

산 염기 개요 [p. 282]

울산과학기술대학교 간호학부
고 인 순



산 – 염기 개요

- 체내 산도(pH)는 수소이온(H^+)의 농도에 의해 결정
- pH 상승 : H^+ 농도 감소 / pH 감소 : H^+ 농도 증가
- 신체 체액 pH는 중성에 가까운 약 알칼리성 7.35~7.45 (7.2 이하 혹은 7.55 이상 이면 세포기능 손상 초래)
- 혈청 pH 조절체계
 - ✓ 폐에서 휘발성 산의 조절
 - ✓ 콩팥의 산과 중탄산 조절
 - ✓ 혈액 완충체계에 의한 혈청 pH조절

산 – 염기 개요

■ 산-염기 조절체계

• 폐의 완충계

- ✓ 산(탄산, H_2CO_3)을 휘발성 산인 가스(CO_2)의 형태로 전환시켜 체외로 배출시킴
- ✓ $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$
- ✓ 호흡 횟수 증가 \rightarrow 수소이온 농도 감소(CO_2 배출 증가)

• 요로계 완충체계

- ✓ 가스로 전환될 수 없는 고정산(황산, 인산, 케톤산, 젖산 등)은 소변으로 배설
- ✓ 콩팥: 소변으로 H^+ 를 배출하거나, 세뇨관에서 중탄산이온(HCO_3^-) 재흡수를 통해 pH조절
- ✓ 중탄산 완충체계: 탄산과 중탄산염으로 구성(H^+ 은 Na^+ 와 역이동, HCO_3^- 는 Na^+ 와 재흡수)
- ✓ 암모니아 완충체계: 세뇨관 세포에서 아미노산 글루타민으로부터 생성되는 암모니아에 달려 있음
 $(\text{NH}_4^+ = \text{NH}_3 + \text{H}^+ / \text{Cl}^- \text{ 결합하여 소변 배출, Na는 세뇨관 } \text{HCO}_3^- \text{ 함께 재흡수})$
- ✓ 인산염 완충체계: 분비된 H^+ 인산염과 결합하여 배설, Na^+ 중탄산염 재흡수 (세뇨관 세포에서 작용)
- ✓ 전해질 균형: K^+ 상승 시 세뇨관 세포 H^+ 보유 K^+ 분비 / K^+ 저하 시 세뇨관에서 H^+ 분비)
- ✓ 느리지만 가장 강력한 조절기전 (H^+ 분비, HCO_3^- 재흡수)



산 – 염기 개요

■ 산-염기 조절체계

• 혈액완충계

- ✓ 산-염기 불균형에 가장 빨리, 가장 광범위하게 작용
- ✓ 혈액 완충이 산-염기 불균형의 첫 번째 방어선으로 작용
- ✓ 혈액 내 (혈색소, 인, 중탄산), 혈장 (중탄산, 혈장 단백, 인)
- ✓ 강산이나 강염기를 약한 형태로 변화시켜 강산이나 강염기의 영향을 최소화하기 위해 즉각적으로 작용
- ✓ 기타 전해질 (Na^+ , K^+ , Cl^-)과 단백질

