

prelievo arterioso dall'arteria radiale per emogasanalisi  
da parte dell'infermiere



# *Ministero della Salute*

**CONSIGLIO SUPERIORE DI SANITA'**

**SESSIONE XLV**

**Seduta del 23 giugno 2005**

**Sezione II**

**IL CONSIGLIO SUPERIORE DI**

**SANITA'**

**Sezione II**

- Visto ...
- Premesso ...
- Tenuto conto che ...
- Considerato che ...
- Rilevato che ...
- Avuto riguardo che ...
- Preso atto che ...
- Evidenziato che ...
- Osservato che ...
- Sentiti i relatori ...
- Tenuto conto che:
  - *l'infermiere possiede le conoscenze teoriche necessarie apprese nel percorso formativo di base*
  - *la tecnica del prelievo arterioso è appresa in ambiente appropriato e protetto*
  - *la tecnica una volta appresa in modocorretto diventa una tecnica di competenza*
  - *l'apprendimento riguarda anche la prevenzione delle complicanze ed il loro trattamento*

*...esprime parere favorevole...*

alla effettuazione del prelievo arterioso dall'arteria radiale per emogasanalisi da parte dell'infermiere, sia in ospedale, sia in ambulatorio che nell'espletamento del servizio di assistenza domiciliare integrata (ADI) ...

## *a condizione che:*

- l'infermiere ne abbia **acquisito la completa competenza**, secondo le modalità definite dalle vigenti normative in materia di profilo ed attività professionali, ordinamenti didattici e deontologia
- sia prevista sempre, per le correlate implicazioni sia mediche che infermieristiche, l'**esistenza** nell'U.O. o nella struttura sanitaria di riferimento, di un **protocollo operativo correttamente redatto, condiviso ed approvato**, che sia in grado di:
  - assicurare la buona pratica di tecnica del prelievo arterioso dall'arteria radiale per emogasanalisi
  - garantire l'adozione di ogni utile misura di prevenzione delle complicanze e del necessario trattamento nonché la tempestiva gestione dei rischi connessi
- auspica .... ogni iniziativa per evitare o **ridurre** il fenomeno attuale di **non omogeneità** di situazioni....

***Nurses must be adequately prepared to perform an arterial puncture. This preparation should include specific educational content regarding arterial puncture and opportunities to demonstrate clinical competency.***

Bucher L. Arterial Puncture. In AACN (American Association of Critical Care Nurses) Procedure Manual for Critical Care. 4<sup>o</sup> ed. Saunders ed. 2001



Presentazione

**Arcispedale S. Anna**

Direzione dell'assistenza infermieristica, tecnica, sanitaria e della riabilitazione

L'esplicita esigenza del presente progetto nasce da una nota del Ministero della Sanità, in seguito a un'inchiesta del 22/05/2005 del Consiglio Nazionale di Sanità su richiesta del Comitato Generale del SSN, di cui il ministero espone alcune osservazioni all'attribuzione del profilo infermieristico dell'ortogeriatra, evidenziando una sostanziale assenza di attività del medico nella gestione anche attraverso il Consiglio Superiore di Sanità, e nella stessa nota, che la Direzione Generale di ogni struttura, dovrà avere l'opportunità di intervenire in merito a quanto richiesto e concordare l'attività di cui si occupa, al fine di garantire l'efficienza ed efficacia del servizio.

Direzione

Il presente progetto è stato approvato dal Consiglio di Amministrazione dell'Arcispedale S. Anna, in data 12/11/2006, e ha come destinatari i medici, infermieri, tecnici, e personale ausiliario che operano nel reparto di ortogeriatria.

**PROGETTO PER L'INTRODUZIONE DELLA  
NUOVA COMPETENZA DI ESECUZIONE DEL  
PRELIEVO EMOGASANALITICO PER L'INFERMIERE**

Il presente progetto ha lo scopo di introdurre una nuova competenza professionale per l'infermiere, in modo da garantire la continuità di cura e la sicurezza del paziente, attraverso l'adozione di una procedura standardizzata sul campo dell'ortogeriatra.

- la finalità del progetto è di introdurre una nuova competenza professionale per l'infermiere, in modo da garantire la continuità di cura e la sicurezza del paziente, attraverso l'adozione di una procedura standardizzata sul campo dell'ortogeriatra.
- la finalità del progetto è di introdurre una nuova competenza professionale per l'infermiere, in modo da garantire la continuità di cura e la sicurezza del paziente, attraverso l'adozione di una procedura standardizzata sul campo dell'ortogeriatra.
- la finalità del progetto è di introdurre una nuova competenza professionale per l'infermiere, in modo da garantire la continuità di cura e la sicurezza del paziente, attraverso l'adozione di una procedura standardizzata sul campo dell'ortogeriatra.

Il presente progetto ha lo scopo di introdurre una nuova competenza professionale per l'infermiere, in modo da garantire la continuità di cura e la sicurezza del paziente, attraverso l'adozione di una procedura standardizzata sul campo dell'ortogeriatra.

