

Die Blutgasanalyse

Was ist außerklinisch tolerabel?

Normale Blutgasanalyse

- pH 7,36-7,44
- pO₂ >80 mmHg
- pCO₂ 35-45 mmHg
- HCO₃⁻ 22 -26 mmol/l berechnet

Das Säure-Basen-System

- Säuren: Moleküle oder Ionen, die H^+ abgeben können.
- Basen: Moleküle oder Ionen, die H^+ binden können.
- In neutraler Lösung ist die Konzentration gleich: 10^{-7} mmol/l
- $pH = \text{neg. Logarithmus} = 7$
- Extrazellulärer $pH = 7,4 \pm 0,04$

Säuren und Basen im Organismus (Stoffwechsellmüll)

- Kohlensäure
- Essigsäure
- Acetoacetat
- Milchsäure
- Phosphorsäure
- Salzsäure
- Schwefelsäure

- Bicarbonat HCO_3^-
- Ammoniak NH_4^+
- Hämoglobin
- Negativ geladene Proteine



Puffersysteme

- Bicarbonat (50%)
- Hämoglobin
- Proteine
- Hydrogenphosphat
- HCO_3^-
- Hb^- , HbO_2^-
- Pr^-
- HPO_4^{--}

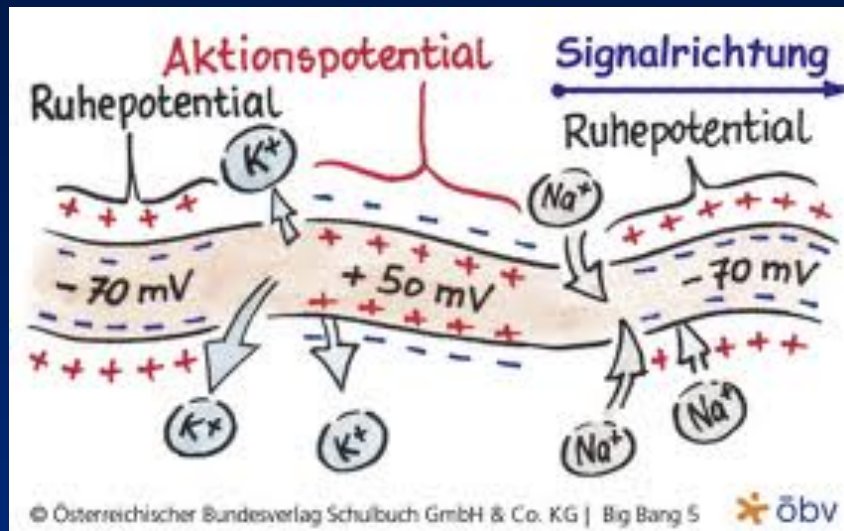
Sauerstoff O₂

- Partialdruck >80 mmHg (BGA)
- 1,5% gelöst im Plasma (BGA), 98,5% gebunden als HbO₂ (Pulsoximetrie)

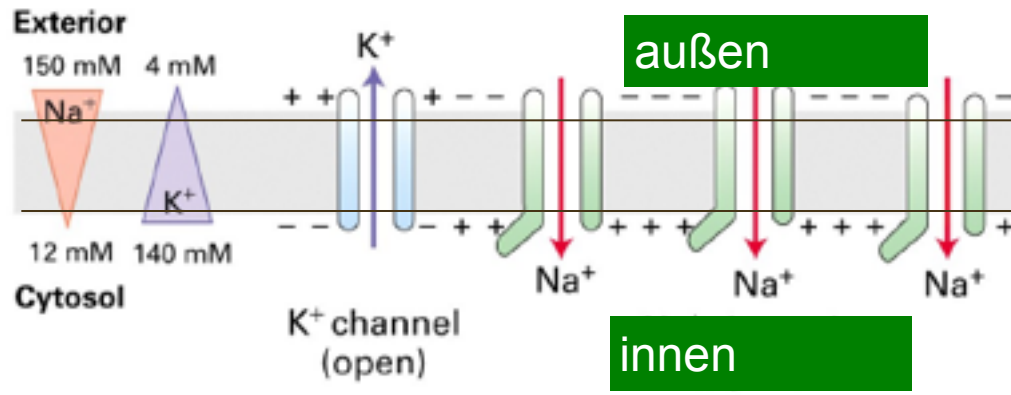
Kohlendioxid CO₂

- Partialdruck 35-45 mmHg
- Zu 65% im Plasma -chemisch an HCO₃-gebunden transportiert, 30% Hb
- 5-8% im Blut gelöst
- Bei Atemstillstand Anstieg um 4mmHg/min
- In Ruhe werden 230ml/Min. produziert