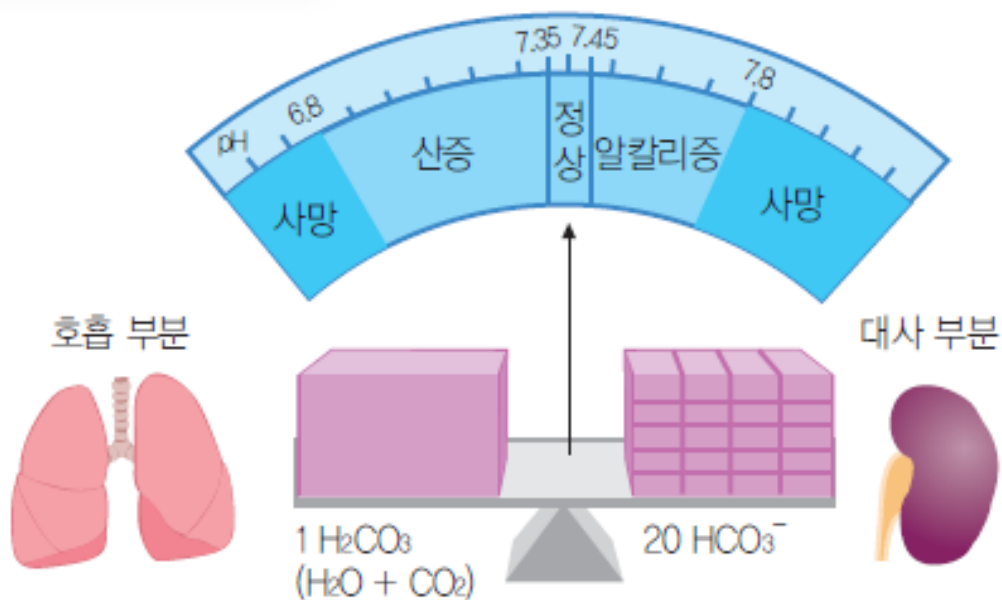


산 - 염기 개요

■ 산-염기 조절체계

• 산-염기 균형 조절

- 산-염기 균형을 위한 탄산(H_2CO_3) : 중탄산이온(HCO_3^-)의 비율 = 1:20



헨더슨-하셀바흐 (Henderson-Hasselbach) 관계

그림 12-4 산염기균형 조절

산 – 염기 개요

■ 산-염기 조절체계

• 산-염기 보상기전

- ✓ 산-염기 균형이 깨질 경우 폐와 신장에서 질환이 없는 일련의 과정을 통해 탄산(산:H₂CO₃): 중탄산이온(염기:HCO₃⁻)의 비율: 1:20을 유지하여 정상 pH를 유지함
- ✓ 신장 질환으로 인해 고정산을 배출하지 못하면 폐가 환기를 증가시켜 휘발성 산이 CO₂를 배출시켜 보상함
- ✓ 호흡부전(CO₂정체)이 있을 때는 신장이 더 많은 염기(HCO₃⁻)를 재흡수하거나 H⁺를 더 배출시킴

• 정상 ABGA

- ✓ pH : 7.35~7.45
- ✓ PaO₂ : 80~100mmHg
- ✓ PaCO₂ : 35~45mmHg
- ✓ HCO₃⁻ : 22~26mEq/L

산 – 염기 불균형 [p.285]

■ 호흡산증 Respiratory acidosis

• 원인

- ✓ 호흡저하 : pH 저하, PaCO₂ 증가
- ✓ 만성호흡산증 : 만성 폐쇄 질환에 의해 발생
- ✓ 부적절한 인공호흡기 사용
- ✓ 과도한 산소투여(COPD)-호흡저하

• 증상

- ✓ 두통, 흐린시야, 빈맥, 부정맥, 기면, 졸림, 과다환기, 호흡곤란, 고칼륨혈증, 고칼슘혈증

• 치료 및 간호

- ✓ 원인 요인 치료
- ✓ 환기증진, 반좌위 적용
- ✓ 마약성 진통제 사용 금지: 호흡 억제
- ✓ NaHCO₃ 투여, 전해질 불균형조절

산 – 염기 불균형

■ 호흡 알칼리증 Respiratory alkalosis

• 원인

- ✓ 호흡과다 (CO₂ 과잉배출) : pH 상승, PaCO₂ 감소(과환기)
- ✓ 저산소혈증 (ARDS, 폐기종)
- ✓ 호흡 중추의 외상성 자극(중추신경계 손상, 스트레스, 통증, 뇌압상승 등)



• 증상

- ✓ 저리고 얼얼한 느낌(손발가락의 무감각증, 저림), 가벼운 두통, 저칼슘혈증, 저칼륨혈증, 신경근 흥분성 증가: 반사항진, 경련

• 치료 및 간호

- ✓ 과환기의 갑작스런 증지는 위험 -> 산소화 증진
- ✓ 호기된 공기 재호흡 : CO₂ 정체 증가 (종이봉투 사용)
- ✓ 경련 예방 위한 안전대책 강구

산 – 염기 불균형

■ 대사성 산증 Metabolic acidosis

• 원인

- ✓ 과다한 비휘발성 산 : CO_2 이외의 산이 혈액 내 축적
- ✓ 신부전, 당뇨병성 케톤산증, 요독성 산증, 젖산증 등
- ✓ 염기의 부족 (HCO_3^- -손실: 심한설사)
- ✓ 수술 후 대사 증가