Gruppo di progetto:

- CPSI Corrado Boldi Cotti dell'U.O. di Ortogeriatria
- CPSI Pintori Maria Chiara dell'U.O. di Rianimazione
- CPS Coord. Inf. Aguiari Elena dell'U.O. IMI 2
- CPSE Coord. Inf. Direzione Assistenziale Dott.ssa Grigatti Clementina
- Dott. Marco Verri Istituto Anestesia e Rianimazione

Novembre 2006

Obiettivo specifico: realizzazione di una procedura per l'esecuzione, da parte del personale infermieristico, del prelievo emogasanalitico per l'infermiere.

- CPSI Corrado Boldi Cotti  
U.O. di Ortogeriatria
- CPSI Pintori Maria Cristina  
U.O. Anestesia e Rianimazione Ospedaliera
- CPS Coordinatore Inf. Aguiari Elena  
IMI 2
- CPSE Coord. Inf. Dott.ssa Grigatti Clementina  
Direzione Assistenziale
- Dott. Verri Marco  
U.O. Anestesia e Rianimazione Universitaria

## PRELIEVO ARTERIOSO RADIALE PER EMOGASANALISTI

1.	Lista di distribuzione.....	1
2.	Emissione .....	1
3.	Scopo .....	2
4.	Campo di applicazione .....	2
5.	Riferimenti .....	2
5.1	Esterni.....	2
6.	Definizioni .....	2
7.	Responsabilità e Azioni .....	3
7.1	Matrice delle responsabilità .....	3
7.2	Descrizione delle attività .....	3
7.3	Diagramma di flusso.....	6
7.4	Riferimenti Anatomici e parametri clinici.....	9
8.	Parametri di controllo .....	10
9.	Strumenti di registrazione .....	10

### 1. Lista di distribuzione

La procedura è destinata a tutte le unità operative dell'Azienda Ospedaliero -Universitaria di Ferrara.

### 2. Emissione

Revisione	Data approvazione	Redazione	Verifica	Approvazione
Versione 0	05/11/06	Gruppo di redazione	Responsabile Aziendale Qualità	Direzione Medica di Presidio Direzione Assistenziale

Gruppo di redazione:

CPSI Corrado Boldi Cotti dell'U.O. di Ortogeriatría  
CPSI Pintori Maria Chiara dell'U.O. di Rianimazione  
CPS Coord. Inf. Aguiari Elena dell'U.O. IMI 2  
CPSE Coord. Inf. Direzione Assistenziale Dott.ssa Grigatti Clementina  
Dott. Marco Verri Istituto Anestesia e Rianimazione  
Direttore Direzione Medica di Presidio Dott. Carlini Ermes  
Direttore Direzione Assistenziale Matilde Battaglia

**Prelievo arterioso radiale per emogasanalisi:**

<http://inosofe.it/intranet/> →

**strumenti → accreditamento → procedure aziendali**

### 8. Parametri di controllo

- n° EGA in cui è richiesto l'intervento del medico / n° totale EGA standard: < 20%
- n° EGA con complicanze maggiori / n° totale EGA standard < 5 %  
complicanze maggiori: neuropatia, ischemia, trombosi, infezione



