SOCIETÀ ITALIANA
DI GERONTOLOGIA
E GERIATRIA

58 CONGRESSO NAZIONALE
S. I. G. G.
Torino - 29 Novembre 2013

L'equilibrio idro-elettrolitico e acido-base nell'anziano

Dr. Francesco Sgambato

U. O. Complessa di Medicina Interna
Ospedale "Fatebenefratelli" – Benevento

sgambatof@gmail.com

www.incontrifatebenefratelli.it

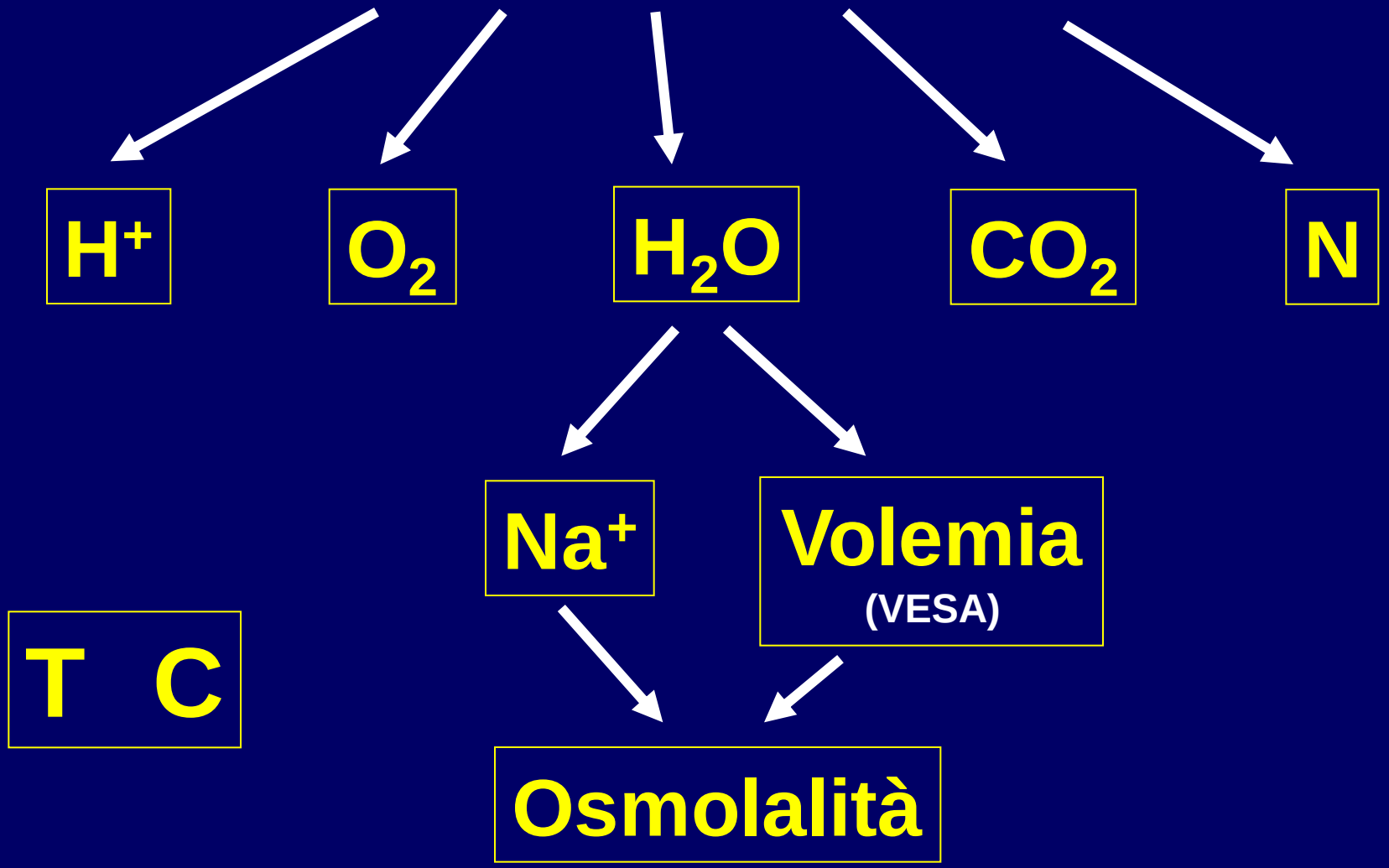
CONFLITTO DI INTERESSI

Il *"milieu interieur"* è formato
dal liquido circolante che circonda e bagna
tutti gli elementi anatomici dei tessuti,
penetra nei tessuti
e costituisce l'insieme di tutti i liquidi interstiziali"

Claude Bernard
Lezioni sulle proprietà dei tessuti viventi,
Parigi 1866

Di che cosa è fatto il "milieu interieur" ?

Quali sono gli Equilibri omeodinamici cruciali ?



4 Principi fondamentali

1 - il principio di “neutralità” (acido-base)

Sorensen Peter Lauritz

Capo del Laboratorio Carlsberg
Copenaghen

inventore del pH,

dimostrò (1909)
che la concentrazione
degli idrogenioni
è un fattore essenziale
in tutti i processi biologici