• 증상

- ✓ 두통, 복통, 뇌척수액 pH감소, 과환기(Kussmaul), 혼돈, 졸림, 고칼륨혈증, 고칼슘혈증

• 치료 및 간호

- ✓ 원인 요인 치료
- ✓ 중탄산 이온 투여
- ✓ 마약성 진통제 사용 금지: 호흡 억제
- ✓ 전해질 불균형조절, 구강간호, 수분 공급 등

산 – 염기 불균형

▪ 대사성 알칼리증 Metabolic alkalosis

• 원인

- ✓ 휘발성 산 소실 : CO_2 이외의 산 부족
- ✓ 구토, 위 흡인: 위산의 부족, 제산제나 중조(NaHCO_3)의 과다 섭취
- ✓ HCO_3 -증가 (염기물질 과다 섭취)
- ✓ 과도한 HCO_3 -재흡수 - 쿠싱증후군

• 증상

- ✓ 뇌척수액 pH증가, 오심, 구토, 혼돈, 기면, 부정맥, 저칼슘혈증, 저칼륨혈증, 호흡기 보상기전으로 느리고 얕은 호흡

• 치료 및 간호

- ✓ 원인요인치료
- ✓ 제산제의 적절한 사용 교육
- ✓ 전해질 결핍(칼륨, 칼슘) 보충,
- ✓ 적절한 수분 섭취
- ✓ 이뇨제(Diamox): 중탄산염 배설 촉진

산 – 염기 불균형

표 12-22 산염기불균형의 증상과 징후

호흡산증	대사산증
<p>특징적인 증상과 징후</p> <ul style="list-style-type: none"> 호흡저하 pH 저하 동맥혈에서 CO₂ 분압 상승 <p>흔히 나타나는 증상과 징후</p> <ul style="list-style-type: none"> 호흡곤란 고칼슘혈증 고염소혈증 고나트륨혈증 불안, 혼돈 <p>심한 불균형 시 나타나는 증상과 징후</p> <ul style="list-style-type: none"> 저혈압 발작 근육경련 혼수 유두부종 부정맥 기면 저산소혈증 	<p>특징적인 증상과 징후</p> <ul style="list-style-type: none"> 호흡과다(Kussmaul 호흡) pH 저하 HCO₃⁻ 감소 <p>흔히 나타나는 증상과 징후</p> <ul style="list-style-type: none"> 고칼륨혈증 호흡곤란 스트레스 반응 후에 기면이 나타남 혈청 Cl⁻과 음이온 차이(anion gap)의 상승 <p>심한 불균형 시 나타나는 증상과 징후</p> <ul style="list-style-type: none"> 서맥 또는 부정맥 위장관 팽만 오심, 구토 심박출량 저하 저혈압
호흡알칼리증	대사알칼리증
<p>특징적인 증상과 징후</p> <ul style="list-style-type: none"> 과다 호흡 pH 상승 동맥혈에서 CO₂ 분압 저하 <p>흔히 나타나는 증상과 징후</p> <ul style="list-style-type: none"> 혼돈, 저칼슘혈증, 저칼륨혈증 <p>심한 불균형 시 나타나는 증상과 징후</p> <ul style="list-style-type: none"> 부정맥 근허약감 오심, 구토, 설사 손발과 입 주위의 무감각과 저림 홍통 	<p>특징적인 증상과 징후</p> <ul style="list-style-type: none"> HCO₃⁻ 증가 호흡저하 pH의 상승 <p>흔히 나타나는 증상과 징후</p> <ul style="list-style-type: none"> 혼돈 저칼슘혈증 저칼륨혈증 저혈량증 의식수준 저하 저염소혈증 저마그네슘혈증 무감각과 저림 <p>심한 불균형 시 나타나는 증상과 징후</p> <ul style="list-style-type: none"> 부정맥 저혈압 근육강직 발작 심박출량저하 저산소혈증 근육경련