# *EGA*

## *analisi dei gas nel sangue*

- pH
- $\text{PCO}_2$
- $\text{PO}_2$
- $\text{HCO}_3^-$
- BE

- arteria (o capillare arterializzato)
- vena
- urine
- espirato

# *emogasanalisi arteriosa*

PaO<sub>2</sub>  
PaCO<sub>2</sub>



**scambi gassosi**

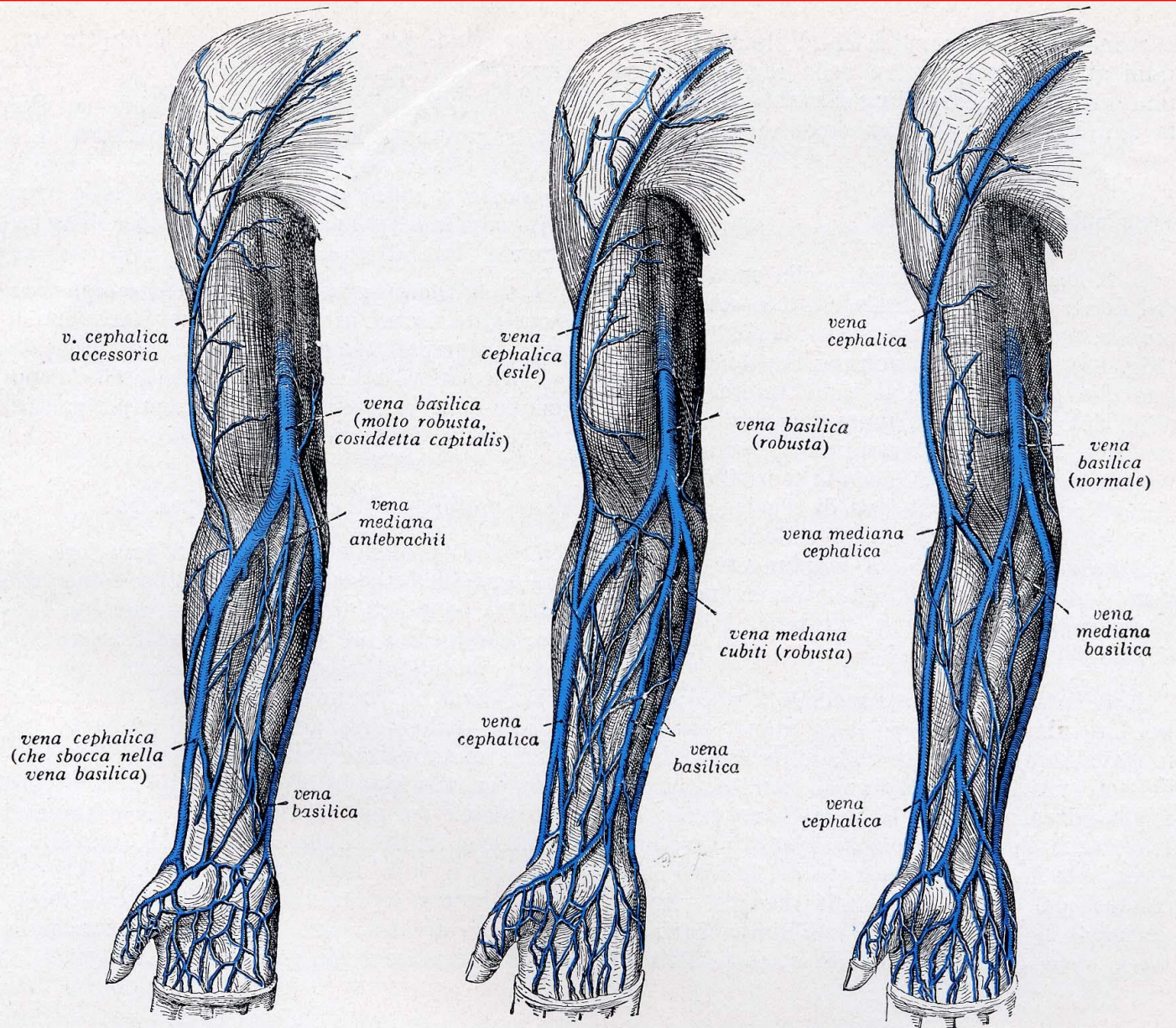
pH  
PaCO<sub>2</sub>  
HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>  
BE

