

# Säure-Basen- Haushalt *aus Sicht des Neonatologen*

Dr. Agnes Messerschmidt  
Universitätsklinik für Kinder- und  
Jugendheilkunde  
Medizinische Universität Wien



- pH-Wert: negativer dekadischer Logarithmus der molaren  $H^+$ -Konzentration
- $pH = -\log (H^+)$
- $pH\ 7,0 = 10^{-7} (H^+) \text{ mol/l}$

# Henderson-Hasselbalch-Gleichung

- $\text{pH} = \text{pK}' + \log \frac{(\text{A}^-)}{(\text{HA})}$
- Massenwirkungsgesetz: Zusatz von  $\text{H}^+$ -Ionen geht mit Konzentrationsanstieg der undissoziierten Säuren einher

# Konstanz des Blut-pH-Wertes

- Konstanz für geregelten Stoffwechselablauf aller Körperzellen nötig
  - Enzymfunktion
  - Molekülform der Proteine
  - Membranfunktionen
  - Elektrolytverteilung
- Sicherung der pH-Konstanz:
  - Blutpuffer
  - Lunge
  - Niere

# Blutpuffer

- Bicarbonatpuffer  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ 
  - Offenes System Lunge: stoffwechselbedingter  $\text{H}^+$ -Anstieg durch vermehrte  $\text{CO}_2$ -Abgabe geregelt
- Phosphatpuffer
- Proteinatpuffer: Plasmaproteine (v.a. Albumin), Hämoglobin
- Gesamtkonz. der Pufferbasen: 48mmol/l

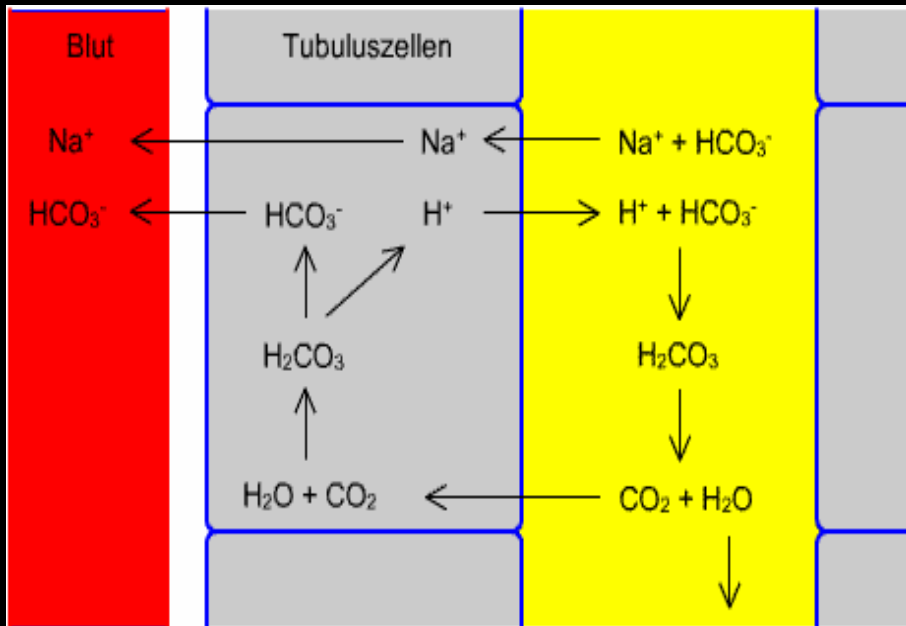
# Lunge

- 230ml CO<sub>2</sub>/min
- + flüchtiges Kohlendioxid (damit H<sup>+</sup>-Elimination)
- CO<sub>2</sub>-Abatmung heißt Säureentlastung
- pH-Senkung steigert Atemantriebsrasche Reaktion

# Niere

- Ausscheidung nichtflüchtiger Säuren (v.a. Schwefelsäure)
- 40-60mmol H<sup>+</sup>/d
- Kann H<sup>+</sup>-Ionenausscheidung pH-abhängig variieren