Zustand der Depolarisation



BGA und Vorerkrankungen

- Leberschaden: Abbau von Milchsäure/ Lactat reduziert, Abbau von Bicarbonat zu Harnstoff reduziert
- Lungenschaden: Abbau der Kohlensäure durch Ausscheidung von CO₂.
- Nierenschaden: Rückresorption von Bicarbonat und Ausscheidung von H⁺“

Aktuelles Bicarbonat HCO_3^-

- Konzentration 22-26 mmol/l

37°C, SaO_2 100%, pCO_2 40 mmHg

Als Standard-Bicarbonat



Aufrechterhaltung des Säure – Basen - Gleichgewichtes

- **Lunge:** Abatmung von CO_2 , H_2O verbleibt im Plasma. H_2CO_3 wird weniger.
- **Niere :** Rückresorption von HCO_3^- bei Azidose oder von H^+ bei Alkalose
Ausscheidung von Stoffwechselprodukten
- **Intrazellularraum:** Austausch H^+ gegen K^+ .

Respiratorisch bedingte Azidose

Ursachen

- **Mechanische Störung der Atmung.**
- Erschöpfung der Muskulatur, fehlende Innervation
- Rippenserienfraktur, Pleuraerguß
- ZF-Hochstand, MDT-Atonie
- Trachealstenose, SH-Wucherungen, Sekret, Tumor
- Verlegte/dislozierte Trachealkanüle
- **Schädigung des Lungenparenchyms**
- Atelektase, Aspiration, Pneumonie, COPD, Lungenödem
- **Störung des Atemzentrums**
- Intoxikation, Fentanyl-Pflaster, Morphin

Metabolische Azidosen I

durch Laktat

Laktazidosen:

- Vermehrter Anfall von Milchsäure im Schock
- Durchblutungsstörungen des Darmes
- Leberversagen
- Intoxikation mit Alkohol, Salizylate

Metabolische Azidosen II

durch Ketokörper: Acetessigsäure, Buttersäure, Aceton

Hungerketosen (schnell vorbei) und
Diabetische Ketoazidose (progredient)

- Übermäßiger Anfall von Fettsäuren zur Energiegewinnung (Hunger oder Insulinmangel intrazellulär)
- Ketokörper binden Bicarbonat, was zum Überwiegen von H^+ Ionen führt



Kardiovaskuläre Folgen der Azidose

- Abnahme des Herz-Zeit-Volumens
- Blutdruckabfall
- Stimulation des sympathiko-adrenergen Systems mit Freisetzung von Katecholaminen
- Negativ inotroper Effekt unter pH 7,2
- Herzrhythmusstörungen

pH < 7,3



Kreislaufzentralisation



Entstehung Metabolischer Alkalosen

- Magen: Verlust von HCl durch Erbrechen/PEG-Ablauf
- Darm: chronische Diarrhoe - Verlust von Chlorid, was die Niere durch erhöhte Ausscheidung von H^+ kompensiert
- Niereninsuffizienz: verminderte HCO_3^- -Ausscheidung
- Exsiccose: erhöht die HCO_3^- -Rückresorption

Metabolische Alkalose

seltene Ursachen

- Bartter-Syndrom: Nierengenetischer Defekt des $\text{Na}^+\text{K}^+ 2\text{Cl}^-$ -Kotransporter mit verringerter HCO_3^- -Rückresorption
- Gitelman-Syndrom: zusätzlich reduzierte Ca^{++} Ausscheidung
- Paracellin-Mutation: Defekter Ionenkanal an tight-junctions der Niere mit Mg^{++} Verlusten

Folgen der Alkalose

- Parästhesien
- Muskelschwäche
- Rhythmusstörungen
- Tetanie, Pfötchenstellung
- Bewußtlosigkeit

pH >7,55



Pfötchenstellung bei Alkalose



Beispiel respiratorische Azidose

- pH 7,25
- pO₂ 65 mmHg
- PCO₂ 75 mmHg
- HCO₃ 30 mmol/l

Beispiel metabolische Azidose

- pH 7,25
- pO₂ 75 mmHg
- PCO₂ 35 mmHg
- HCO₃ 18 mmol/l

Beispiel respiratorische Alkalose

- pH 7,60
- pO₂ 105 mmHg
- PCO₂ 25 mmHg
- HCO₃ 12 mmol/l

Beispiel metabolischen Alkalose

- pH 7,55
- pO₂ 95 mmHg
- PCO₂ 45 mmHg
- HCO₃ 34mmol/l