

症例1 慢性閉塞性肺疾患 (COPD) のある 82 歳の女性。前日からの発熱に加えて意識障害を伴い、救急外来を受診。右 CVA 叩打痛が著明。pH = 7.10, $\text{PCO}_2 = 40 \text{ mmHg}$, $[\text{HCO}_3^-] = 12 \text{ mEq/l}$, $[\text{Na}^+] = 141 \text{ mEq/l}$, $[\text{K}^+] = 4.6 \text{ mEq/l}$, $[\text{Cl}^-] = 115 \text{ mEq/l}$, アルブミン = 1.5 g/dl。



さあ、酸-塩基平衡異常に対する一般的なアプローチに沿って病態を把握しよう。



はい。血液検査のデータをみると、アシドーシスの状態がありそうです。



いきなり検査データだけで判断してはいけませんよ。まとめのページ (P163) にある一般的なアプローチの①から考えていこう。まずは**臨床経過から酸-塩基平衡の異常について予想を立てよう**。



発熱、意識障害、CVA 叩打痛から考えると、尿路感染症からの敗血症の状態があり、それに伴った代謝性アシドーシスが考えられます。



そうだね。COPD の存在も何かあるかもしれないね。それでは②の $[\text{H}^+]$ の評価を行おう。どうするかわかるかな？



はい。**80 の法則** を用います。Henderson の簡略式を用いて、 $[\text{H}^+]$ の値を計算します。 $[\text{H}^+] = 24 \times 40 \div 12 = 80 \text{ nmol/l}$, $[\text{H}^+] = 80 - 10 = 70 \text{ nmol/l}$ でちょっとずれてしまいますね。



よく知っているね。ただこの患者さんは pH が 7.25 ~ 7.45 以外なので「1.25 の法則」を使うんだ (P163)。 $[\text{H}^+] = 40 \times 1.25 \times 1.25 \times 1.25 \div 78.1 \text{ nmol/l}$ となり、 $[\text{H}^+] = 24 \times 40 \div 12 = 80 \text{ nmol/l}$ とほぼ等しいね。検査データが正しいことがわかったから次は③だね。この患者さんはアルカレミアとアシデミアどっちかな？



これは明らかにアシデミアですよ。



よくわかったね。アシデミアとアシドーシスは同じ言葉ではないから気をつけてね。アシデミアは血液 pH が 7.40 以下であることを示しているのに

対して、アシドーシスは pH を下げるプロセスのことなんだ。つまりアシドーシスとアルカローシスが体内に存在すればその程度によって、アシデミアにもアルカレミアにもなりうるってこと。この患者さんは明らかにアシデミアだよ。そして④だ。pH の変化の原因が HCO_3^- なのか PCO_2 なのかを考えよう。 CO_2 はかなり正常範囲に近いので、 HCO_3^- が原因と考えるのがまずいいと思います。



そうだね。実際に隠れている可能性のあるものについては今後検索していけばいいから、まずは暫定的に代謝性アシドーシスがメインにあると決めて進めよう。それでは⑤のステップだ。



これがいつもわからなくて飛ばしてしまうんですよ。



このステップはとても大事なんだよ。これを飛ばしてしまうと、代償がきちんと効いているかどうかを判定できないので、隠れた酸-塩基平衡異常を見逃すことがあるからね。ここでは代償性変化 (表 1) の程度をもとに考えてみよう。



表 1 代償性変化

一変化	予想される代償性変化
代謝性アシドーシス	$\text{PaCO}_2^* \downarrow = 1.2 \times \Delta \text{HCO}_3^-$
代謝性アルカローシス	$\text{PaCO}_2 \uparrow = 0.7 \times \Delta \text{HCO}_3^-$
急性呼吸性アシドーシス	$\text{HCO}_3^- \uparrow = 0.1 \times \Delta \text{PaCO}_2$
慢性呼吸性アシドーシス	$\text{HCO}_3^- \uparrow = 0.4 \times \Delta \text{PaCO}_2$
急性呼吸性アルカローシス	$\text{HCO}_3^- \downarrow = 0.2 \times \Delta \text{PaCO}_2$
慢性呼吸性アルカローシス	$\text{HCO}_3^- \downarrow = 0.4 \times \Delta \text{PaCO}_2$

* PaCO_2 は pH の小数点以下 2 つの数字

代謝性アシドーシスがあって、正常な呼吸性代償が働くと、 $\text{PCO}_2 = 40 - (24 - 12) \times 1.2 = 26 \text{ mmHg}$ となるはずだけど、この患者さんは 40 mmHg と非常に高い値になっている。つまりこの患者さんは呼吸性アシドーシスも合併しているということになるんだ。わかるかな？



