasiques complexes. Malgré une application clinique moins facile, le concept de Stewart permet une interprétation juste et précise et doit devenir la méthode d'approche des troubles acidobasiques complexes.

© 2007 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [ichai@unice.fr](mailto:ichai@unice.fr) (C. Ichai).

## Abstract

**Objectives.** – To explain the different approaches for interpreting acid-base disorders; to develop the Stewart model which offers some advantages for the pathophysiological understanding and the clinical interpretation of acid-base imbalances.

**Data source.** – Record of french and english references from Medline® data base. The keywords were: acid-base balance, hyperchloremic acidosis, metabolic acidosis, strong ion difference, strong ion gap.

**Data extraction.** – Data were selected including prospective and retrospective studies, reviews, and case reports.

**Data synthesis.** – Acid-base disorders are commonly analysed by using the traditionnal Henderson-Hasselbalch approach which attributes the variations in plasma pH to the modifications in plasma bicarbonates or PaCO<sub>2</sub>. However, this approach seems to be inadequate because bicarbonates and PaCO<sub>2</sub> are completely dependent. Moreover, it does not consider the role of weak acids such as albuminate, in the determination of plasma pH value. According to the Stewart concept, plasma pH results from the degree of plasma water dissociation which is determined by 3 independent variables: 1) strong ion difference (SID) which is the difference between all the strong plasma cations and anions; 2) quantity of plasma weak acids; 3) PaCO<sub>2</sub>. Thus, metabolic acid-base disorders are always induced by a variation in SID (decreased in acidosis) or in weak acids (increased in acidosis), whereas respiratory disorders remains the consequence of a change in PaCO<sub>2</sub>. These pathophysiological considerations are important to analyse complex acid-base imbalances in critically ill patients. For exemple, due to a decrease in weak acids, hypoalbuminemia increases SID which may counter-balance a decrease in pH and an elevated anion gap. Thus if using only traditionnal tools, hypoalbuminemia may mask a metabolic acidosis, because of a normal pH and a normal anion gap. In this case, the association of metabolic acidosis and alkalosis is only expressed by respectively a decreased SID and a decreased weak acids concentration. This concept allows to establish the relationship between hyperchloremic acidosis and infusion of solutes which contain large concentration of chloride such as NaCl 0.9%. Finally, the Stewart concept permits to understand that sodium bicarbonate as well as sodium lactate induces plasma alkalization. In fact, sodium remains in plasma, whereas anion (lactate or bicarbonate) are metabolized leading to an increase in plasma SID.

**Conclusion.** – Due to its simplicity, the traditionnal Henderson-Hasselbalch approach of acid-base disorders, remains commonly used. However, it gives an inadequate pathophysiological analysis which may conduct to a false diagnosis, especially with complex acid-base imbalances. Despite its apparent complexity, the Stewart concept permits to understand precisely the mechanisms of acid-base disorders. It has to become the most appropriate approach to analyse complex acid-base abnormalities.

© 2007 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

**Mots clés :** Acidose hyperchlorémique ; Acidose métabolique ; Albumine ; Strong ion difference ; Trou anionique

**Keywords:** Hyperchloremic acidosis; Metabolic acidosis; Albumin; Strong ion difference; Anion gap

## 1. Introduction

L'interprétation d'une acidose ou d'une alcalose nécessite une connaissance précise des notions physiopathologiques et d'outils nécessaires à leur diagnostic. Au classique concept d'Henderson-Hasselbalch, fait suite depuis quelques années le concept électrochimique de Stewart [1–4]. Bien que moins facile à appliquer en pratique courante au lit du malade, ce dernier permet une compréhension physiopathologique précise des troubles acidobasiques, surtout s'ils sont complexes. Cette approche permet de comprendre les mécanismes responsables de certains troubles acidobasiques comme celui de l'acidose hyperchlorémique, ou l'alcalinisation induite par le bicarbonate ou le lactate de sodium. Elle permet également d'établir un diagnostic de trouble complexe qui peut passer inaperçu avec les outils traditionnellement utilisés.

## 2. Concepts physiopathologiques des troubles acidobasiques

Même si l'approche traditionnelle d'Henderson-Hasselbalch reste encore la référence, les concepts plus récents de Sigaard-Andersen, mais surtout celui de Stewart mérite d'être connu car il donne une vision plus exacte des mécanismes physiopathologiques des troubles acidobasiques (TAB).

### 2.1. Équation d'Henderson-Hasselbalch

L'approche traditionnelle d'Henderson-Hasselbalch repose sur l'application de la loi d'action de masse à l'équilibre du

CO<sub>2</sub> et sur le lien qui existe entre variation du bicarbonate plasmatique et taux d'acides forts [1,2,5–8]. Cela se traduit par l'équation mathématique d'Henderson-Hasselbalch :  $\text{pH} = 6,10 + \log[\text{HCO}_3^-]/0,03 \times \text{PaCO}_2$ .

Dans ce concept, les variations de pH sont la conséquence des variations des bicarbonates plasmatiques (trouble métabolique) ou de la PaCO<sub>2</sub> (trouble respiratoire). Malgré son exactitude mathématique, cette équation ignore :

- la dépendance mathématique qui existe entre bicarbonates et PaCO<sub>2</sub> ;
- la présence de tampons non volatils non-bicarbonates comme les protéines plasmatiques ;
- le rôle des acides faibles (phosphate, albuminate).

### 2.2. Base-Excess (BE) de Sigaard-Andersen

Le BE se définit comme la quantité d'acides ou de bases fortes (exprimée en meq) nécessaire pour ramener à un pH à 7,40, un sang oxygéné, maintenu à température 37 °C en présence d'une PCO<sub>2</sub> à 40 mmHg [9–12]. Si le pH sanguin est égal à 7,40 avec une PaCO<sub>2</sub> à 40 mmHg, le BE est donc égal à 0. L'avantage du BE, par rapport à l'équation d'Henderson-Hasselbalch, est qu'il s'affranchit des variations de PaCO<sub>2</sub> [10–12]. À partir de nomogrammes de calcul, le BE est calculé et ajouté aux autres paramètres fournis dans les gaz du sang. Néanmoins le BE demeure une mesure in vitro et ne tient pas compte de la continuité du secteur vasculaire avec le secteur interstitiel dont les capacités tam-

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/2747747>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/2747747>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)