

# Interpretazione dell'emogasanalisi



Guglielmo IMBRIACO  
Gaetano TAMMARO

Rianimazione – Terapia Intensiva  
Ospedale MAGGIORE - Bologna

Interpretazione dell'emogasanalisi

## A cosa serve l'emogasanalisi?

**Esame rapido**

**Valutare la ventilazione**

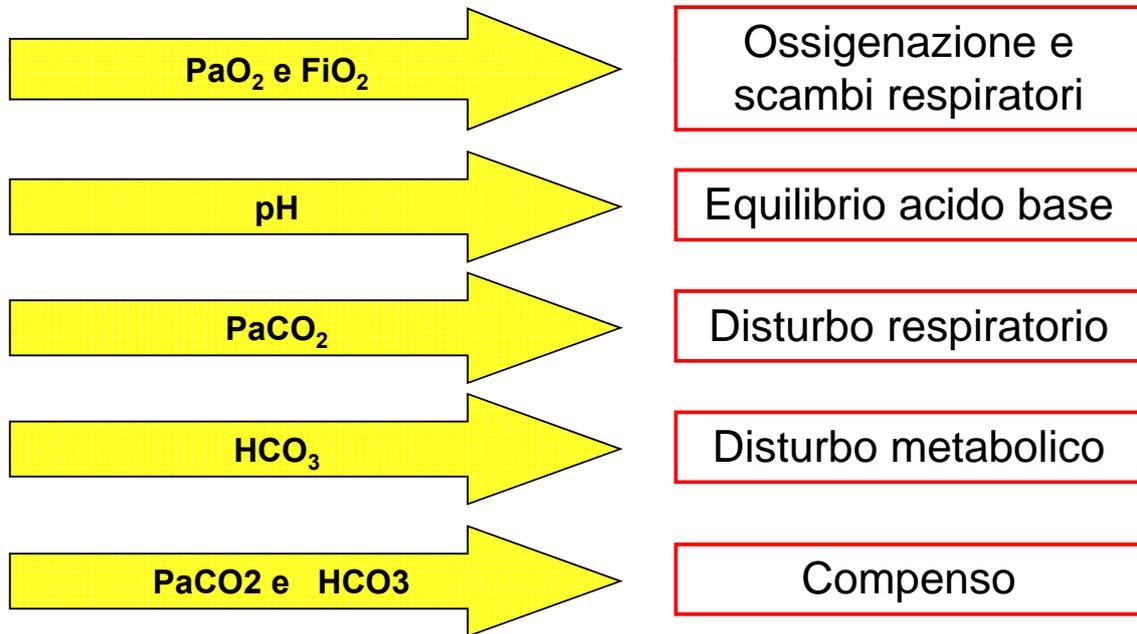
**Valutare il metabolismo**

**Valutare parametri importanti quali:**  
Emoglobina  
Glicemia  
Elettroliti



## Obiettivo

Acquisire un metodo di interpretazione dell'emogasanalisi in 5 step



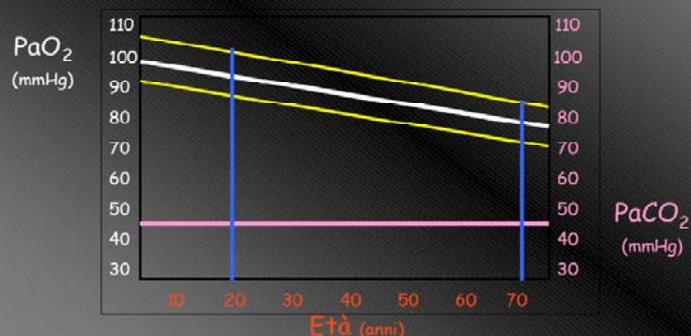
**$PaO_2$**  : pressione parziale arteriosa di ossigeno disciolto nel sangue

### Il paziente è ipossico?

All'età di 20 anni il valore normale di  $PaO_2$  in aria ambiente è di 95-100 mmHg