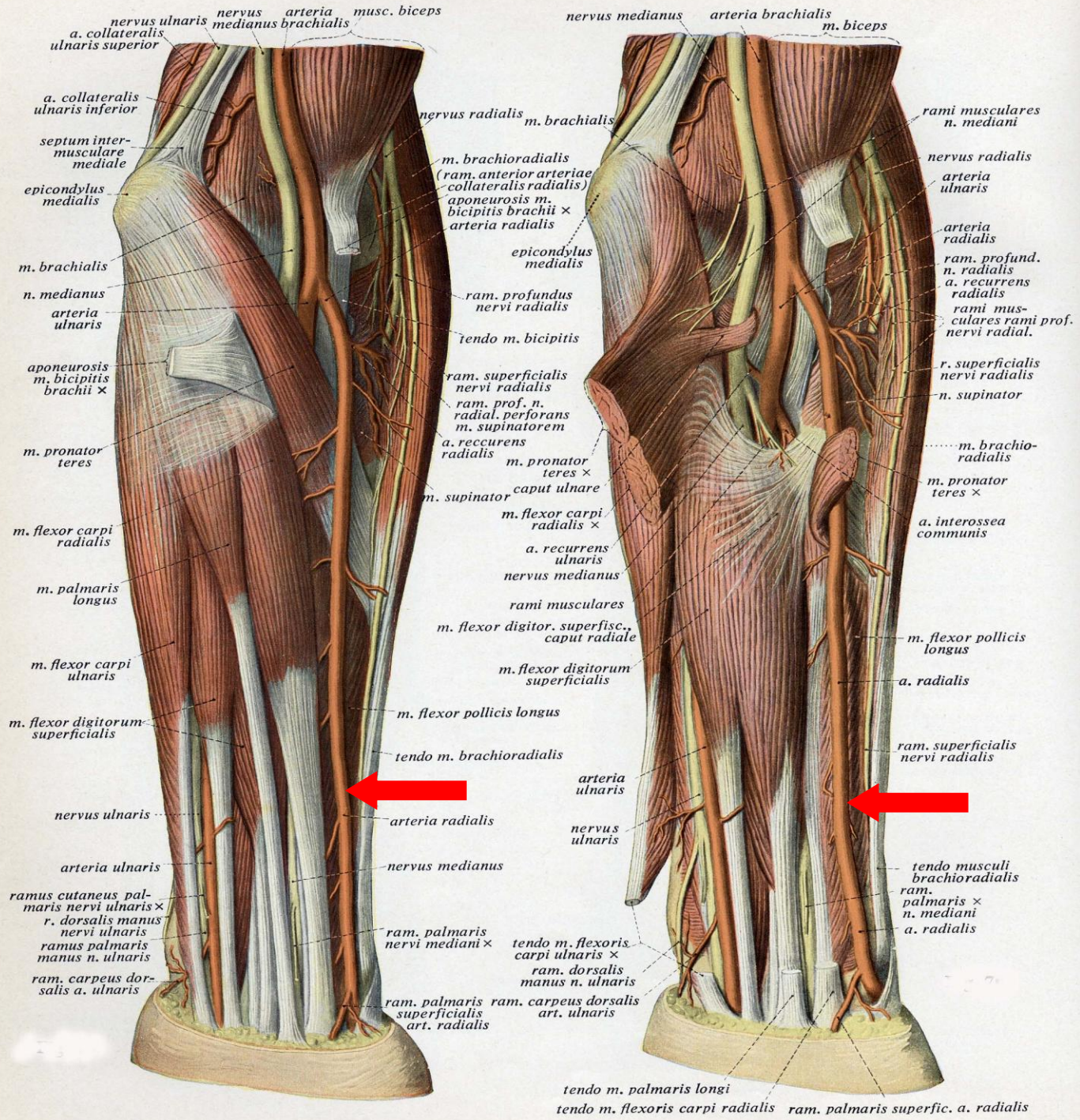


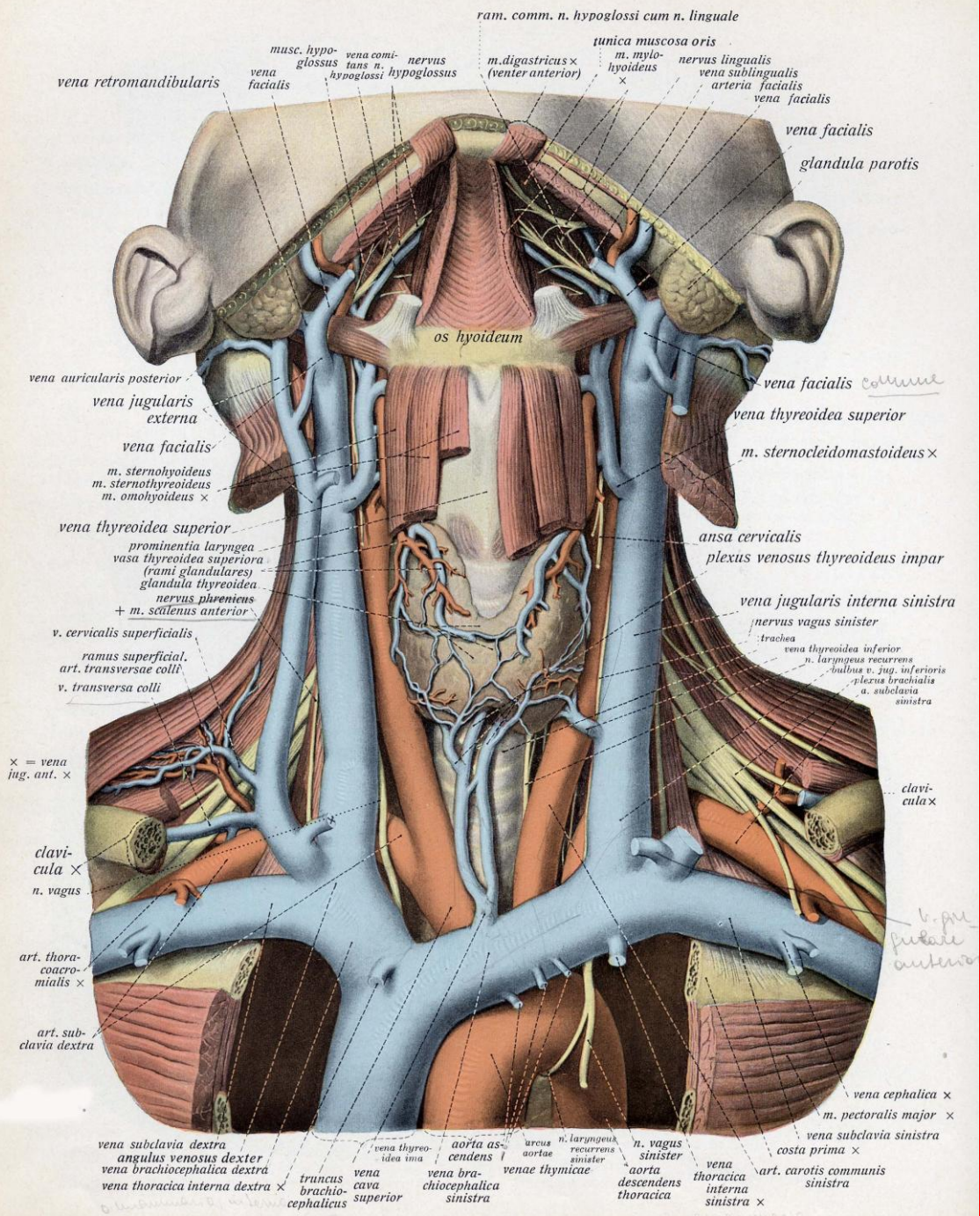
**equilibrio acido-base**

## *.....anche altro....*

- **emossimetria (Hb, COHb, MetHb, ecc.)**
- **elettroliti (Na, K, Ca, Cl, Li)**
- **lattato**
- **glucosio**
- **bilirubina**
- **osmolarità plasmatica (calcolata)**
- **enzimi cardiaci**
- **coagulazione**
- **ecc.**