Valori Normali

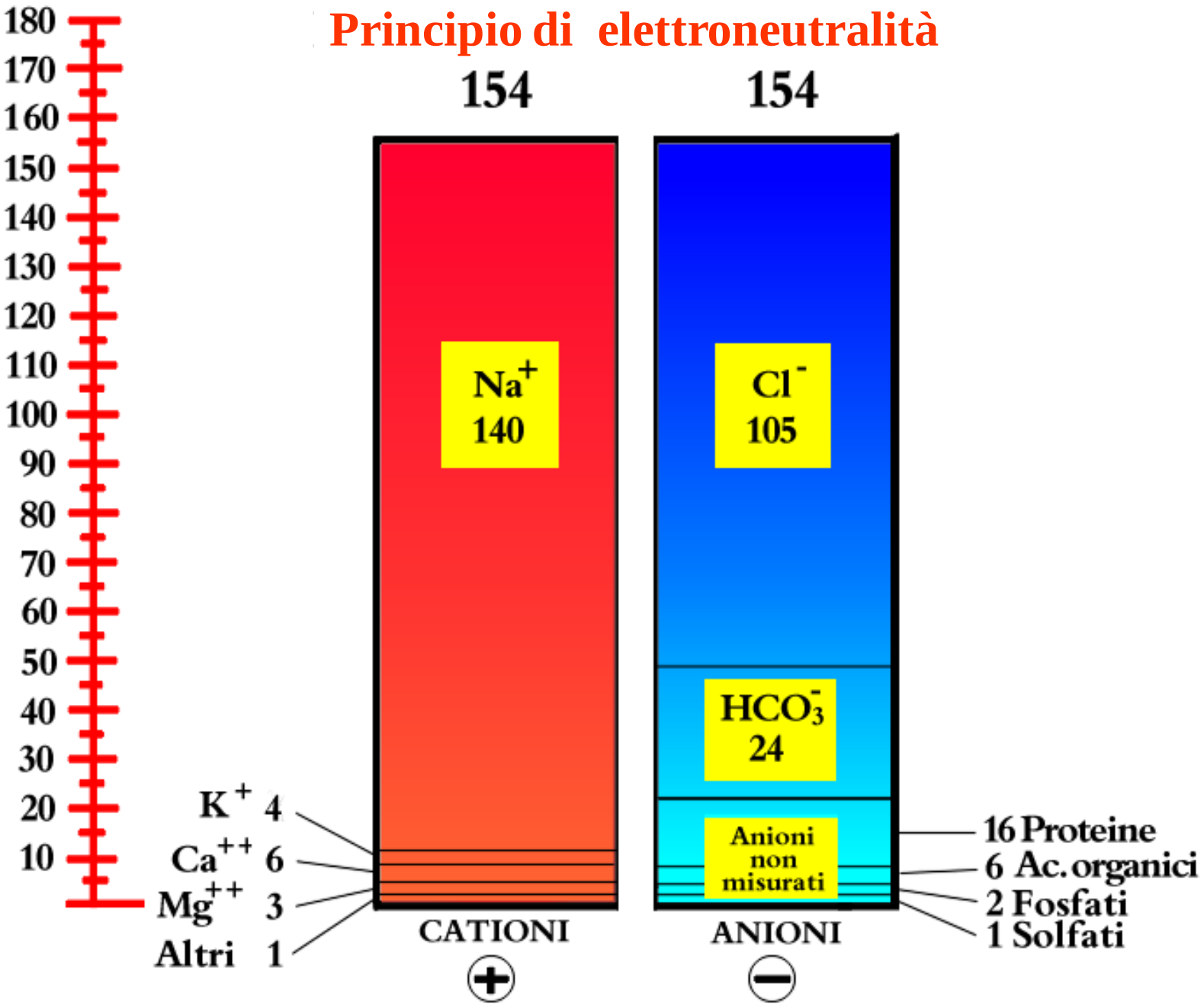
$[H^+]$ = 0,00000004 gEq/L

$[H^+]$ = 0,00004 mEq/L

pH = 7.40

$[H^+]$ = 40 nanoEq/L

Principio di elettroneutralità



Ionogramma di Gamble

Sga-Pro

Ogni giorno vengono prodotti dai processi metabolici circa 15.000 mEq di CO_2

che devono essere, poi, escreti

Gli acidi “introdotti” o “prodotti”,
prima di raggiungere gli organi emuntori
passano nel sangue
e questo passaggio,
dalla produzione alla eliminazione,
deve avvenire
senza modificare la normale
concentrazione idrogenionica.

La funzione di stabilità viene svolta inizialmente dai tamponi.

Lo stesso S.P.L. Sorensen introdusse il concetto di “Buffer” (tampone) riferendosi ai respingenti (gli ammortizzatori) delle carrozze ferroviarie.

La qualità fondamentale
del sistema ac. carbonico / bicarbonato
è che esso ha due vie di fuga
(renale e polmonare)
perché può anche trasformarsi
in qualcosa di volatile (la CO_2)

L'acido carbonico, infatti, non è altro che CO_2 sciolta in acqua

$$CO_2 + H_2O = H_2CO_3$$

(Eliminazione acidi in eccesso)

(INTERVENTO RAPIDO)

POLMONI

$[H^+]$

$CO_2 \leftrightarrow CO_2 + H_2O \leftrightarrow H_2CO_3 \leftrightarrow H^+ + HCO3^-$

Fase gassosa

Fase acquosa

RENI

(INTERVENTO LENTO)

(Riassorbimento bicarbonati ed escrezione ioni idrogeno**)**

Difese contro le variazioni della $[H^+]$

	Tempo di azione
1) Sistemi tampone acido-base	Frazioni di secondo
2) Polmoni: Ventilazione	1-15 minuti
3) Reni: eliminazione di urina acida (o alcalina) e recupero dei bicarbonati	Ore - giorni

Equazione di Henderson - 1908

$$\left[H^+\right] = K \frac{\left[H_2CO_3\right]}{\left[HCO_3^-\right]}$$

$$H^+ = K \frac{p'CO_2}{[HCO_3^-]}$$

Formula di Henderson - Campbell

$$[H^+] = \frac{PCO_2}{HCO_3^-} = \frac{\text{Polmone}}{\text{Rene}}$$

(Eliminazione acidi in eccesso)

(INTERVENTO RAPIDO)

POLMONI

$[H^+]$

$CO_2 \leftrightarrow CO_2 + H_2O \leftrightarrow H_2CO_3 \leftrightarrow H^+ + HCO3^-$

Fase gassosa

Fase acquosa

RENI

(INTERVENTO LENTO)

(Riassorbimento bicarbonati ed escrezione ioni idrogeno**)**

UN NUOVO TEOREMA

(OVVEROSSIA PUÒ LA FILOSOFIA NAPOLETANA ESSERE APPLICATA ALL'EQUILIBRIO ACIDO-BASE? AH, SAPERLO, SAPERLO!)