<b>Tips &amp; tricks</b>	
Anni	$PaO_2$
60	80
70	70
80	60

### Modificazioni dell' $O_2$ e della $CO_2$ in funzione dell'età



**PaO<sub>2</sub>** : *pressione parziale arteriosa di ossigeno disciolto nel sangue*

**Il paziente è ipossico?**

La Disponibilità di O<sub>2</sub> (DO<sub>2</sub>) è legata ad altri fattori:  
 -Emoglobina: il valore raccomandato per una DO<sub>2</sub> ottimale è **7-10g/dl**  
 - Cardiac Output (CO): la quantità di sangue circolante in un minuto



PaO <sub>2</sub> (mmHg)	30	37,5	45	52,5	60	67,5	75	82,5	90	97,5	104	112,5	120	>127,5
SaO <sub>2</sub> (%)	57,4	71,4	80,7	86,8	90,7	93,2	94,9	96,2	97	97,8	98,2	98,6	98,8	>99

Relazione approssimativa tra Saturazione del sangue arterioso (SaO<sub>2</sub>) e Pressione parziale di ossigeno (PaO<sub>2</sub>)

**Rapporto P/F:** *il rapporto tra PaO<sub>2</sub> e FiO<sub>2</sub> è indice della respirazione alveolare*

$$\frac{PaO_2}{FiO_2} = P/F$$

Il rapporto P/F in un paziente sano è indicativamente 450  
 95 : 0,21 = 452

Un P/F superiore a 350 è da considerarsi normale

Un P/F inferiore a 200 è indice di grave insufficienza respiratoria

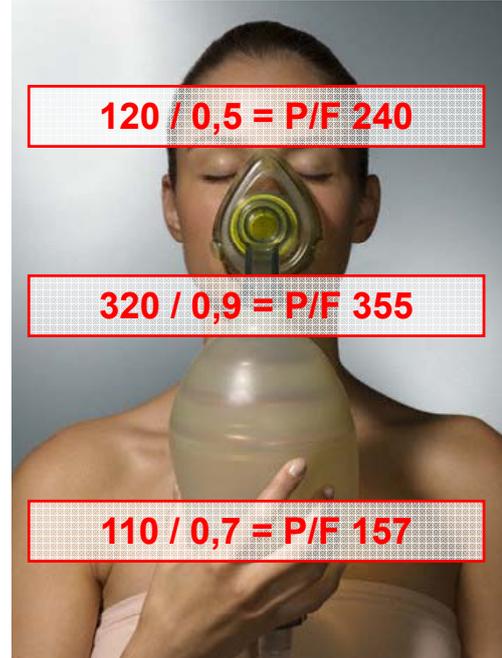


## C'è un gradiente alveolo-arterioso significativo?

**Esempio 1:**  
Paziente che ventila con maschera Venturi al 50%, PaO<sub>2</sub> 120mmHg

**Esempio 2:**  
Paziente intubato e ventilato meccanicamente con FiO<sub>2</sub> 90%  
PaO<sub>2</sub> 320

**Esempio 2:**  
Paziente ventilato con NIV con FiO<sub>2</sub> 70%  
PaO<sub>2</sub> 110



## Equilibrio acido-base

Il pH rappresenta il logaritmo negativo della concentrazione degli ioni H<sup>+</sup>

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$$

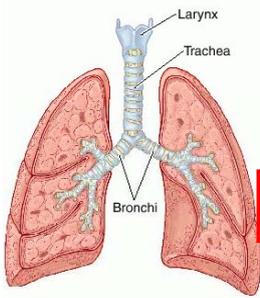
Il valore normale del pH extracellulare è fra 7,35 e 7,45

Valori di pH:	
Soluzione fisiologica	7,04
Soluzione glucosata	4,55
Latte	6,5
Coca Cola	2,5
Succo gastrico	1,5 – 2,0

## Equilibrio acido-base

la respirazione tessutale è mantenuta da:

- **apporto di ossigeno dai polmoni ai tessuti ottenuto con il trasporto nel flusso ematico di emoglobina che lega l'O<sub>2</sub>**
- **trasporto di CO<sub>2</sub> dai tessuti ai polmoni (e qui l'escrezione con l'espiazione) ottenuti per lo più idratando la CO<sub>2</sub>, a produrre acido carbonico H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, che si dissocia in HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> + H<sup>+</sup>**