ram. comm. n. hypoglossi cum n. linguale

tunica muscosa oris

m. digastricus (venter anterior) x

m. mylohyoideus x

nervus lingualis

vena sublingualis

arteria facialis

vena facialis

glandula parotis

os hyoideum

vena retromandibularis

vena facialis

vena facialis

vena auricularis posterior

vena jugularis externa

vena facialis

m. sternohyoideus

m. sternothyroideus

m. omohyoideus x

vena thyroidea superior

m. sternocleidomastoideus x

ansa cervicalis

plexus venosus thyroideus impar

vena thyroidea superior

prominentia laryngea

vasa thyroidea superiora (rami glandulares)

glandula thyroidea

nervus phrenicus

+ m. scalenus anterior

vena jugularis interna sinistra

nervus vagus sinister

v. cervicalis superficialis

ramus superficial. art. transversae colli

v. transversa colli

vena thyroidea inferior

n. laryngeus recurrens

truncus v. jug. inferioris

plexus brachialis

a. subclavia sinistra

clavicula x

x = vena jug. ant. x

clavicula x

n. vagus

art. thoracoacromialis x

art. subclavia dextra

v. p. p. pubale anterior

vena cephalica x

m. pectoralis major x

vena subclavia sinistra

costa prima x

art. carotis communis sinistra

vena subclavia dextra

angulus venosus dexter

vena brachiocephalica dextra

vena thoracica interna dextra x

truncus brachiocephalicus

vena cava superior

vena thyroidea ima

vena brachiocephalica sinistra

aorta ascendens

arcus aortae

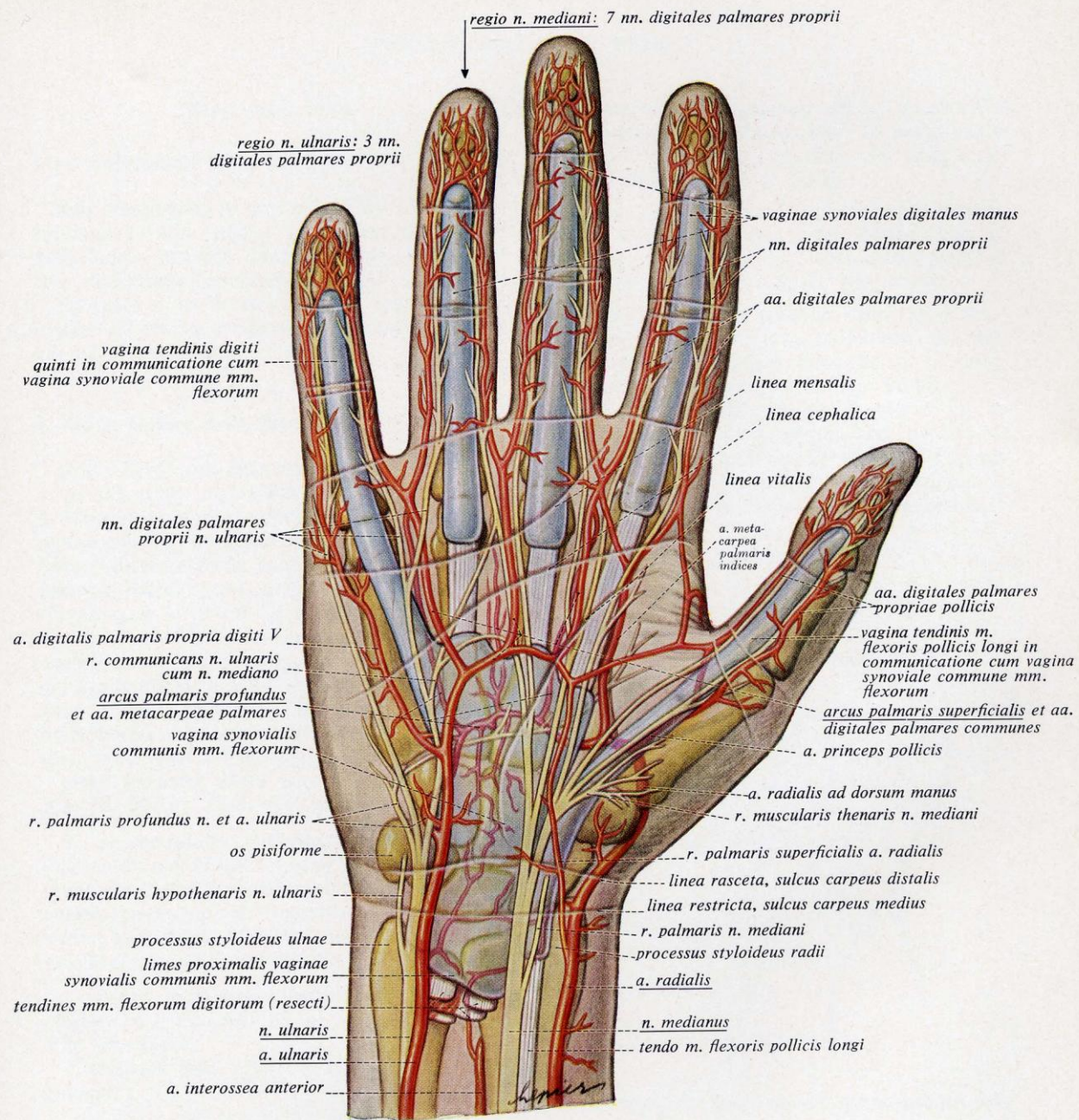
n. laryngeus recurrens sinister

venae thymicae

n. vagus sinister

aorta descendens thoracica

vena thoracica interna sinistra x



*regio n. mediani: 7 nn. digitales palmares proprii*

*regio n. ulnaris: 3 nn. digitales palmares proprii*

*vaginae synoviales digitales manus*

*nn. digitales palmares proprii*

*aa. digitales palmares proprii*

*vagina tendinis digiti  
quinti in communicatione cum  
vagina synoviale commune mm.  
flexorum*

