

Gangguan Keseimbangan Asam dan Basa

KASUS 1

Seorang anak perempuan berusia 12 tahun, dibawa ke ruang gawat darurat karena tubuhnya semakin lemas dan lemah. Selama empat hari ini, ia mengalami diare dan demam yang tidak terlalu tinggi. Hasil pemeriksaan laboratorium menunjukkan kadar natrium 140 mEq/L; kadar kalium 2,4 mEq/L, kadar klorida 115 mEq/L, kadar bikarbonat 15 mEq/L, BUN 21 mg/dL, kreatinin 1,5 mg/dL, glukosa 88 mg/dL, kalsium 10,0 mg/dL, fosfat 3,5 mg/dL, magnesium 1,8 mg/dL dan osmolalitas plasma 284 mOsm/kg.

Dapatkan anda perkiraan, berapa nilai pH arteri anak tersebut ?

- A. 7.20 – 7.24
- B. 7.25 – 7.29
- C. 7.30 – 7.34
- D. 7.40 – 7.44
- E. 7.45 – 7.49

Jawaban yang benar adalah C. Diagnosis gangguan asam basa merupakan hiperkloremia biasa/tanpa komplikasi yang disebabkan oleh diare yang parah. Kita dapat memperkirakan nilai pCO₂ pasien perempuan tersebut menggunakan rumus Winter, rumus tersebut hanya dapat digunakan pada keadaan gangguan metabolik asidosis biasa (tanpa komplikasi), sebagai berikut:

$$\Delta p\text{CO}_2 = 1,2 \times \Delta \text{HCO}_3^-$$

Atau 12 mmHg. Dengan demikian, dapat diperkirakan pCO₂ kompensasi adalah 28 mmHg— yaitu perbedaan antara pCO₂ normal dan perkiraan penurunan pCO₂ [normal pCO₂ (40)]-[pCO₂(12)]. Nilai H⁺ dapat dihitung menggunakan modifikasi persamaan Henderson-Hassalbach sebagai berikut :

$$\text{H}^+ = 24 \times \text{pCO}_2 : \text{HCO}_3^-$$

Nilai yang diperoleh adalah 45 nEq/L, ini sebanding dengan pH 7,35 (setiap penurunan 0,1 pH adalah sebanding dengan peningkatan 10 nEq/L konsentrasi H⁺ dalam plasma).

**Peningkatan H⁺ Δ10 nEq/L = penurunan Δ0,10 pada pH
pH vs H⁺ (nEq/L)**

- 7,40 = 40
- 7,30 = 50
- 7,20 = 60
- 7,10 = 70

Tujuan pada latihan ini adalah untuk mengingatkan bahwa indikasi dasar untuk pemeriksaan analisis gas darah adalah: jika tidak dapat membuat perkiraan pH ketika terjadi abnormalitas asam-basa multipel, atau ketika kita tidak yakin apakah hanya ada satu penyebab ketidaknormalan.

Pustaka

Bushinsky DA, Coe FL, Katzernberg C, et al. (1982) arterial pCO₂ in chronic metabolic acidosis, *Kidney Int* 22:311 – 314

Narins RG, Emmett M (1980) Simple and mixed acid base disorder: a practical approach. *Medicine* 59:161 – 187

Sabatini S, Arruda JAL, Kurtzman NA (1978) Disorders of acid-base balance. *Med Clin North Am* 62:1223 – 1255

KASUS 2

Seorang gadis usia 18 tahun dibawa ke gawat darurat dalam kondisi koma. Data riwayat kesehatan lainnya tidak diperoleh. Pemeriksaan fisik memperlihatkan kondisi kurus, wanita Kaukasia, tidak ada tanda-tanda penyakit kuning (*non-icteric*), kondisi koma. Pasien dalam kondisi koma tanpa ada tanda neurologis fokal. Suhu tubuh 98,6°F, TD 136/88 mmHg, denyut nadi 98, kecepatan respirasi 24/menit, berat 60 kg dan tinggi 170 cm. Jantung normal, tidak terdengar murmur. Dada bersih dan tidak ada bunyi ronchi atau dengkur. Kecepatan jantung normal dan tidak ada suara lain atau murmur. Perut tidak keras. Ditemukan sedikit hepatosplenomegali tanpa tanda-tanda kuning atau asites. Tidak ada tanda-tanda pembengkakan yang dapat diraba. Suara usus terdengar jelas. Sedikit memperlihatkan kiposis (bungkuk). Tidak ada edema atau kemerahan pada ekstremitas. Uji laboratorium menunjukkan kadar natrium 140 mEq/L; kalium 5,5 mEq/L; klorida 106 mEq/L; bikarbonat 6,0 mEq/L; BUN 30 mg/L, kreatinin 0,8 mg/dL, glukosa 95 mg/dL, kalsium 9,0 mg/dL, fosfat 2,9 mg/dL, magnesium 1,7 mg/dL dan osmolalitas plasma 340 mosmol/kg serta keton serum 1+.