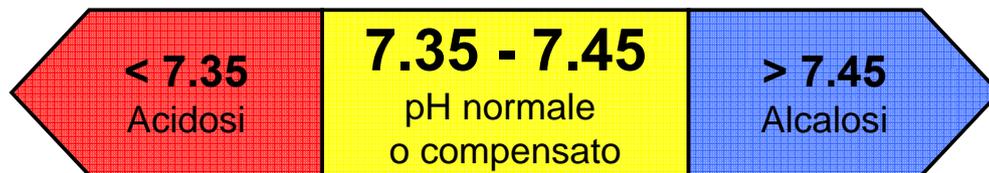
Compenso rapido



Compenso lento



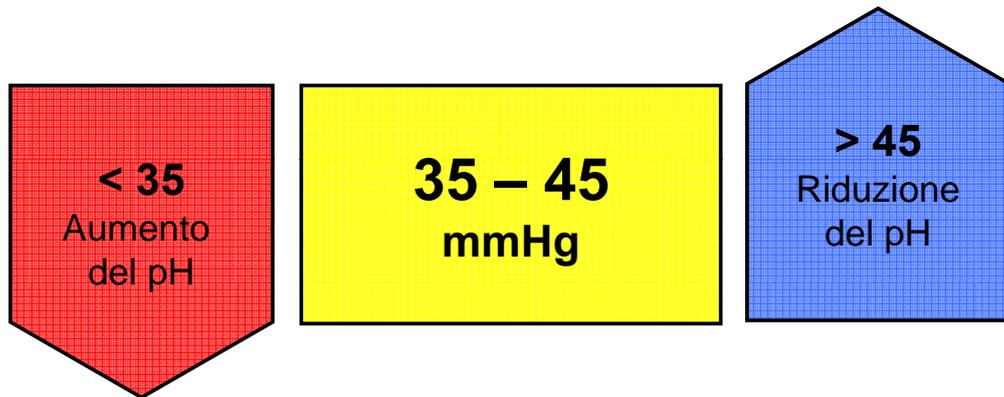
## Determinare il pH



Acidemia

Alcalemia

**paCO<sub>2</sub>**: *pressione parziale di anidride carbonica*



**Alcalosi respiratoria**

○

**Risposta a acidosi metabolica**

**Acidosi respiratoria**

○

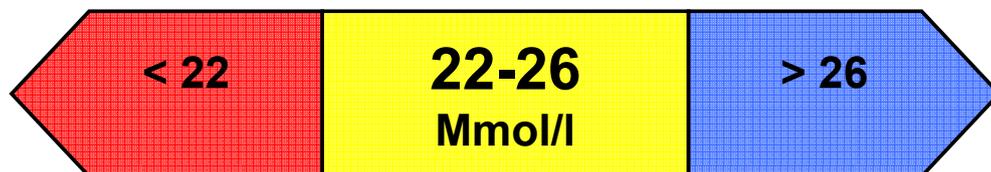
**Risposta a alcalosi metabolica**

---

*nei disturbi respiratori primari PaCO<sub>2</sub> e pH si modificano in direzioni opposte*