*linea mensalis*

*linea cephalica*

*linea vitalis*

*nn. digitales palmares  
proprii n. ulnaris*

*a. meta-  
carpea  
palmaris  
indices*

*aa. digitales palmares  
propriae pollicis*

*a. digitalis palmaris propria digiti V*

*r. communicans n. ulnaris  
cum n. mediano*

*arcus palmaris profundus  
et aa. metacarpeae palmares*

*vagina synovialis  
communis mm. flexorum*

*vagina tendinis m.  
flexoris pollicis longi in  
communicatione cum vagina  
synoviale commune mm.  
flexorum*

*arcus palmaris superficialis et aa.  
digitales palmares communes*

*a. princeps pollicis*

*r. palmaris profundus n. et a. ulnaris*

*os pisiforme*

*r. muscularis hypothenaris n. ulnaris*

*processus styloideus ulnae*

*limes proximalis vaginae  
synovialis communis mm. flexorum*

*tendines mm. flexorum digitorum (resecti)*

*n. ulnaris*

*a. ulnaris*

*a. interossea anterior*

*a. radialis ad dorsum manus*

*r. muscularis thenaris n. mediani*

*r. palmaris superficialis a. radialis*

*linea rasceta, sulcus carpeus distalis*

*linea restricta, sulcus carpeus medius*

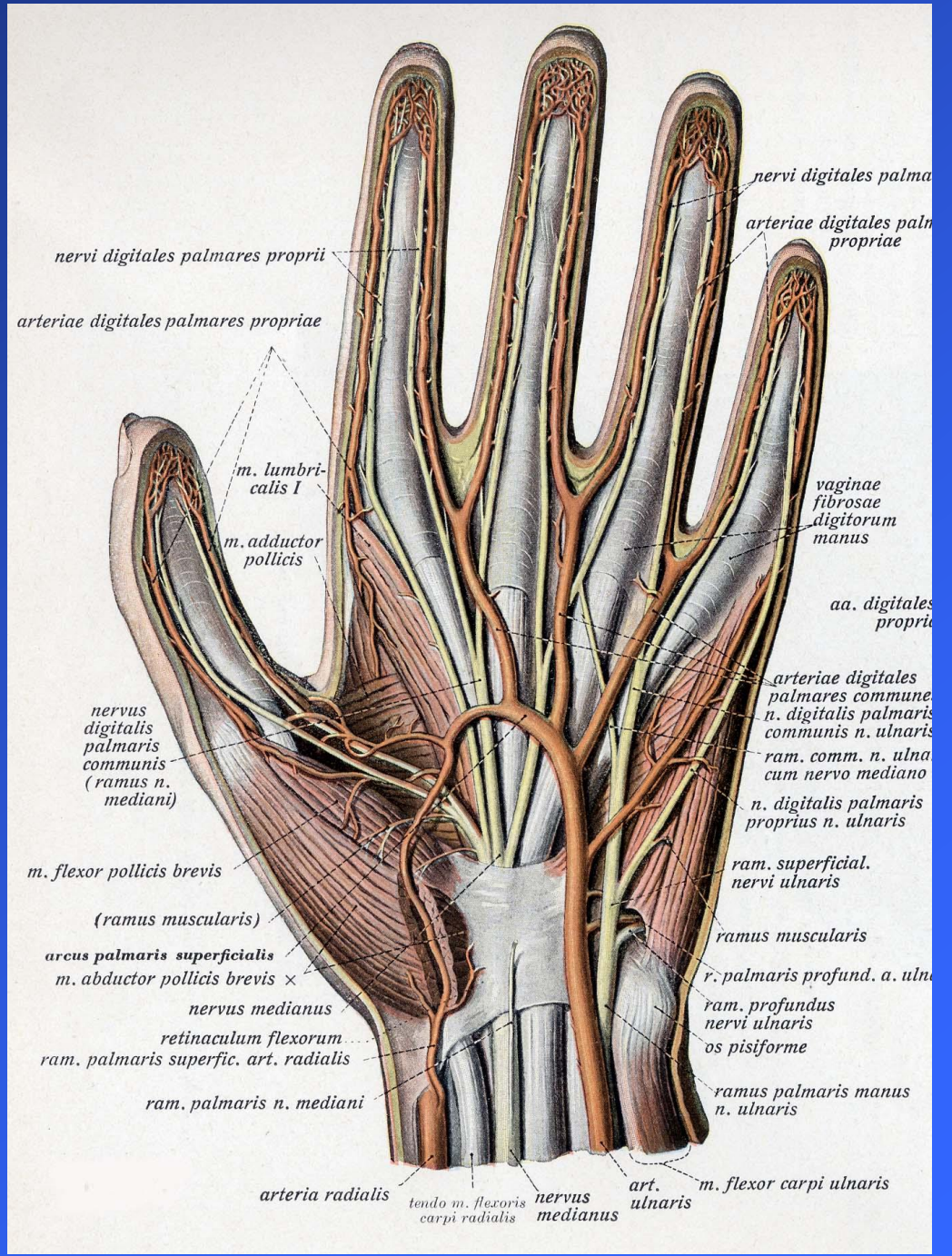
*r. palmaris n. mediani*