F. Sgambato

Divisione Medicina, Ospedale Fatebenefratelli, Benevento

www.incontrifatebenefratelli.it

ERN , 2, 1995

Congresso Mondiale, 1999

ACID-BASE BALANCE
Anacapri, Capri Island October 1-3, 1999

The acid-base balance in clinical practice without logarithms

Francesco Sgambato, Sergio Prozzo, Alfonso Pedicini, Cosimo Caporaso

Division of Internal Medicine, Fatebenefratelli Hospital, Benevento, Italy

Equazione di Henderson - Campbell

$$[H^+] = K \frac{PCO_2}{[HCO_3^-]}$$

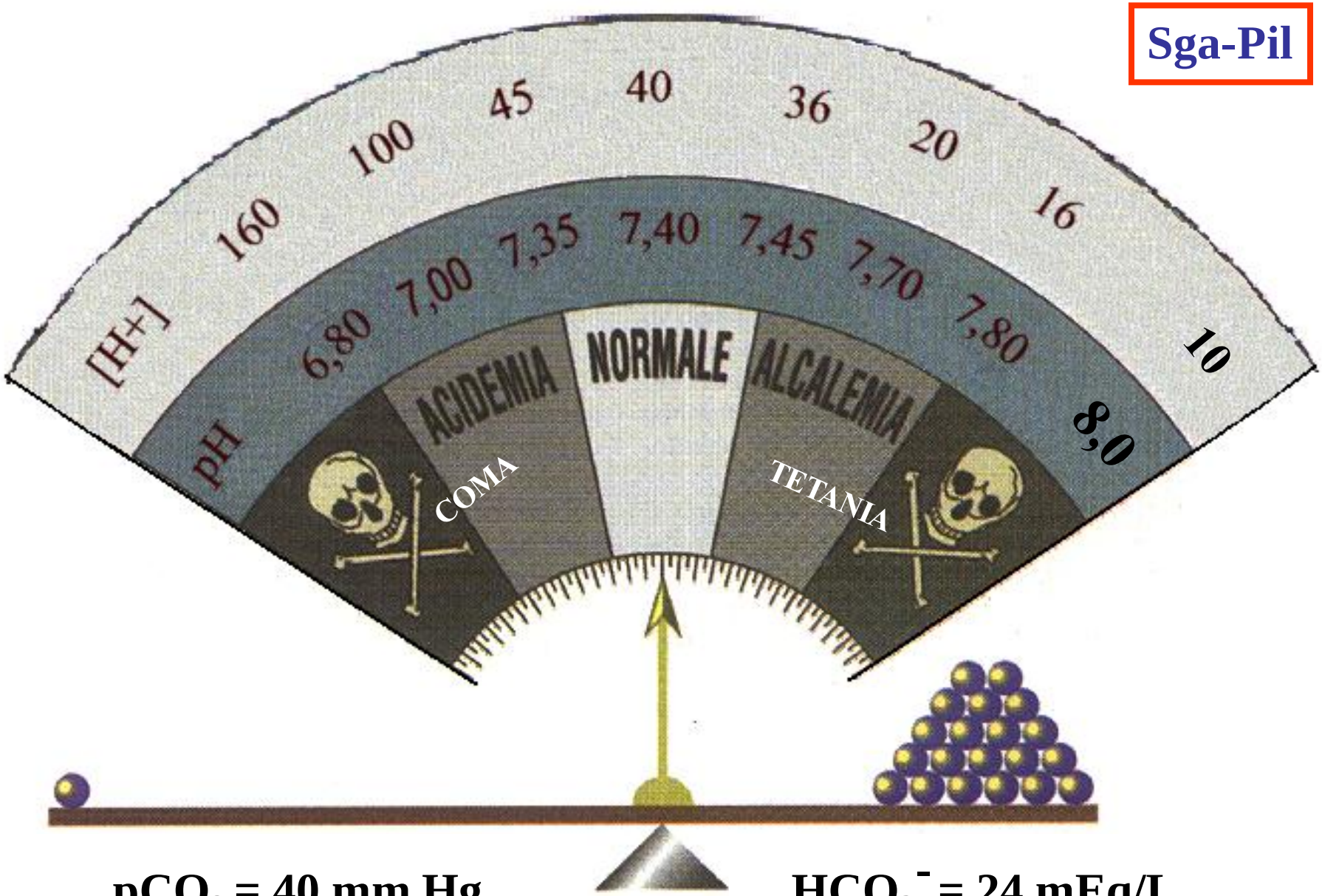
Equazione di Henderson-Hasselbalch

$$pH = pK + \log \frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$$

$$[H^+] = 40$$ **nanoEq / Litro (nEq)**

L'equilibrio acido-base

Sga-Pil



pCO_2 = 40 mm Hg

HCO_3^- = 24 mEq/L

TABLE 3. Importance of P_{CO_2}/HCO_3^- ratio in defining acidity

	(1) Normal acid-base	(2) Metabolic acidosis plus respiratory alkalosis	(3) Metabolic alkalosis plus respiratory acidosis
HCO_3^- (mEq/L)	24	12	48
P_{CO_2} (mm Hg)	40	20	80
		$H^+ = 24 \times \frac{P_{CO_2}}{HCO_3}$	
	$24 \times \frac{40}{24}$	$24 \times \frac{20}{12}$	$24 \times \frac{80}{48}$
H^+ (nm/L)	40	40	40
pH	7.40	7.40	7.40

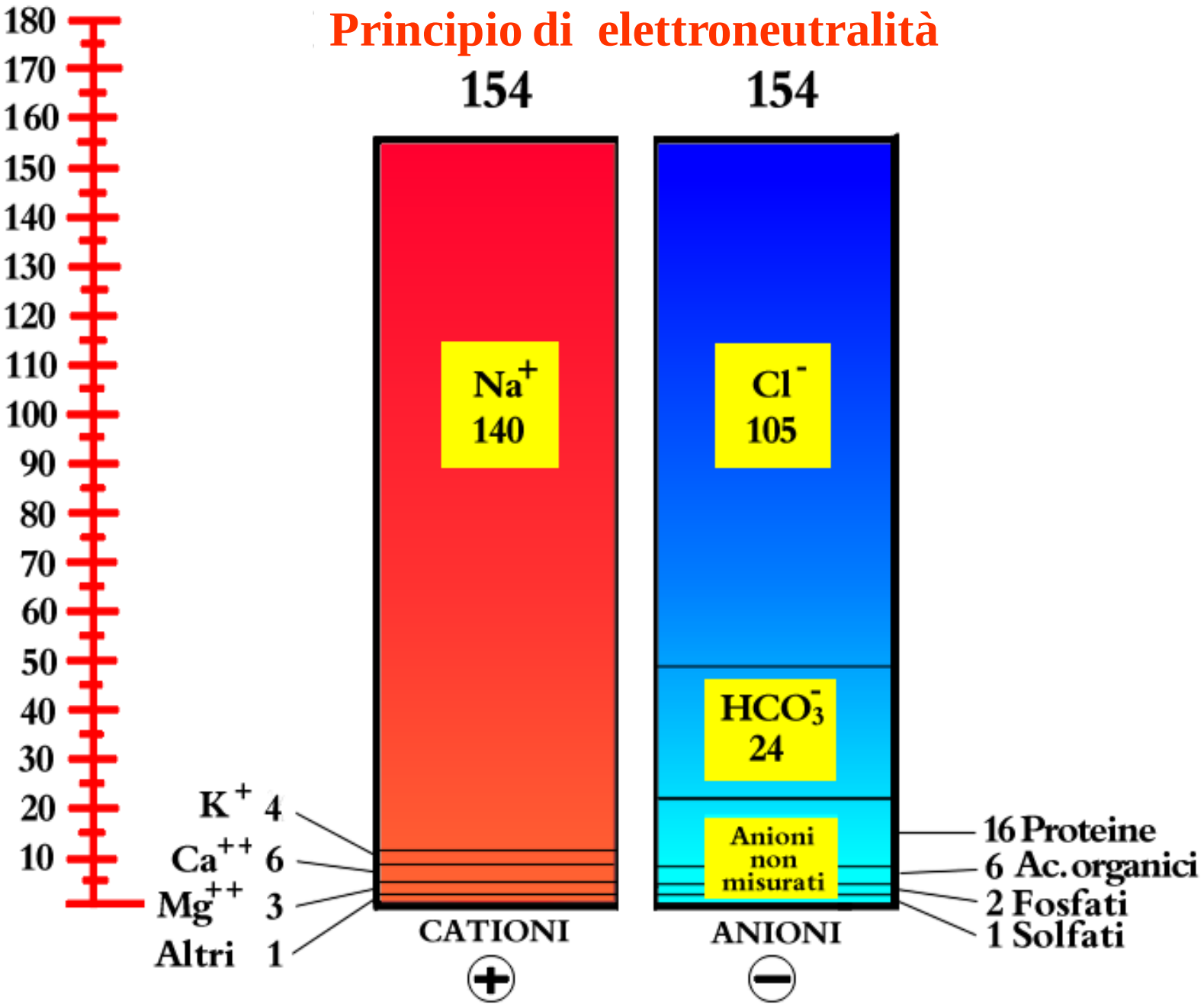
da Narins e Emmett, 1980

Per mantenere costante il "milieu interieur",

4 Principi fondamentali

- **il principio di "neutralità" (acido-base)**
- **il principio di "elettroneutralità" (ionico)**
- **il principio di "iso-osmolalità" (osmolare)**
- **il principio di "iso-volemia"**

Principio di elettroneutralità



Ionogramma di Gamble

Sga-Pro

Calcolo delle modifiche alla Sodiemia dopo infusione di 1 litro di Soluzione contenente sodio

Sodio infuso* = 1000 cc di fisiologica allo 0.9% = 154 mEq / 1 Litro (77 mEq in 500cc)

$$\text{Variazione della sodiemia in mEq / L} = \frac{\text{Sodio infuso* – Sodiemia attuale del paziente}}{\text{Litri di acqua corporea totale + 1 litro aggiunto}}$$

Paziente di anni 50, 70 kg, 42 litri di acqua (60% del peso corporeo)

Sodiemia attuale 140 mEq / Litro Infusione di 1 Litro di Soluzione fisiologica

$$\text{Variazioni della sodiemia} = \frac{\text{Sodio infuso} - \text{Sodio attuale}}{\text{Litri di acqua corporea} + 1}$$

$$\text{Variazioni della sodiemia} = \frac{154 - 140}{42 + 1} = \frac{14}{43} = + \ 0{,}32 \text{ mEq}$$

Sodiemia finale = 140 + 0,32 = 140,32

Per ottenere una fisiologica al 3% =

togliere da quella allo 0.9%, 100 cc di soluzione

e sostituirli con 10 Fiale da 10 cc di NaCl 20mEq

1000 cc di fisiologica allo **0.9%** = **154 mEq /** Litro (77 mEq in 500cc)
1000 cc di fisiologica al **3%** = **513 mEq** / Litro (256.5 mEq in 500cc)

Togliendo 100 cc da una soluzione di 500 cc allo 0.9 %

praticamente si tolgono 15,4 mEq.