# Renale Kompensation



- Bicarbonatrückresorption: nicht-ionische Diffusion in Form von  $\text{CO}_2$  in prox. Tubuluszelle
- Anstieg bei Azidose, Abfall bei Alkalose
- Neubildung von Bicarbonat (Carboanhydrase)

# Normwerte

- pH 7,35-7,45
- pCo<sub>2</sub> 35-45 mmHg
- Bikarbonat 21-28 mmol/l
- BE ±3 mmol/l

# Respiratorische Azidose

Tab. 9.5 Veränderungen des Säure-Basen-Haushaltes

Ursache	Bezeichnung	pH-Wert	pCO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	BE	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>
Metabolisch	Azidose, dekomp.	↓↓	n/↑	↓↓	↓↓	↑	(↑)
	Azidose, komp.	n/(↓)	↓↓	↓↓	↓↓	↓/n	(↑)
	Alkalose, dekomp.	↑	n/↑	↑↑	↑↑	(↓)	n
	Alkalose, komp.	n/(↑)	↑	↑↑	↑↑	↓	↓
Respiratorisch	Azidose, dekomp.	↓	↑	n	n	↑	n
	Azidose, komp.	n/(↓)	↑	↑	↑	↓/n	↓
	Alkalose, dekomp.	↑	↓	n	n	(↓)	n
	Alkalose, komp.	n/(↑)	↓	↓	↓	↓	n

dekomp. = dekompensiert, komp. = kompensiert, BE = Basenüberschuss

# Respiratorische Azidose

- Atemmuster?
- Tachypnoe?
- Pulsoxymetrische Sättigung?
- Thoraxröntgen?

# Respiratorische Azidose

- Pulmologisch
  - RDS, Pneumonie, Pneumothorax, Fehlbildung
  - Asthma, Bronchiolitis, Lungenödem, CF, Fremdkörperaspiration
- Neurologisch
  - ZNS-Schädigung, Myopathie
- Pharmaka
- Th: Überwachung, evtl Atemunterstützung

# Metabolische Azidose

Tab. 9.5 Veränderungen des Säure-Basen-Haushaltes

Ursache	Bezeichnung	pH-Wert	pCO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	BE	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>
Metabolisch	Azidose, dekomp.	↓↓	n/↑	↓↓	↓↓	↑	(↑)
	Azidose, komp.	n/(↓)	↓↓	↓↓	↓↓	↓/n	(↑)
	Alkalose, dekomp.	↑	n/↑	↑↑	↑↑	(↓)	n
	Alkalose, komp.	n/(↑)	↑	↑↑	↑↑	↓	↓
Respiratorisch	Azidose, dekomp.	↓	↑	n	n	↑	n
	Azidose, komp.	n/(↓)	↑	↑	↑	↓/n	↓
	Alkalose, dekomp.	↑	↓	n	n	(↓)	n
	Alkalose, komp.	n/(↑)	↓	↓	↓	↓	n

dekomp. = dekompensiert, komp. = kompensiert, BE = Basenüberschuss

# Metabolische Azidose

- AZ?
- Infekt? Sepsis?
- Blutdruck?
- Körpertemperatur?
- Laktat?
- Kussmaulatmung?
- Vigilanz?
- Keton pos?

# Metabolische Azidose

- Azidose mit erhöhter Anionenlücke  
(=Ansammlung organischer Säuren)
- Laktatazidose
  - Sepsis, Gewebshypoxie
  - Hypothermie, Zyanid, SW-Defekte
- Ketoazidose
  - Hunger, Diabetes mellitus
- Niereninsuffizienz
- Intoxikation

# Metabolische Azidose

- Azidose mit normaler Anionenlücke
  - intestinaler Bikarbonatverlust (renal tubuläre Azidose)
  - renaler Bikarbonatverlust (Gastroenteritis, Diarrhoe)

# Metabolische Azidose

Anionenlücke:

- $\text{Na} - (\text{Cl} + \text{HCO}_3)$
- Normal: 7-16mmol/l

# Metabolische Azidose

- Therapie:
- $\leq 10$  BE:
  - Volumen 10-15ml/kg Ringer/NaCl 0,9%
- $> 10$  BE:
  - Pufferung mit NaBic

# Pufferung mit NaBic

- $\text{NaHCO}_3$  - 8,4%-Lösung (1ml=1mmol)
- Bedarfsberechnung:  $\text{BE} \times \text{kg} \times 0,3$
- = Gesamtbedarf, davon nur Hälfte verabreichen
- als KI über 1 Stunde 1:1 mit Aqua verdünnt (hohe Osmolarität)
- vorsichtig bei Ventilationsstörung und Hybernatriämie

# Pufferung mit Tris

- indiziert bei Ventilationsstörung und Hybernatriämie
- nur 0,3 molare Lösung verwenden
- $BE \times kg \times 0,3: 10$
- streng iv bzw ZVK
- cave Hypoglykämie

# Respiratorische Alkalose

Tab. 9.5 Veränderungen des Säure-Basen-Haushaltes

Ursache	Bezeichnung	pH-Wert	pCO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	BE	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>
Metabolisch	Azidose, dekomp.	↓↓	n/↑	↓↓	↓↓	↑	(↑)
	Azidose, komp.	n/(↓)	↓↓	↓↓	↓↓	↓/n	(↑)
	Alkalose, dekomp.	↑	n/↑	↑↑	↑↑	(↓)	n
	Alkalose, komp.	n/(↑)	↑	↑↑	↑↑	↓	↓
Respiratorisch	Azidose, dekomp.	↓	↑	n	n	↑	n
	Azidose, komp.	n/(↓)	↑	↑	↑	↓/n	↓
	Alkalose, dekomp.	↑	↓	n	n	(↓)	n
	Alkalose, komp.	n/(↑)	↓	↓	↓	↓	n

dekomp. = dekompensiert, komp. = kompensiert, BE = Basenüberschuss

# Respiratorische Alkalose

- Hyperventilation
  - Maschinelle Beatmung
  - Psychisch
- Th: Korrektur der Beatmungsparameter

# Metabolische Alkalose

Tab. 9.5 Veränderungen des Säure-Basen-Haushaltes

Ursache	Bezeichnung	pH-Wert	pCO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	BE	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>
Metabolisch	Azidose, dekomp.	↓↓	n/↑	↓↓	↓↓	↑	(↑)
	Azidose, komp.	n/(↓)	↓↓	↓↓	↓↓	↓/n	(↑)
	Alkalose, dekomp.	↑	n/↑	↑↑	↑↑	(↓)	n
	Alkalose, komp.	n/(↑)	↑	↑↑	↑↑	↓	↓
Respiratorisch	Azidose, dekomp.	↓	↑	n	n	↑	n
	Azidose, komp.	n/(↓)	↑	↑	↑	↓/n	↓
	Alkalose, dekomp.	↑	↓	n	n	(↓)	n
	Alkalose, komp.	n/(↑)	↓	↓	↓	↓	n

dekomp. = dekompensiert, komp. = kompensiert, BE = Basenüberschuss

# Metabolische Alkalose

- Säureverlust durch Erbrechen
  - Pylorusstenose
  - Hoher Ileus
  - Magenablaufsonde
- Überpufferung
  
- Di: BGA, K, Cl, Ca
- Th: Lysinhydrochlorid (gleiche Rechnung wie NaBic, selten nötig)

# Metabolische Alkalose

- bei cystischer Fibrose
- vermehrtes Schwitzen führt zu Elektrolytentgleistung
- Erbrechen, Gewichtsverlust, intestinale Obstruktion
- Di: hypochlorämische Alkalose
- Rehydrierung, oral NaCl und KCl

# Basenüberschuß bei ausgeglichenem pH

- Kompensierte respiratorische Azidose bei chronisch pulmonal kranken Kindern mit Hyperkapnie und pos BE
- pH normal
- $\text{Co}_2$  hoch
- BE hoch