*processus styloideus radii*

*a. radialis*

*n. medianus*

*tendo m. flexoris pollicis longi*



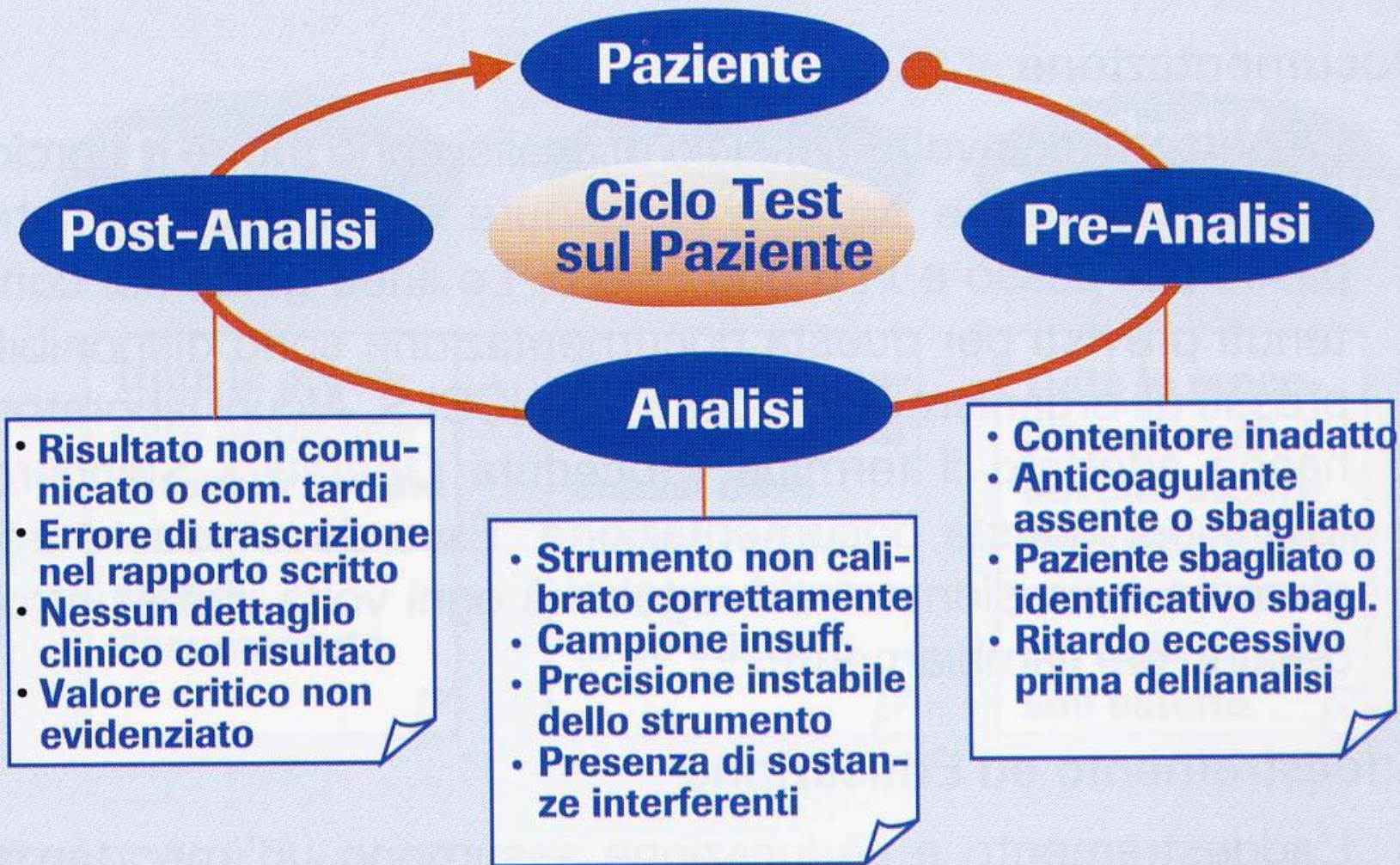
*nervi digitales palmares proprii*  
*arteriae digitales palmares propriae*  
*m. lumbricalis I*  
*m. adductor pollicis*  
*nervus digitalis palmaris communis (ramus n. mediani)*  
*m. flexor pollicis brevis (ramus muscularis)*  
*arcus palmaris superficialis m. abductor pollicis brevis*  
*nervus medianus*  
*retinaculum flexorum*  
*ram. palmaris superfic. art. radialis*  
*ram. palmaris n. mediani*  
*arteria radialis*  
*tendo m. flexoris carpi radialis*  
*nervus medianus*  
*arteriae digitales palmares propriae*  
*vaginae fibrosae digitorum manus*  
*aa. digitales propriae*  
*arteriae digitales palmares communes n. digitalis palmaris communis n. ulnaris*  
*ram. comm. n. ulnaris cum nervo mediano*  
*n. digitalis palmaris proprius n. ulnaris*  
*ram. superficial. nervi ulnaris*  
*ramus muscularis*  
*r. palmaris profund. a. ulnaris*  
*ram. profundus nervi ulnaris*  
*os pisiforme*  
*ramus palmaris manus n. ulnaris*  
*art. ulnaris*  
*m. flexor carpi ulnaris*