Nella soluzione residua di 400 cc rimarranno 61,6 mEq (77 - 15,4 = 61,6)

Aggiungendo 10 Fiale di NaCl (10 cc ognuna di 20 mEq) si aggiungono 200 mEq

In totale in 500 cc di acqua ci saranno 261,6 mEq

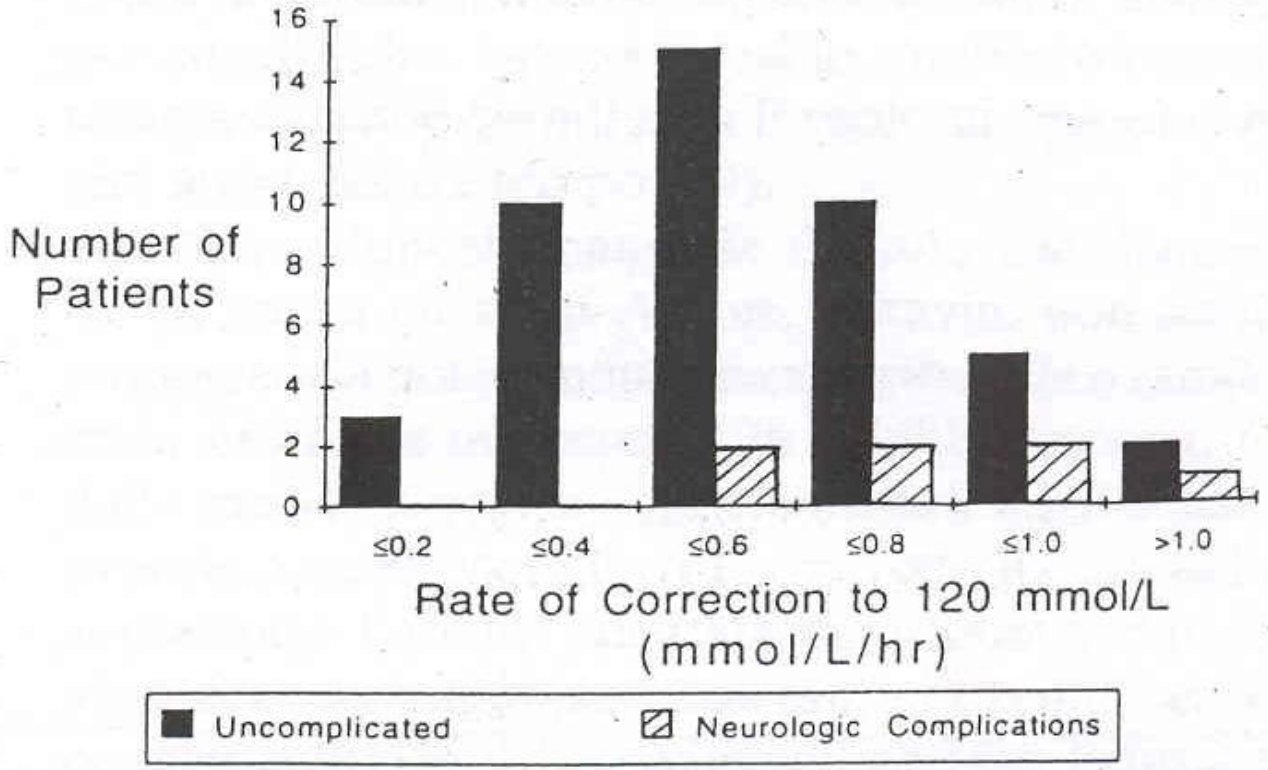
“Ce serve ’a Tac e pure ’a Risonanza,
ce vò ’na prova che dà l’evidenza,
ma, sempe, ……parlann’ cu crianza,
ce serve … ’nu Miedeco……
….che pensa”

Gambizzato

Quali devono essere i tempi di infusione e la velocità della correzione?

Figura 5

INFLUENZA DELLA RAPIDITA' DI CORREZIONE SULLA COMPARSA DI SINTOMI NEUROLOGICI



da R. Sterns, Seminars in Nephrology 1990

Sono analizzati i rapporti tra rapidità di correzione dell'iposodiemia ed incidenza di complicanze neurologiche, riferite a CPM. Si può notare come queste ultime crescano scalarmente al di sopra di ritmi correttivi pari a circa 15 mmol/24 h.

CPM = central pontine myelinolisis

Da Guariglia, Borghetti, Atti GISMU, 1993

Domanda cruciale

L'iposodiemia è "acuta" o "cronica"?

Acuta (< 48 ore)

Cronica (> 48 ore)

Linee guida x Iponatremia vera

- Forma Acuta (<48 ore), Sintomatica, [Na^+] < 120 mEq/Litro
  - Il Rischio della iponatremia supera il rischio del trattamento
  - Rapida correzione, 1-2 mEq / Litro / ogni ora
  - Soluzione salina ipertonica ± furosemide

- Forma Cronica (> 48 ore)
  - Il Rischio del trattamento usualmente supera il rischio della iponatremia
  - Correzione lenta, 0.4 mEq / Litro / ogni ora,
    non piu' di 10 mEq / Litro nelle prime 24 ore
    e non piu' di 18 mEq / Litro nelle prime 48 ore

Terapia

Soluzione salina isotonica
("Fisiologica" 0,9 %)
o ipertonica (NaCl al 3 %)

Non superare la sodiemia di 125 – 130 mEq/L

Terapia

In caso di convulsioni
o altri sintomi neurologici acuti
utilizzare l' ipertonica (NaCl al 3 %)

La correzione deve avvenire senza superare la variazione di 1-2 mEq / Litro / ogni ora, fino a regressione dei sintomi acuti.

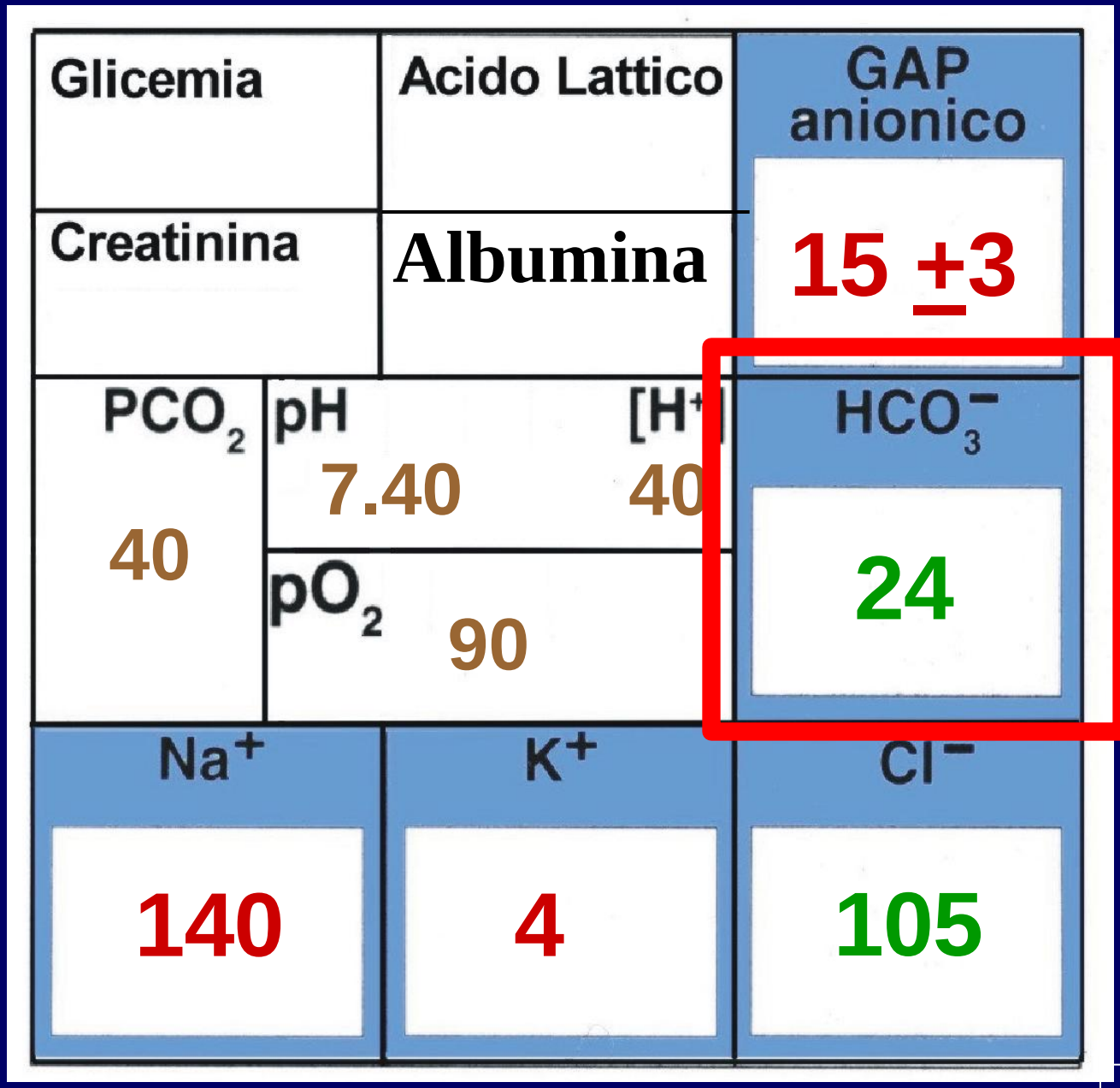
Raggiunto tale obiettivo, non superare un incremento di 0,4 mEq / Litro / ogni ora