## Bicarbonati

**HCO<sub>3</sub>**: *la concentrazione degli ioni bicarbonato viene calcolata in base a PaCO<sub>2</sub> e pH*



**Acidosi metabolica**

○

**Risposta a alcalosi respiratoria**

**Alcalosi metabolica**

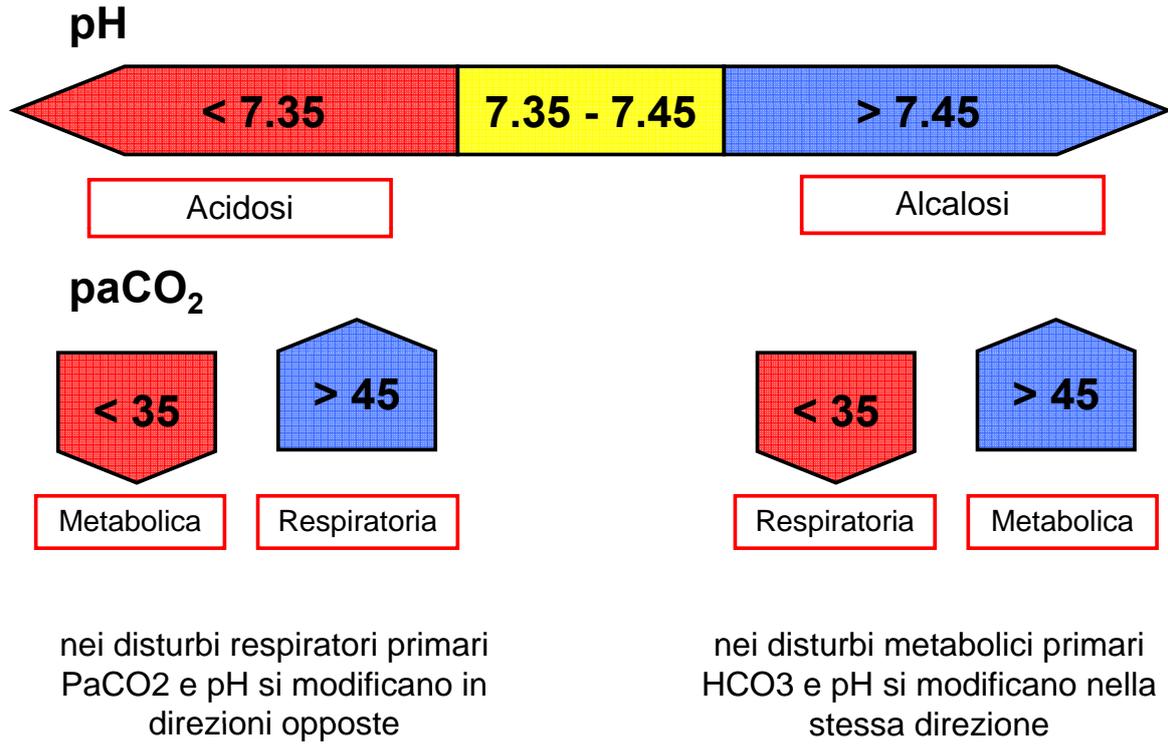
○

**Risposta a acidosi respiratoria**

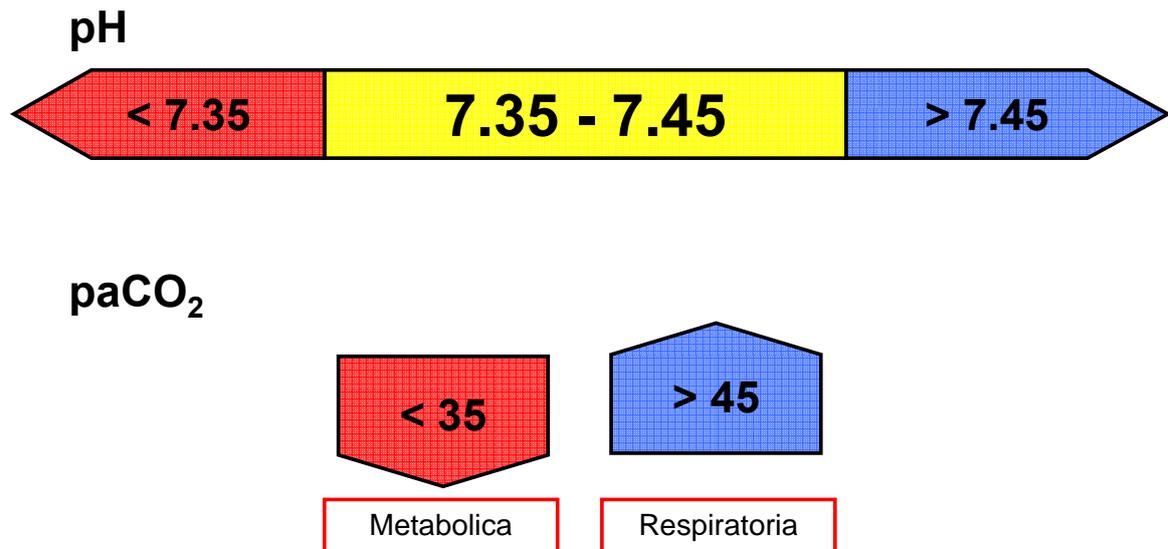
---

*nei disturbi metabolici primari HCO<sub>3</sub> e pH si modificano nella stessa direzione*