Apakah anda akan merencanakan uji gas darah?

- A. Ya, saya yakin uji gas darah diindikasikan.
- B. Tidak, saya tidak memerlukan uji tersebut

Jawaban yang benar adalah A

Uji gas darah diindikasikan pada kasus ini, karena kita tidak dapat yakin apakah hanya ada satu gangguan asam basa jika data riwayat penyakit pasien tidak diperoleh dan kita tidak dapat memperkirakan pH.

Hasil analisa gas darah arteri yang diperoleh menunjukkan pH 7,20; pCO₂ 16 mmHg, HCO₃ 15mEq/L dan pCO₂ 110 mmHg.

Diagnosis asam basa yang bagaimana untuk nilai di atas?

- A. Kesenjangan/gap metabolik asidosis biasa (tanpa komplikasi)
- B. Asidosis metabolik sekaligus alkalosis metabolik
- C. Asidosis metabolik sekaligus asidosis respirasi
- D. Asidosis metabolik sekaligus alkalosis respirasi

Jawaban yang benar adalah A.

Data analisis gas darah konsisten dengan diagnosis asidosis metabolik disertai kompensasi respirasi yang tepat, sesuai dengan perhitungan menggunakan rumus Winter. Pemeriksaan laboratorium darah vena memperlihatkan peningkatan gap anion (AG) dan penurunan bikarbonat yang sesuai dengan diagnosis metabolik asidosis AG. Penurunan kadar bikarbonat (-18) berdekatan dengan nilai perubahan AG (+17), mengarah pada kemungkinan bahwa ada proses asam-basa lain yang tidak terjadi. Data analisa gas

darah sesuai dengan diagnosis asidosis metabolik dan kompensasi respirasi yang dapat dihitung menggunakan rumus Winter.

Apakah penyebab paling mungkin untuk gap anion metabolik asidosis pada pasien tersebut?

- A. Keracunan pencernaan (metanol, etilen glikol)
- B. Ketoasidosis karena kelaparan
- C. Laktat asidosis
- D. Alkohol asidosis

Jawaban yang benar D. Penyebab potensial dari AG asidosis metabolik antara lain: ketoasidosis karena kelaparan, ketoasidosis karena alkohol, intoksikasi metanol, intoksikasi etilen glikol, laktat asidosis, metabolisme *inborn error* (gangguan metabolisme sejak lahir), dan gagal ginjal. Keton darah memberikan hasil positif sedikit dan kreatinin serum normal. Meskipun demikian, osmolalitas serum termasuk agak tinggi daripada osmolalitas hasil perhitungan (340 vs. 296 mOsm/kg). Adanya gap osmol mengarahkan dugaan kita pada adanya keracunan makanan dari bahan-bahan berupa alkohol, metanol atau etilen glikol, yang menyebabkan asidosis dengan cara mengganggu metabolisme serta mengakibatkan asidosis laktat.

Pustaka

Bushinsky DA, Coe FL, Katzenberg, et al. (1982) Arterial pCO₂ in chronic metabolic acidosis. *Kidney Int* 22: 311 – 314

Emmett M, Narins RG (1977) Clinical use of the anion gap. *Medicine* 65:38 – 54

Gabow PA (1988) Ethylene glycol intoxication. *Am J Kidney Dis* 11: 277 – 279

Kappy M, Morrow G (1980) A diagnostic approach to metabolic acidosis in children. *Pediatr* 65:351 – 356

Narins RG, Emmett M (1980) Simple and mixed acid base disorder: A practical approach. *Medicine* 59:161 – 187