Intern Emerg Med (2008) 3:S236–S252 ATTI © SIMI, Società Italiana di Medicina Interna 2008

LA MEDICINA IN CORSIA

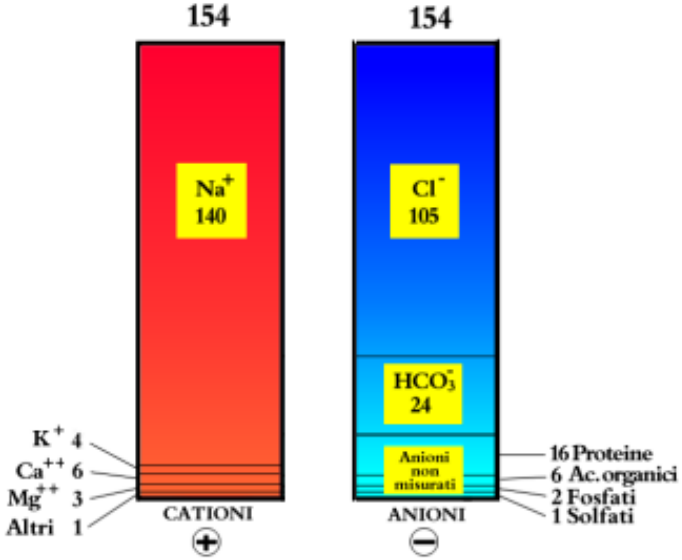
L'equilibrio idro-elettrolitico in Medicina Interna: guida a una terapia infusionale ragionata

F. Sgambato
In collaborazione con S. Prozzo • L. Milano • E. Sgambato • G.L. Piscitelli • A. Fucci


Glicemia
Acido Lattico
GAP anionico
Creatinina
Albumina
15 ±3
PCO2
pH
[H+]
HCO3−
7.40
40
40
pO2
90
24
Na+
K+
Cl−
140
4
105

Sga, 2000

Principio di elettroneutralità



Eq. I-E

Volemia
Perfusione

Eq. A-B

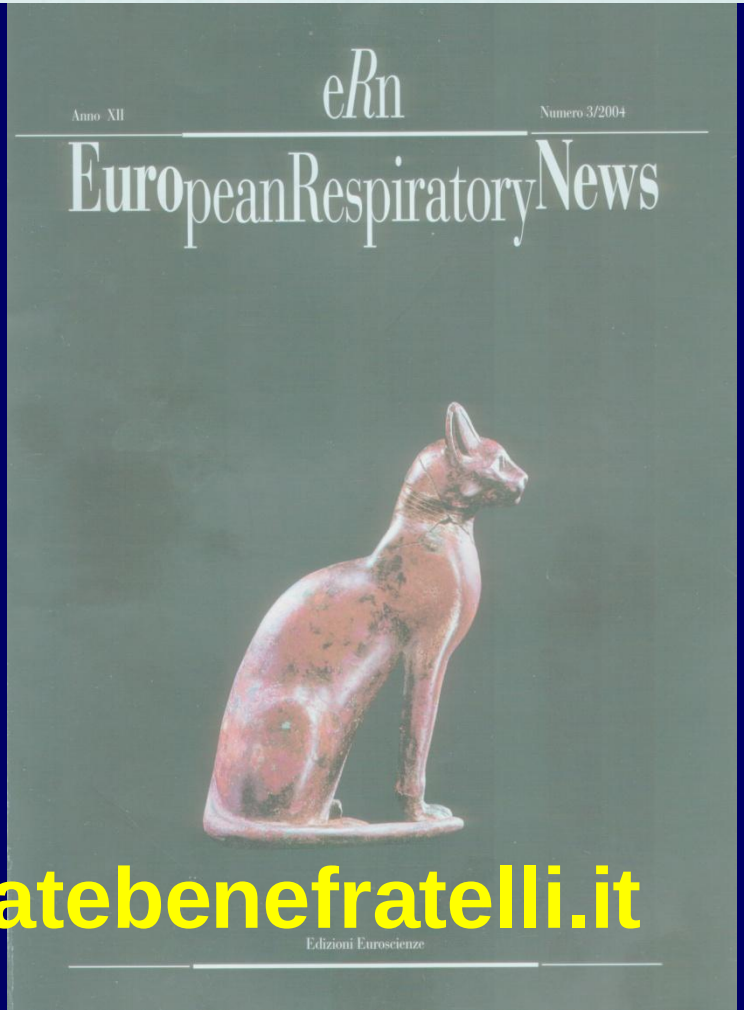
$$[H^+] = K \frac{PCO_2}{[HCO_3^-]}$$

Eq. Osmolare

$$Posm = 2[Na^+] + \frac{[Glucosio]}{18} + \frac{[N\text{-}ureico]}{2,8}$$

Francesco Sgambato,
Sergio Prozzo
Ospedale "Sacro Cuore di Gesù"
Fatebenefratelli - Benevento
Dipartimento di Medicina
Unità Operativa Complessa di Medicina Interna

Interrelazioni esistenti (ed ineludibili) tra gli equilibri idro-elettrolitico, acido-base ed osmolare