## Interpretazione dell'emogasanalisi



## Interpretazione dell'emogasanalisi



## Acidosi respiratoria

### Cause principali

- ipoventilazione
- Lesione encefalica (centro del respiro nel midollo allungato)
- depressione dei centri respiratori
  - sovradosaggio o intossicazione da oppiacei o benzodiazepine)
  - abuso alcolico
- danno polmonare o ostruzione delle vie aeree ( per esempio, polmonite, enfisema, pneumotorace)

### Sintomi

- ridotta frequenza e profondità di respiro
- ridotta attività del sistema nervoso centrale (letargia, riduzione della capacità di giudizio, disorientamento)
- mal di testa, visione offuscata
- aritmie, crisi convulsive se presente iperkaliemia

## Acidosi metabolica

### Cause principali

- Anormale perdita di bicarbonato:
  - diarrea severa o vomito prolungato
  - chetoacidosi diabetica, aumentato metabolismo, digiuno prolungato
- Acidosi lattica secondaria ad anossia
- Ingestione eccessive di sostanze che aumentano gli acidi metabolici:
  - acido salicilico
  - glicole etilene
  - alcool metilico
- Inadeguata funzione renale

### Sintomi

- Deterioramento del livello di coscienza dal sopore fino al coma
- iperventilazione (tentativo di compenso respiratorio)
- Debolezza
- aritmie (se presente iperkaliemia)

## **Alcalosi respiratoria**

---

### **Cause principali**

- *Aumento della frequenza e/o della profondità del respiro con conseguente eccesso dell'eliminazione di CO<sub>2</sub> a seguito di:*
  - dolore
  - esercizio fisico severo
  - isteria e reazioni ansiogene
  - ipossia, anossia
  - iperventilazione volontaria
- *Danno al centro del respiro nel midollo allungato:*
  - malattie del sistema nervoso centrale (encefaliti, meningiti)
  - chirurgia intracranica
- *Sovrastimolazione del centro del respiro:*
  - febbre
  - overdose da farmaci

### **Sintomi**

- respirazione rapida, profonda
- alterazione della coscienza, incapacità alla concentrazione, tetania, convulsioni
- aritmie cardiache se presente ipokaliemia
- intorpidimento e formicolio delle estremità se presente ipocalcemia

## **Alcalosi metabolica**

---

### **Cause principali**

- Perdita di acido cloridrico dallo stomaco:
  - vomito
  - aspirazione gastrointestinale
- Riassorbimento di bicarbonato:
  - uso di diuretici
  - vomito eccessivo
  - ritenzione di sodio
- Eccessiva ingestione di alcali:
  - bicarbonato di sodio
  - latte di magnesia
- Somministrazione endovenosa di sodio bicarbonato durante ALS

### **Sintomi**

- respiro lento, superficiale (compenso polmonare)
- vertigini, formicolio delle estremità, tetania, convulsioni, ipertonicità muscolare
- irritabilità, disorientamento
- aritmie cardiache se presente ipokaliemia

Altri parametri valutabili con l'emogasanalisi

**BE (eccesso basi)**

**Da -2 a +2 mmol/l**

**ABE**

**(actual base excess)**

rappresentano la quantità di acido o base forte necessaria per riportare il pH a 7,4

**SBE**

**(standard base excess)**

Simile all' ABE ma il riferimento è il liquido extracellulare

---

ABE e SBE diminuiscono nell'acidosi metabolica e aumentano nell'alcalosi metabolica

Altri parametri valutabili con l'emogasanalisi

**Elettroliti**

**Sodio**

**135 – 147 mEq/l mEq/l**

**Potassio**

**3,5 – 5.0 mEq/l**

**Calcio totale**

**8,5 – 10,5 mg/dl**

**Cloro**

**95 - 105 mEq/l**

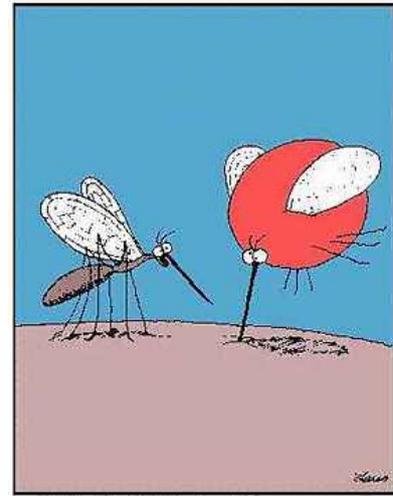
**Lattati**

**< 4 mEq/l (durante esercizio)**

OOOOPS, ho preso una vena...