산 – 염기 불균형

▪ ABGA

표 12-23 동맥혈가스분석의 표본 채취 과정에서의 오류

잘못 채취한 혈액	결과	간호
주사기 내의 공기	$\text{PaO}_2 \uparrow$ $\text{PaCO}_2 \downarrow$ $\text{pH} \uparrow$	즉시 공기를 빼낸다. 주사기를 흔들지 않는다. 거품이 있는 혈액은 사용하지 않는다.
부주의하게 정맥혈을 채취했거나 동맥혈에 정맥혈이 섞여 들어감	$\text{PaO}_2 \downarrow$ $\text{PaCO}_2 \uparrow$ $\text{pH} \downarrow$	대퇴동맥에서 혈액을 뽑지 않는다. 경사면이 짧은 비늘을 사용한다. 동맥을 너무 깊게 찌른 후 다시 뒤로 빼내지 않는다. 동맥 삽입 후 주사기에 혈액이 자동적으로 채워지는 것을 관찰한다. 결과가 의심스러울 때에는 새로운 혈액으로 검사한다.
항응고제 영향: pH의 변화	$\text{pH} \downarrow$	가능하면 리튬 헤파린을 사용한다. 농도는 1:1,000 unit/mL를 사용한다. 카테터를 삽입한 동맥선에서 혈액을 뽑을 때는 최소한 2 mL를 버린 후 뽑는다.
항응고제 영향: 표본의 희석	$\text{pH} \uparrow$ 모든 다른 검사결과 \downarrow	사강이 없는 주사기를 사용한다. 가능하다면 건조 헤파린을 사용한다.
혈액 내에서 백혈구의 대사영향	$\text{PaO}_2 \downarrow$ $\text{PaCO}_2 \uparrow$ $\text{pH} \downarrow$	혈액표본은 즉시 얼음물 속에 넣는다. 검체는 20분 내에 분석한다. 백혈구 과다증인 경우 혈액검체를 즉시 분석한다.

산 – 염기 불균형

- ABGA : pH – PaCO₂ – PaO₂ – HCO₃ – BE(염기과다) – O₂ saturation

도표 12-2

동맥혈가스의 분석 절차

1단계: pH를 분류한다.

- 정상: 7.35~7.45
- 산증: 7.35 이하
- 알칼리증: 7.45 이상

2단계: PaCO₂를 사정한다.

- 정상: 35~45 mmHg
- 호흡산증: 45 mmHg 이상
- 호흡알칼리증: 35 mmHg 이하

3단계: HCO₃⁻를 사정한다.

- 정상: 22~26 mEq/L
- 대사산증: 22 mEq/L 이하
- 대사알칼리증: 26 mEq/L 이상

4단계: 보상상태 여부를 사정한다.

보상이 있는 상태: PaCO₂와 HCO₃⁻는 반대방향에서 비정상인 상태이다. 예를 들면 하나는 산성이고 다른 하나는 알칼리성이다.

보상이 없는 상태: PaCO₂와 HCO₃⁻ 중 하나는 비정상이고 다른 하나는 정상이다.

5단계: 가능하면 1차 장애를 찾아낸다.

pH가 비정상이면 pH와 관련된 산-염기 문제가 1차 장애이다.

pH가 정상 혹은 정상에 가까우면 1차 장애가 산-염기 요소가 아닐 수 있다.

6단계: 보상이 있는 경우 보상 정도를 분류한다.

부분적 보상: 보상의 징후가 있으나 pH는 아직 정상이 아니다.

완전 보상: 보상의 징후가 있고 pH가 정상이다.

대사산증: PaCO₂의 저하 정도가 pH의 마지막 2자리 수와 거의 비슷하다.