www.incontrifatebenefratelli.it

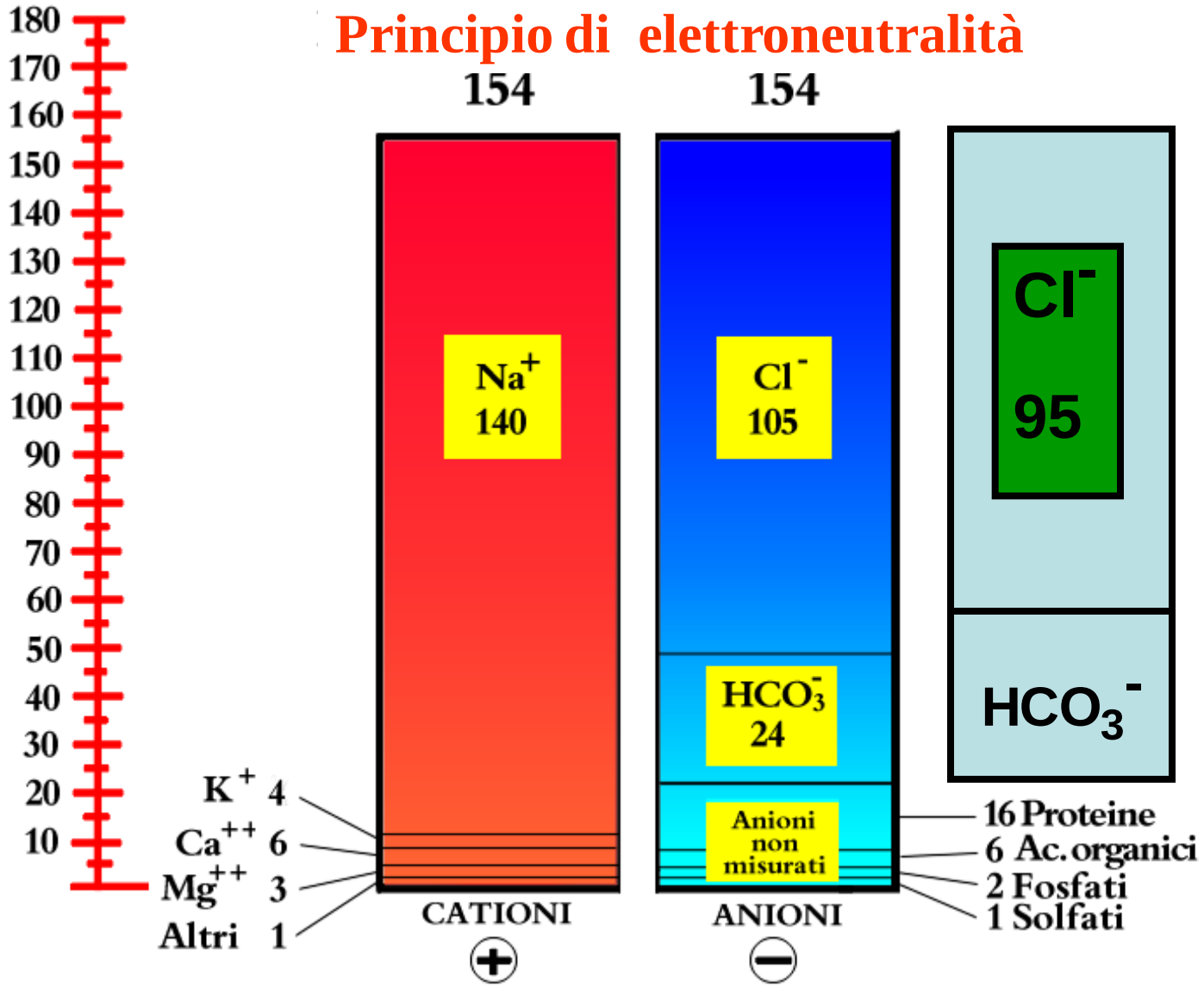
ERN , 3, 2004

CONCLUSIONI FINALI

Scacco matto
al pH
In cinque mosse

1

Principio di elettroneutralità

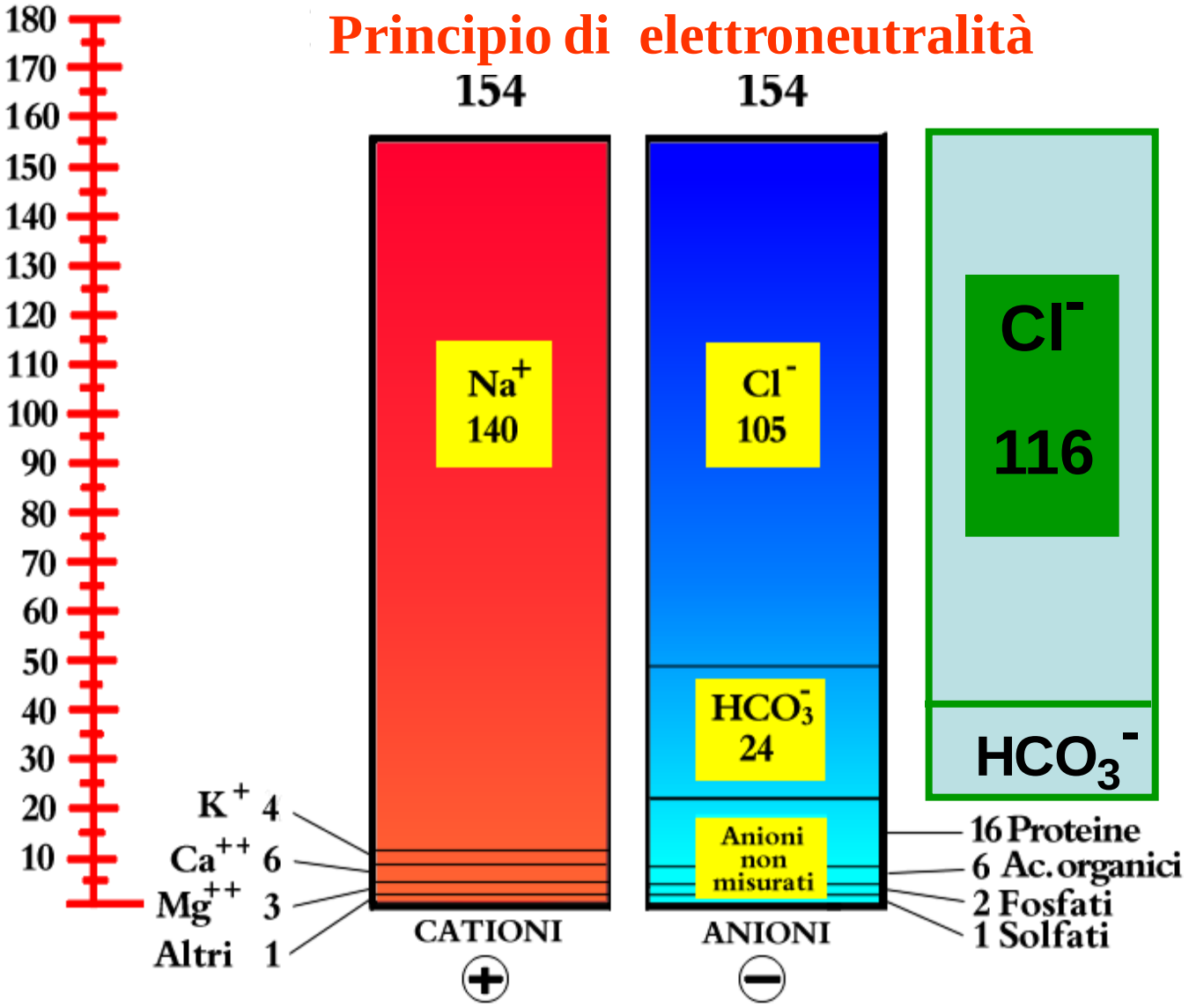


Ionogramma di Gamble

Sga-Pro

2

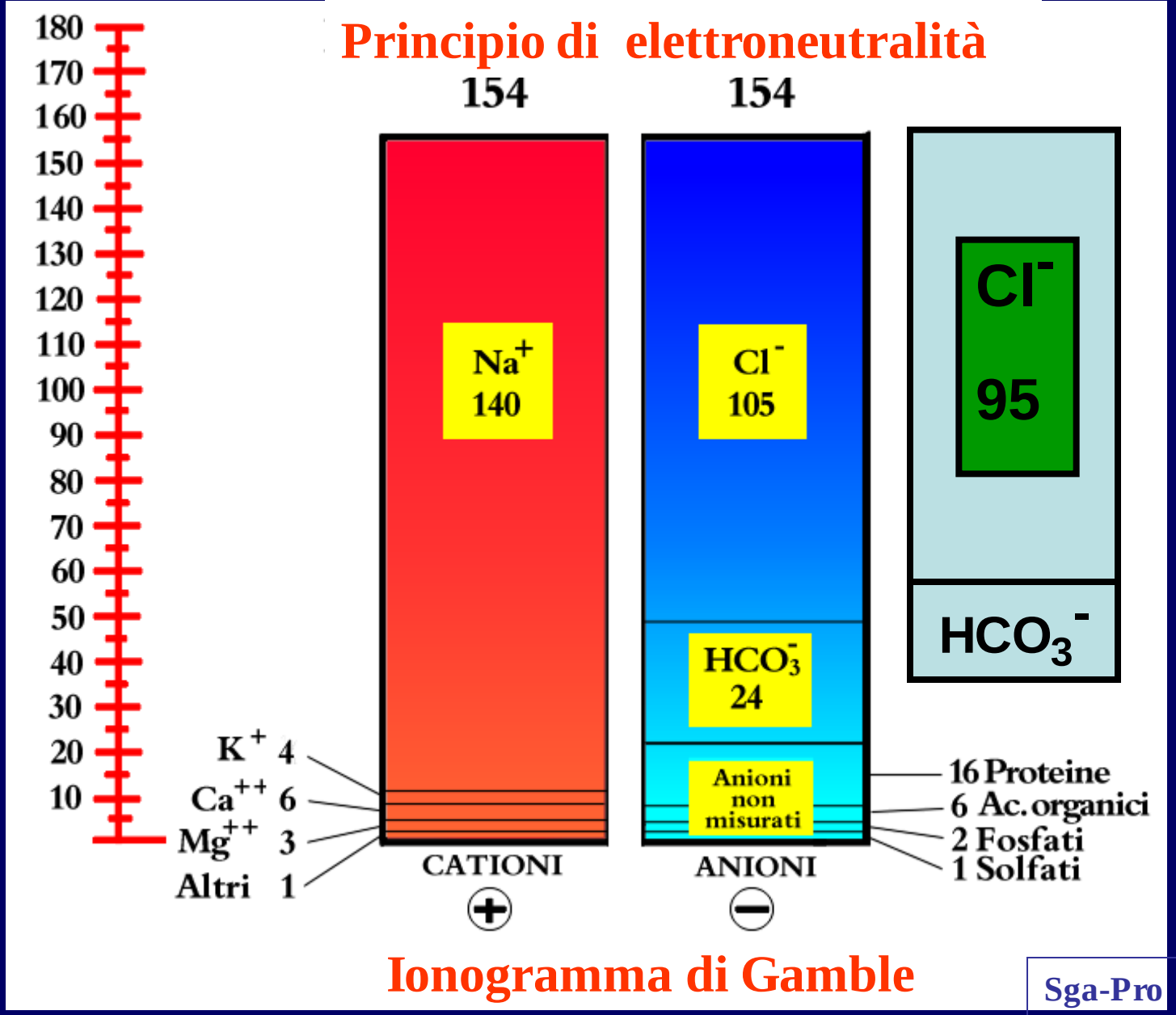