Pierce NF, Fedson DS, Brigham KL, et al. (1970) The ventilatory response to acute base deficit in human. The time course during development and correction of metabolic acidosis. *Ann Intern Med* 72:633 – 640

Sabatini S, Arruda JAL, Kurtzman NA (1978) Disorders of acid-base balance. *Med Clin North Am* 62:1223 – 1255

KASUS 3

Anak laki-laki usia 9 tahun dengan sindroma nefritis, dibawa ke gawat darurat dengan gejala muntah-muntah dan serangan awal nyeri dada. Muntah sejak 48 jam yang lalu hingga saat ini tanpa ada perbaikan. Lima belas menit sebelum tiba di gawat darurat, pasien tiba-tiba mengalami nyeri dada pleural sebelah kiri, nafas pendek dan hemoptisis. Pemeriksaan fisik pasien menunjukkan, laki-laki, *distress* takipnea (nafas cepat tidak normal) akut dengan kecepatan respirasi 30/menit dan nyeri dada. Pemeriksaan fisik lainnya normal. Data laboratorium memperlihatkan kadar natrium 140 mEq/L, kalium 3,0 mEq/L, klorida 92 mEq/L, bikarbonat 36 mg/dL, BUN 30 mg/dL, kreatinin 1,3 mg/dL, kalsium 10,0 mg/dL, fosfat 3,5 mg/dL, keton darah negatif, glukosa 90 mg/dL dan osmolalitas plasma 280 mOsm/kg. Hasil pemotretan X-ray di dada menunjukkan adanya efusi pleura bermakna di dada pleura kiri dengan infiltrasi lobus kiri bawah yang konsisten dengan embolisme pulmoner.

Apakah anda perlu melakukan pemeriksaan gas darah?

- A. Ya, saya yakin pemeriksaan gas darah diindikasikan
- B. Tidak, saya rasa tidak perlu pemeriksaan gas darah

Jawaban yang benar adalah A. Pemeriksaan gas darah perlu dilakukan karena dari riwayat penyakit nampaknya terjadi lebih dari satu gangguan keseimbangan asam basa dan oleh karena itu tidak mungkin kita dapat memperkirakan pH arteri.

Hasil pemeriksaan gas darah pH 7,69; pCO₂ 30 mmHg, HCO₃⁻ 35 mEq/L dan pO₂ 75 mmHg

Dari data tersebut, apakah diagnosis keseimbangan asam-basa pada kasus di atas (JAWABAN BISA LEBIH DARI SATU)

- A. Alkalosis metabolik
- B. Asidosis metabolik
- C. Alkalosis respirasi
- D. Asidosis respirasi

Jawaban yang benar adalah A dan C. Ini adalah salah satu contoh kondisi alkalosis metabolik dan alkalosis respirasi primer. Kombinasi peningkatan bikarbonat dan pH alkali menunjukkan keadaan alkalosis metabolik. Kombinasi penurunan pCO₂ dan pH alkali menunjukkan keadaan alkalosis respirasi.

Riwayat muntah mengarah pada keadaan alkalosis metabolik. Adanya emboli pulmoner mengarah pada adanya alkalosis respirasi akut. Pemeriksaan laboratorium menunjukkan peningkatan rasio BUN terhadap kreatinin yang konsisten dengan kontraksi volume. Peningkatan bikarbonat disertai AG yang normal menunjukkan kondisi alkalosis metabolik tanpa asidosis metabolik. Pemeriksaan gas darah menunjukkan terjadi peningkatan pH bermakna disertai peningkatan HCO₃⁻ dan pCO₂ yang rendah, hal ini menunjukkan bahwa terjadi dua kondisi alkalosis yaitu alkalosis metabolik dan alkalosis respirasi.

Pustaka

Emmet M, Seldin DW (1985) Clinical Syndromes of metabolic acidosis and metabolic alkalosis in Seldin, Giebisch, The kidney: physiology and pathophysiology. Raven Press, New York, Chapter 68 pp1567 – 1639

Javaheri S, Shore NS, Rose BD, et al. (1982) Compensatory hypoventilation in metabolic alkalosis. Chest 81: 296 – 301

Sabatini S, Arruda JAL, Kurtzman NA (1978) Disorders of acid-base balance. Med Clin North Am 62:122301255

Narins RG, Emmett (1980) Simple and mixed acid base disorder: a practical approach. Medicine 59: 161-187

Kasus 4

Seorang pasien perempuan usia 14 tahun, rutin melakukan pemeriksaan kesehatan. Riwayat kesehatannya baik dan tidak ada keluhan apapun. Dia tidak mengkonsumsi obat saat ini, namun pernah mengonsumsi obat pelangsing. Beberapa waktu yang lalu, dia pernah mengalami rendah kalium.