なるほど。たしかに COPD があることを考えれば、敗血症で呼吸状態も悪くなっていることが予想できますね。



そう。そしてここからもうちょっと考えないといけないよ。**代謝性アシドーシス**が存在するときには、**必ずアニオンギャップを計算**しよう。体液は平衡状態にあり、常に電気的中性を保つので、陽イオンと陰イオンの和は0となるはずなんだ。陽イオンも陰イオンも測定されるものと測定されないものがあるんだけど、測定される代表格は、陽イオンは Na^+ 、陰イオンは Cl^- と HCO_3^- であり、それ以外を測定されないイオンとする。そうすると、この測定されないイオンの差は、測定されるイオンの差と同じになるはずだよ。つまり、アニオンギャップ (AG) = $[\text{Na}^+] - ([\text{Cl}^-] + [\text{HCO}_3^-])$ の式を用いて、これが正常 ($12 \pm 2 \text{ mEq/l}$) とどれくらいの差があるかによって、測定されない陰イオンが体内にどれくらい過剰な状態であるかを判定できるんだ。



なるほど。そうしたら、 $\text{AG} = 141 - (115 + 12) = 14 \text{ mEq/l}$ ということで AG は増えていないと考えられるんですね。



そこがちょっと違うんだ。この患者さんは著明な**低アルブミン血症**を伴っていることに注目しないといけない。アルブミンのような陰性荷電のタンパク質が低下していると、これに応じて測定されない陰イオンが低下していることになるから、**AG も低下**した状態となっているはずなんだ。一般的に、アルブミン 1 g/dl の低下に対して、AG は 2.5 mEq/l 低下するといわれている。つまりこの患者さんの場合には、 $\text{AG} = 12 - (4.5 - 1.5) \times 2.5 = 4.5 \text{ mEq/l}$ となっているはずなので、この患者さんの 14 mEq/l というのは AG が上昇した状態にあると考えられる。



へえ。それは見逃してしまいそうですね。



そう、気をつけないといけないよ。そしてさらに AG が上昇している代謝性アシドーシスの場合には、AG が上昇しなかったとしたときの HCO_3^- 濃度を計算して他の代謝性障害がないかどうかを検索する必要がある。**[補正 HCO_3^-] = $\Delta \text{AG} + [\text{測$**

合には、 $[\text{補正 } \text{HCO}_3^-] = (14 - 4.5) + 12 = 21.5 \text{ mEq/l}$ だね。正常の $[\text{HCO}_3^-]$ を 24 mEq/l とすると、これは若干低い値だと考えられる。となると、なにを考えないといけないのかな？



非 AG 性代謝性アシドーシスの合併です。



そのとおりだ。AG の上昇した分だけでは説明できないということだね。それではこの患者さんの酸 - 塩基平衡異常をまとめるとどうなるかな？



高 AG 性代謝性アシドーシスに加えて呼吸性アシドーシスおよび非 AG 性代謝性アシドーシスを合併している状態だと考えられます。



そうだね。それでは⑥に移って、この酸 - 塩基平衡異常をきたす原因を順番に考えてみよう。**高 AG 性代謝性アシドーシス**の場合には、**尿中ケトン、乳酸値、腎機能、中毒物質スクリーニング、浸透圧ギャップの測定**が非常に重要になってくるんだ。まずは尿中ケトンを測定しよう。これが陽性であれば、ケトアシドーシスということで、糖尿病性ケトアシドーシス・アルコール性ケトアシドーシス・飢餓などが原因と考えられる。尿中ケトンが陰性であれば次のステップに進もう。この段階で乳酸値が上昇していれば、乳酸アシドーシスによるものと考えられるだろう。そして腎機能が増悪していれば腎不全によるリン酸・硫酸・尿酸・馬尿酸などの貯留を考えよう。それでもなければ、外因性の酸が体内に貯留する病態を考えよう。このような病態を引き起こす物質として、どのようなものがあるか知っているかい？



メチルアルコール、エチレングリコール、パラアルデヒド、アセチルサリチル酸 (アスピリン) でしょうか。



素晴らしい。そして、この検出のために中毒物質スクリーニング、浸透圧ギャップが大切なんだ。浸透圧ギャップについて少し解説しよう。血漿浸透圧を構成する分子は、正常では小分子の電解質 (Na^+ 、 K^+ など) に加えて尿素、ブドウ糖がほとんどなんだ。そして細かいものを無視すると、 $\text{血漿浸透圧} = 2 \times [\text{Na}^+] + [\text{血糖値}] \div 18 + [\text{BUN}] \div 2.8$ で概算できる。実測の浸透圧の値とこの概算した浸透圧の値の差を浸透圧ギャップといって、一般的は約