Principio di elettroneutralità



Ionogramma di Gamble

Sga-Pro

3



Sga-Pro

"ACIDOSI IPOCLOREMICA"

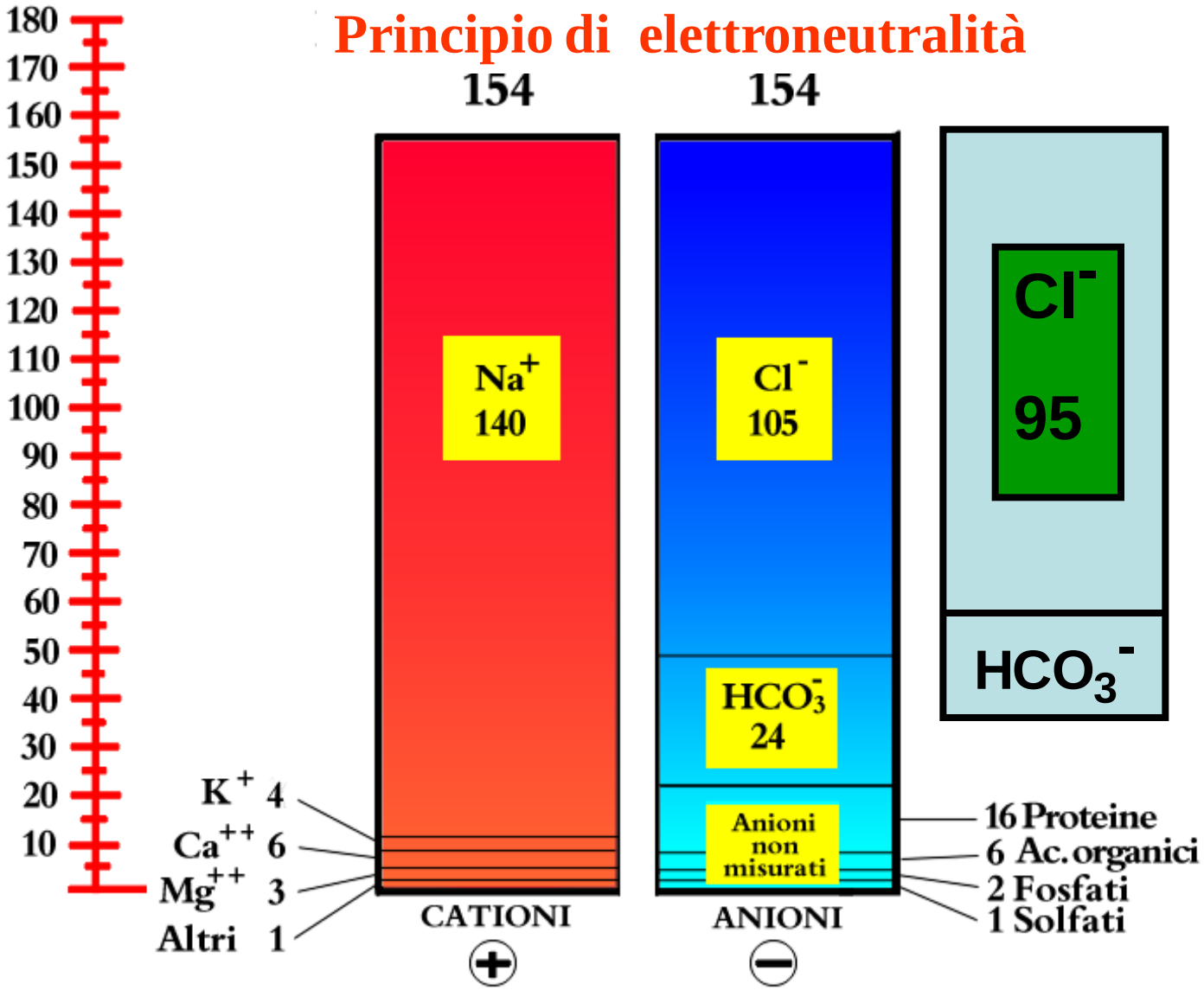
ACIDOSI CON GAP ANIONICO ALTO

K	= CHETOACIDOSI
U	= UREMIA
S	= SALICILATI
M	= METANOLO/ETANOLO
A	= PARA-ALDEIDE
L	= LATTACIDEMIA
E	= ETILENGLICOLE
R	= RABDOMIOLISI
P	= PROTEINEMIA