Pemeriksaan fisik menunjukkan bahwa pasien kurus, tidak ada *distress*, tidak ada demam, TD 110/80 mmHg, nadi 78 denyut/menit, respirasi 12/menit, berat 52 kg dan tinggi 156 cm. Paru-paru bersih, kecepatan jantung teratur tanpa ada suara lain ataupun murmur. Abdomen tidak keras dan tidak ada benjolan yang teraba. Suara usus ada. Tidak ada edema. Pemeriksaan neurologi normal.

Data laboratorium, Hb dan hitung sel darah putih normal. BUN 15 mg/dL, kreatinin 1,2 mg/dL, natrium 136 mEq/L, kalium 3,0 mg/dL, magnesium 1,7 mg/dL dan albumin 4,6 g/dL.

Apakah anda akan melakukan uji gas darah?

- A. Tidak, saya tidak memerlukan untuk kasus ini
- B. Ya, saya perlu melihat hasil gas darah sebelum saya membuat diagnosis kasus ini.

Jawaban yang benar adalah A. Uji gas darah tidak diperlukan untuk kasus ini. Data riwayat penyakit dan laboratorium sudah cukup untuk membuat diagnosis satu gangguan asam-basa. pH arteri dapat diperkirakan menggunakan rumus Winter untuk gangguan tersebut dan tidak diperlukan uji gas darah.

Apa diagnosis asam basa untuk kasus ini dan uji apa yang diperlukan untuk pertimbangan diagnosis banding (PILIH SEMUA YANG MUNGKIN)?

- A. Alkalosis respirasi
- B. Asidosis metabolik
- C. Alkalosis metabolik
- D. Asidosis respirasi
- E. Uji ekskresi aldosteron urin
- F. Penapisan/*screening* diuretik urin
- G. Uji ekskresi klorida urin

Jawaban yang benar adalah C, F dan G. Kasus ini adalah alkalosis metabolik. Riwayat penyakit menunjukkan kemungkinan adanya hipokalemia. Penggunaan pil diet yang umumnya diuretik dapat menyebabkan alkalosis metabolik. Data laboratorium menunjukkan peningkatan bikarbonat, normal AG dan hipokalemia yang berkaitan dengan pengeluaran kalium ginjal (*renal potassium wasting*), menandakan adanya alkalosis metabolik.

Pengeluaran kalium ginjal dan alkalosis metabolik pada individu dengan tekanan darah normal umumnya terjadi akibat diuretik dan muntah (gangguan saluran cerna bagian atas). Secara etiologi ada satu penyakit keturunan yang bercirikan pengeluaran garam-garam melalui ginjal, namun sangat jarang ditemukan. Penyakit ini dikenal sebagai Sindroma Bartter atau Sindroma Gitelman yang merupakan nefropati pengeluaran garam-garam yang diturunkan. Ekskresi klorida melalui urin membantu untuk membedakan antara diuretik dan muntah sebagai penyebab alkalosis metabolik. Muntah dikaitkan dengan berkurangnya cairan ECF, berkurangnya klorida dan ekskresi klorida urinari kurang dari 20 mEq/L. Sebaliknya, ekskresi klorida urin biasanya lebih dari 40 mEq/L. Penyalahgunaan diuretik nampaknya merupakan diagnosis untuk kasus ini, mengingat adanya riwayat peningkatan kadar klorida urin dan penggunaan obat diet (yang kebanyakan bersifat diuretik). Diagnosis dapat dipastikan dengan melakukan penapisan/*screening* diuretik urin.