**Valori normali dell'EGA venosa**

<b>pH</b>	<b>7.32-7.36</b>
<b>PvO<sub>2</sub></b>	<b>40 mmHg</b>
<b>PvCO<sub>2</sub></b>	<b>45 mmHg</b>
<b>HCO<sub>3</sub></b>	<b>24-30mEq/l</b>
<b>SvO<sub>2</sub></b>	<b>60-80%</b>



"Pull out, Betty! Pull out! ... You've hit an artery!"

---

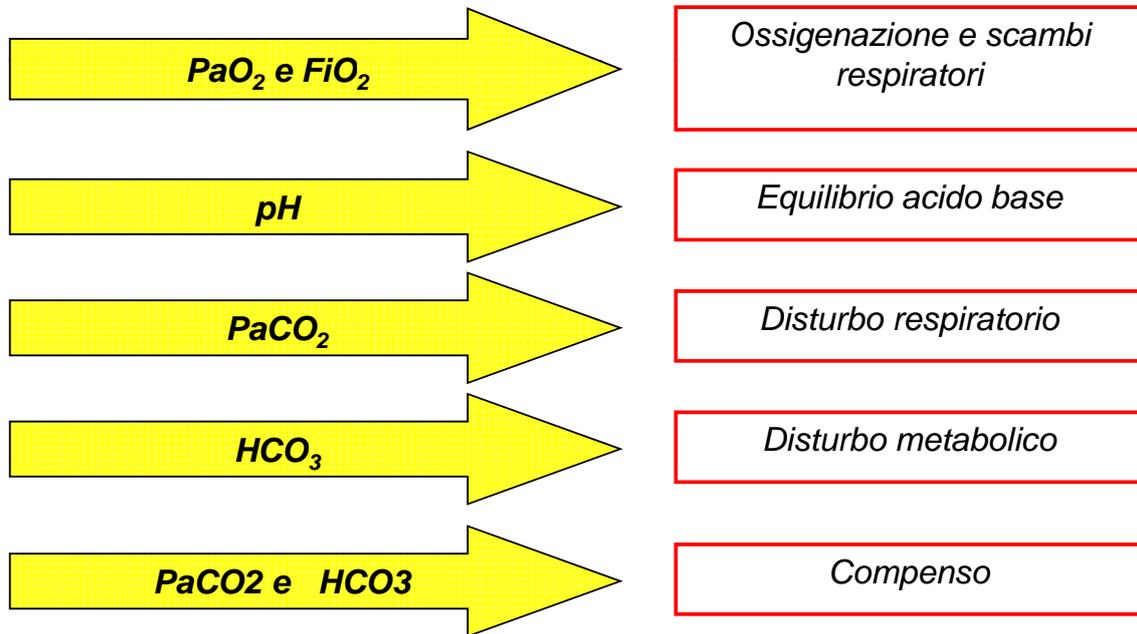
***Interpretazione dell'emogasanalisi***