Sga, 2000

4

Principio di elettroneutralità

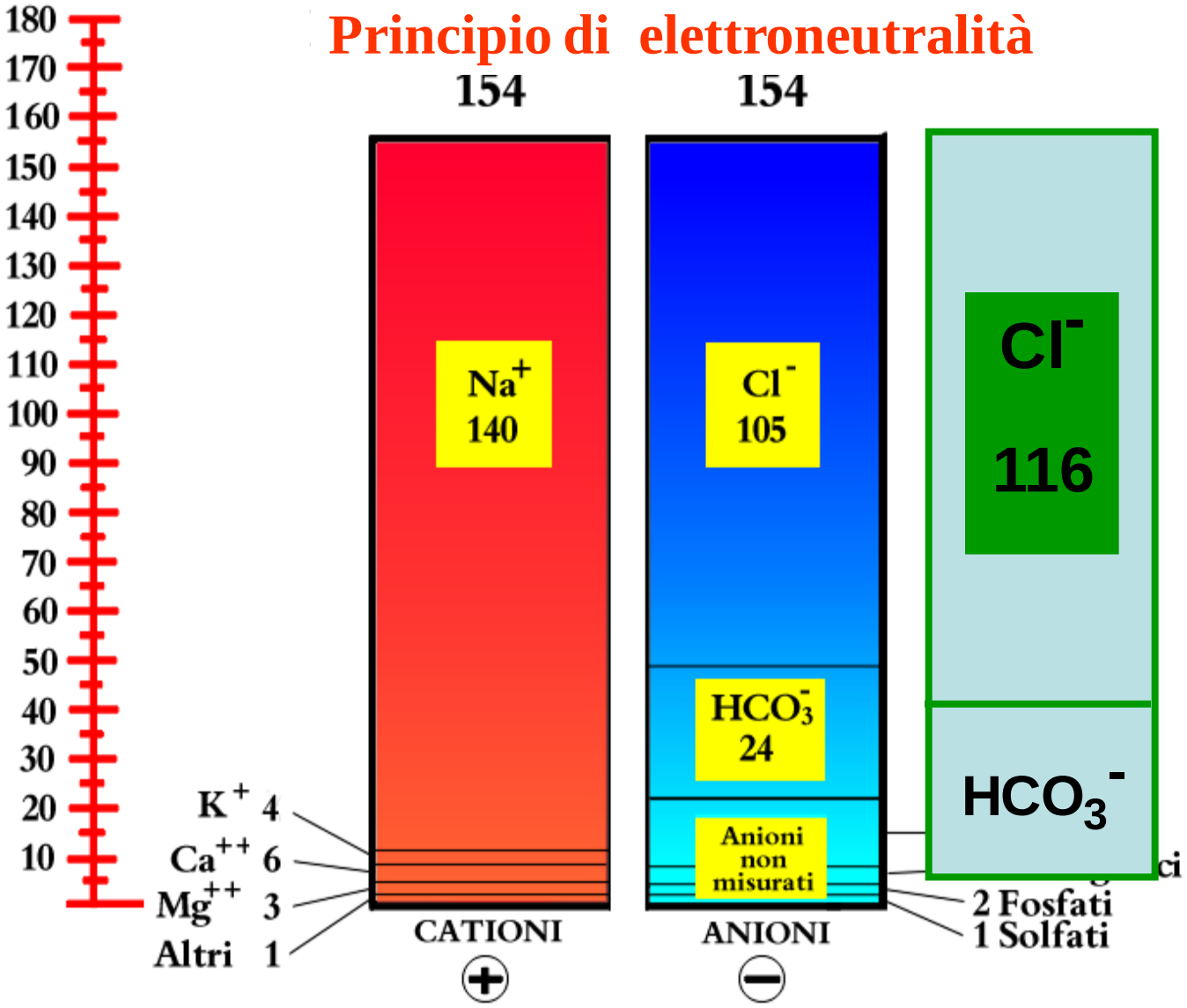


Ionogramma di Gamble

Sga-Pro

5

Principio di elettroneutralità



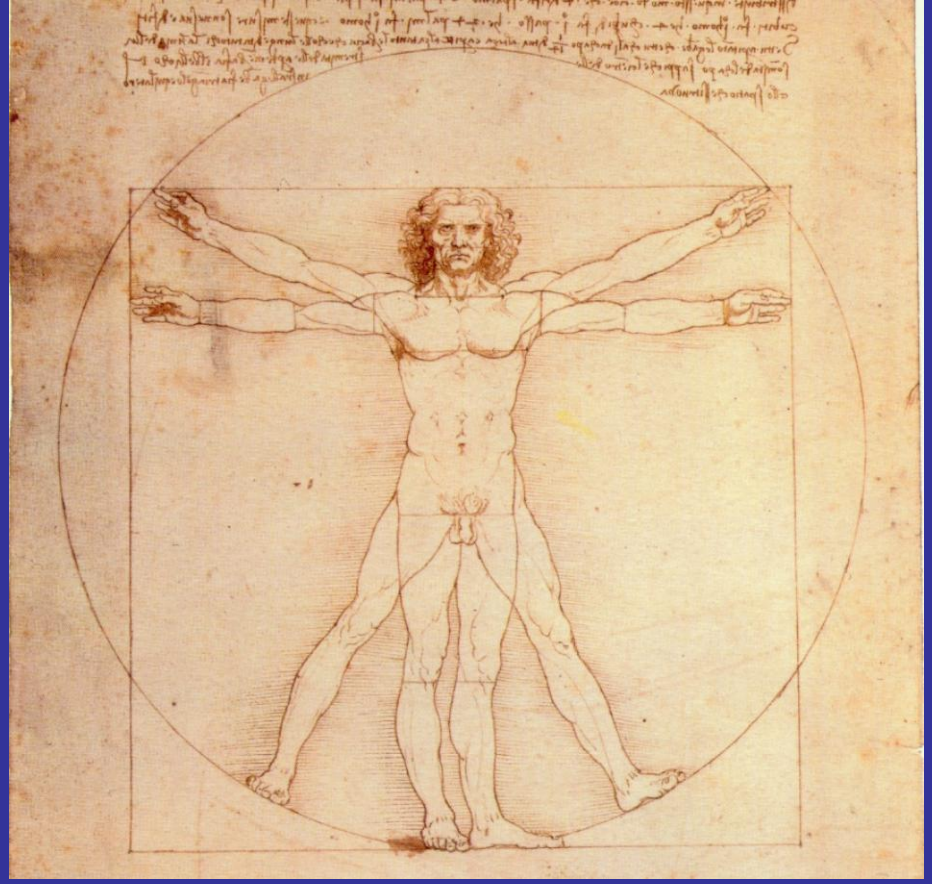
Ionogramma di Gamble

Sga-Pro

Ineludibilità
delle interrelazioni tra i sistemi

‘Sta verità sicuro tu l’appriezzi,
e ccà se ‘mpara ’n’ ata cosa bona
che ‘o Malato nun se cura a piezzi,
pecchè intera… è nata… ‘sta persona”

Gambizzato, 2000



’A Medicina vera è n’ata cosa,
c’insegna ch’ è ’na persona ogni Uomo,
fatto a petali sì,…. comme a ’na rosa,
ma se si sfronna, po’,…. perde ’o profumo.

Gambizzato, 2000

Incontri al Fatebenefratelli

67

AGGIORNAMENTI IN MEDICINA INTERNA

Benevento, 12-13 Dicembre 2013

24 CORSO PRATICO POST-UNIVERSITARIO

67ª EDIZIONE DEGLI "INCONTRI" IN TEMA DI

"EQUILIBRIO IDRO – ELETTROLITICO E ACIDO - BASE"

A PICCOLI GRUPPI (MAX 45)

13,6 CREDITI GIÀ ASSEGNATI

www.incontrifatebenefratelli.it

sgambatof@gmail.com

RELAZIONE
AL 109 CONGRESSO NAZIONALE DELLA S.I.M.I
“ SOCIETA’ ITALIANA DI MEDICINA INTERNA
GENOVA, 25 – 28 Ottobre 2008

L’ equilibrio idro-elettrolitico in Medicina Interna: guida ad una terapia infusionale ragionata”

Pubblicata sul libro degli Atti del Congresso

ACCADEMIA LANCISIANA

La S.V. è invitata ad intervenire alla VIII Seduta del 294° anno accademico
che avrà luogo martedì 17 marzo 2009, presso la sede in Borgo S. Spirito 3, con inizio alle ore 18.

Il dott. FRANCESCO SGAMBATO
Direttore U.O.C. di Medicina Interna Ospedale Fatebenefratelli - Benevento

parlerà sul tema:

GLI EQUILIBRI IN MEDICINA INTERNA:
DALLA FISIOPATOLOGIA ALLA FILOSOFIA

IL SEGRETARIO
L. Gasbarrone

IL PRESIDENTE
A. Perrone

A richiesta sarà rilasciato un certificato di partecipazione.

Borgo Santo Spirito, 3 • Tel. 0668308539 - 0668352266 • Fax 066867828 • lancisi@aruba.it
www.accademia-lancisiana.it

Pubblicata su "Il Policlinico 116,
N 10 / 11 Nov 2009
www.incontrifatebenefratelli.it

Giornale Italiano
di Medicina Interna

Le iponatremie: problemi diagnostici e terapeutici, semplici e complessi

F. Sgambato, S. Prozzo
Ospedale "Sacro Cuore di Gesù" Fatebenefratelli -

Atti 8 Congr Naz FADOI, Bologna
GIMI, Vol 2, Supplemento 2, 8-37, Marzo 2003,

www.incontrifatebenefratelli.it