Pustaka

- Emmett M, Seldin DW (1985) Clinical Syndromes of Metabolic Acidosis and Metabolic Alkalosis in Seldin, Giebisch, The Kidney: Physiology and Pathophysiology, Raven Press, New York, Chapter 68 pp 1567 – 1639
- Narins RG, Emmett M (1980) Simple and mixed acid base disorders: a practical approach. Medicine 59: 161 – 187
- Seldin DW, Rector FC Jr (1972) Degeneration and maintenance of metabolic alkalosis. Kidney Int 1: 306-321

KASUS 5

Anda dipanggil untuk mengunjungi seorang pasien anak laki-laki berusia 4 tahun yang ditemukan pingsan di rumahnya. Menurut penuturan ayahnya yang menemukannya dalam kondisi pingsan, pasien mengeluh pusing (tension-headache) terus menerus sejak beberapa bulan terakhir. Selain itu tidak ada tanda-tanda lain yang menunjukkan anak itu dalam kondisi tidak sehat. Pemeriksaan fisik menunjukkan tubuh pasien berkembang baik, tapi masih tidak sadar, suhu tubuh 37°C, TD 141/88 mmHg, nadi 88 denyut/menit, kecepatan respirasi 34/menit, berat 59 kg dan tinggi 160 cm. Kecepatan denyut jantung reguler dan tidak ada suara lain atau murmur. Tidak ditemukan suara ronchi. Abdomen tidak ditemukan adanya benjolan atau massa yang teraba. Terdengar suara usus. Tidak ada edema. Ada beberapa memar akibat jatuh (*ecchymoses*) di badan dan anggota badan. Data laboratorium menunjukkan natrium serum 140 mEq/L, klorida 108 mEq/L, kalium 3,8 mEq/L, HCO_3^- 13 mEq/L, BUN 140 mg/dL, kreatinin 1,2 mg/dL, glukosa 96 mg/dL, keton darah 2+, kalsium 10,0 mg/dL, fosfat 3,5 mg/dL, magnesium 1,8 mg/dL, albumin 4,0 g/dL dan osmolitas plasma 284 mOsm/kg.

Gas darah juga diperiksa dan hasilnya adalah: pH 7,4, pCO_2 20 mmHg, HCO_3^- 12 mEq/L dan pO_2 105 mmHg.

Diagnosis asam basa pada kasus ini adalah : (BISA LEBIH DARI SATU)

- A. Asidosis metabolik
- B. Alkalosis metabolik
- C. Asidosis respirasi
- D. Alkalosis respirasi

Jawaban yang benar adalah A dan D. Kasus ini adalah gangguan yang terjadi bersamaan antara asidosis metabolik dan alkalosis respirasi kronik. Tidak ada tanda-tanda spesifik adanya gangguan asam basa pada riwayat penyakit pasien. Pusing mungkin disebabkan oleh penggunaan salisilat atau lesi sistem saraf pusat, keduanya dapat dihubungkan dengan alkalosis respirasi.

Hasil pemeriksaan fisik mengarah pada dugaan adanya hiperventilasi, yang menunjukkan terjadi alkalosis atau asidosis. Memar (*ecchymoses*) yang terjadi merujuk adanya penggunaan salisilat. Uji laboratorium menunjukkan penurunan HCO_3^- dan peningkatan AG yang keduanya menunjang dugaan asidosis metabolik AG. Namun, penurunan kadar HCO_3^- (-11) yang lebih besar daripada peningkatan AG (+7), menunjukkan adanya faktor lain yang menyebabkan penurunan HCO_3^- – yang mungkin berupa alkalosis respirasi kronik atau asidosis hiperkloremia.

Uji gas darah menunjukkan penurunan HCO_3^- , pCO_2 yang rendah dan pH normal, hal ini menandakan adanya gangguan campuran antara asidosis metabolik dan alkalosis respirasi primer. Kombinasi asidosis metabolik AG dan alkalosis respirasi primer dapat terjadi pada beberapa keadaan klinis, misalnya sepsis, intoksikasi salisilat dan asidosis laktat pada pasien gagal hati. Dengan mempertimbangkan adanya riwayat penyakit pasien yaitu sakit kepala yang berat, pingsan dan memar, maka intoksikasi salisilat merupakan diagnosis yang paling mungkin untuk pasien pada kasus ini.

Pustaka

Emmett M, Seldin DW (1985) Clinical Syndromes of Metabolic Acidosis and Metabolic Alkalosis in Seldin, Giebisch, The Kidney: Physiology and Pathophysiology, Raven Press, New York, Chapter 68 pp1567 – 1639