***Qualche esempio pratico...***

## Obiettivo

Acquisire un metodo di interpretazione dell'emogasanalisi in 5 step



## Esempio 1

pH 7.36

pCO<sub>2</sub> 32

pO<sub>2</sub> 44

SaO<sub>2</sub> 78%

HCO<sub>3</sub> 17

Paziente con Ventimask,  
fiO<sub>2</sub> 35%

P/F = 125

**Acidosi metabolica compensata**

## Esempio 2

pH 7.55

pCO<sub>2</sub> 37

pO<sub>2</sub> 99

SaO<sub>2</sub> 98%

HCO<sub>3</sub> 31

Paziente con Ventimask,  
fiO<sub>2</sub> 40%

**P/F = 247**

**Alcalosi metabolica**

## Esempio 3

pH 7.33

pCO<sub>2</sub> 46

pO<sub>2</sub> 19

SaO<sub>2</sub> 22%

HCO<sub>3</sub> 21

Paziente con Ventimask,  
fiO<sub>2</sub> 40%

**Ega venosa!!**

**Acidosi metabolica**

### Esempio 4

pH 7.48

pCO<sub>2</sub> 28

pO<sub>2</sub> 85

SaO<sub>2</sub> 92%

HCO<sub>3</sub> 22

Paziente in aria ambiente

P/F = 404

**Alcalosi respiratoria**

### Esempio 5

pH 7.35

pCO<sub>2</sub> 135

pO<sub>2</sub> 82

SaO<sub>2</sub> 96%

HCO<sub>3</sub> 69

Paziente con NIV, fiO<sub>2</sub> 60%

P/F = 136

**Acidosi respiratoria**

## Esempio 6

pH 7.31

pCO<sub>2</sub> 49

pO<sub>2</sub> 125

SaO<sub>2</sub> 98%

HCO<sub>3</sub> 29

Paziente con NIV,  
fiO<sub>2</sub> 70%

**P/F = 178**

**Acidosi respiratoria**  
con parziale compenso

## Esempio 7

pH 7.42

pCO<sub>2</sub> 37

pO<sub>2</sub> 152

SaO<sub>2</sub> 96%

HCO<sub>3</sub> 27

Paziente con Ventimask,  
fiO<sub>2</sub> 40%

**P/F = 380**

**Equilibrio acido base normale**

Per continuare a esercitarsi...

- Home
- ABG
- ECG
- STEMI
- Cranial Nerves
- Radio Codes
- Phonetic Alphabet

## ABG Interpretation Quiz

Test	Value
pH:	7.29
[HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]:	20 mEq/L
PaCO <sub>2</sub> :	42 mmHg

Primary mechanism	Compensatory mechanism	Level of compensation
<input checked="" type="radio"/> all within normal limits <input type="radio"/> metabolic acidosis <input type="radio"/> metabolic alkalosis <input type="radio"/> respiratory acidosis <input type="radio"/> respiratory alkalosis <input type="radio"/> metabolic and respiratory acidosis <input type="radio"/> metabolic and respiratory alkalosis	<input checked="" type="radio"/> none present <input type="radio"/> metabolic acidosis <input type="radio"/> metabolic alkalosis <input type="radio"/> respiratory acidosis <input type="radio"/> respiratory alkalosis	<input checked="" type="radio"/> none (or N/A) <input type="radio"/> incomplete <input type="radio"/> complete

Submit

© 2007-2009 Adam Weinberger <adamw@magnesium.net>  
 \$Id: abg.cgi 353 2008-10-09 16:41:31Z adamw \$

<http://www.vectors.cx/med/apps/index.html>

Per continuare a esercitarsi...

- Home
- ABG
- ECG
- STEMI
- Cranial Nerves
- Radio Codes
- Phonetic Alphabet

## ABG Interpretation Quiz

Test	Value	Normals	Analysis
pH:	7.29	7.35-7.45	pH is low: Patient is (still) acidotic
[HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]:	20 mEq/L	22-28 mEq/L	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> concentration is low (metabolic acidosis)
PaCO <sub>2</sub> :	42 mmHg	35-45 mmHg	CO <sub>2</sub> pressure is normal

The pH and bicarbonate levels are both acidotic, so the primary mechanism is a metabolic acidosis. There is no indication that the respiratory system is compensating.

Primary mechanism	
You said:	metabolic acidosis
Correct answer:	metabolic acidosis

Level of compensation	
You said:	no compensation present (or N/A)
Correct answer:	no compensation present (or N/A)

**Try another one**

<http://www.vectors.cx/med/apps/index.html>

# Interpretazione dell'emogasanalisi

*Per approfondire l'argomento...*



## Emogasanalisi, fluidi ed elettroliti di Fulvio Kette e Fernando Schiraldi

IRC edizioni

Prezzo al pubblico 24 euro