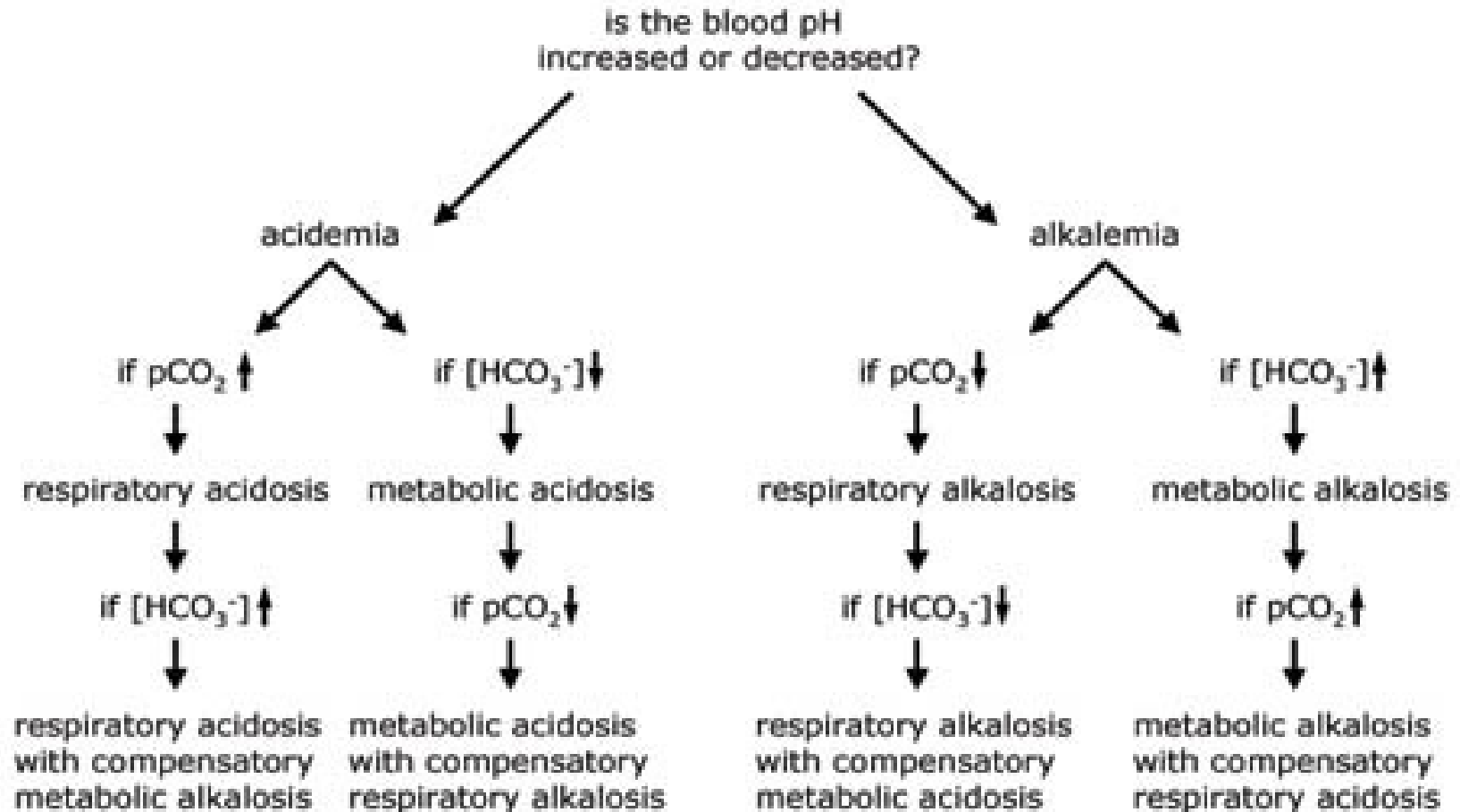
대사알칼리증: PaCO₂가 HCO₃⁻ 증가의 0.6배와 같다.

호흡산증: 급성이면 PaCO₂가 10 mmHg 증가할 때마다 HCO₃⁻가 1 mEq/L 씩 증가하고 만성이면 4 mEq/L 씩 증가한다.

호흡알칼리증: 급성이면 PaCO₂가 10 mmHg 증가할 때마다 HCO₃⁻가 2 mEq/L 씩 감소하고 만성이면 5 mEq/L 씩 감소한다.

ABGA 분석

algorithm for classification of simple (not mixed) acid-base disorders



퀴즈 – ABGA 분석

▪ ABGA : pH – PaCO₂ – PaO₂ – HCO₃ – BE(염기과다) – O₂ saturation

1. 7.284 – 34.3 – 77.9 – 16.2 – (-9.6) – 94.5%

-> 7.347 – 30.2 – 132 – 16.5 – (-8.2) – 99.2%

2. 7.171 – 70.8 – 84.7 – 25.9 – (-3.1) – 84.7%

-> 7.440 – 46.9 – 56.1 – 31.8 – (6.8) – 90.5%

3. 7.498 – 35.4 – 91.1 – 27.5 – (4.1) – 98.3%

-> 7.422 – 51.1 – 235 – 33.3 – (7.7) – 100%

4. 7.533 – 29.0 – 75.8 – 24.3 – (2.2) – 97.7%

-> 7.451 – 29.0 – 130 – 20.2 – (-3.0) – 99.6%

퀴즈 – ABGA 분석

- ABGA : pH – PaCO₂ – HCO₃

1. 7.235 – 60.8 – 24.7 -> 7.213 – 55.9 – 34.7 -> 7.385 – 52.1 – 31.7
2. 7.521 – 24.5 – 23.8 -> 7.631 – 24.5 – 15.8 -> 7.425 – 24.5 – 15.8
3. 7.215 – 38.3 – 18.4 -> 7.115 – 20.4 – 12.6 -> 7.392 – 29.5 – 10.5
4. 7.635 – 40.2 – 30.3 -> 7.635 – 55.4 – 40.6 -> 7.448 – 50.7 – 42.9