# *quesito clinico → indagine diagnostica*



# *principali errori potenziali nelle analisi*



# *fase preanalitica: la fase più delicata*



# *fase preanalitica (1)*



## *fase preanalitica (2)*

- **Preparazione**
  - scelta della siringa, dell'ago e dell'anticoagulante
  - informazione del paziente (spiegare il procedimento e la sua utilità)
- **Prelievo**
  - scelta dell'arteria
  - test di Allen (se arteria radiale)
  - disinfezione
  - puntura e prelievo
  - compressione
- **Conservazione-trasferimento**
  - eliminazione bolle d'aria
  - miscelazione
  - trasporto nel minor tempo possibile (soluzione acqua e ghiaccio?)
- **Effettuazione dell'esame** (previa eliminazione di alcune gocce di sangue)

# siringa

## Dispositivo di Prelievo/Contenitore

**Siringa  
in vetro**

**Vantaggi:**

Niente perdite di gas  
Stantuffo offre poca resistenza

**Svantaggi:**

Poca praticità  
Costo

**Siringa  
in plastica**

**Vantaggi:**

Praticità  
Costo

**Svantaggi:**

**Perdite di gas**  
( $PO_2 > 150$ )

**Capillare  
in plastica  
o in vetro**

**Vantaggi:**

Ideale per neonati

**Svantaggi:**

Tecnica più difficile

**Microcam-  
pionatore**

**Vantaggi:**

Convenienza

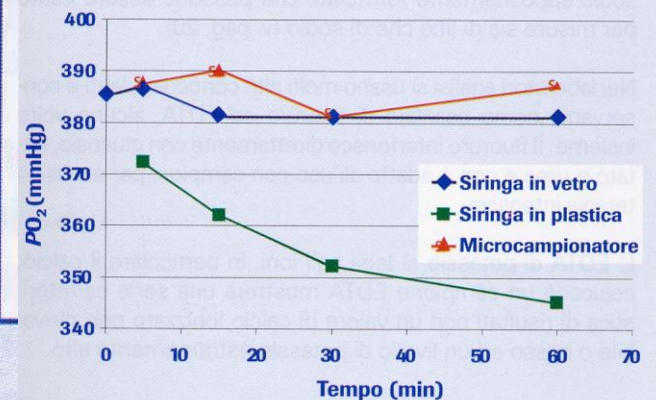
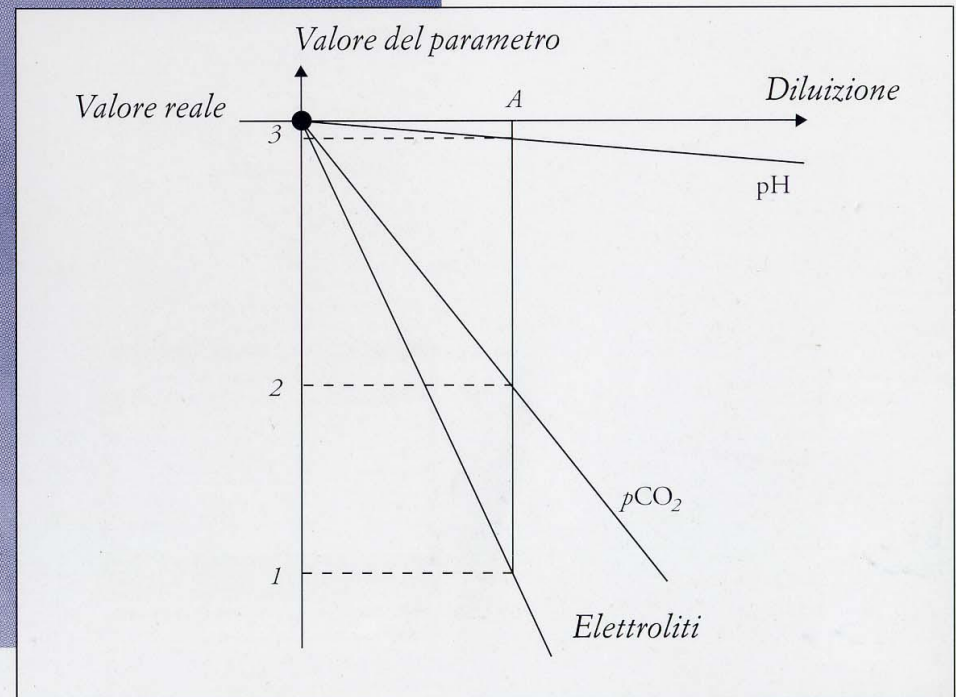
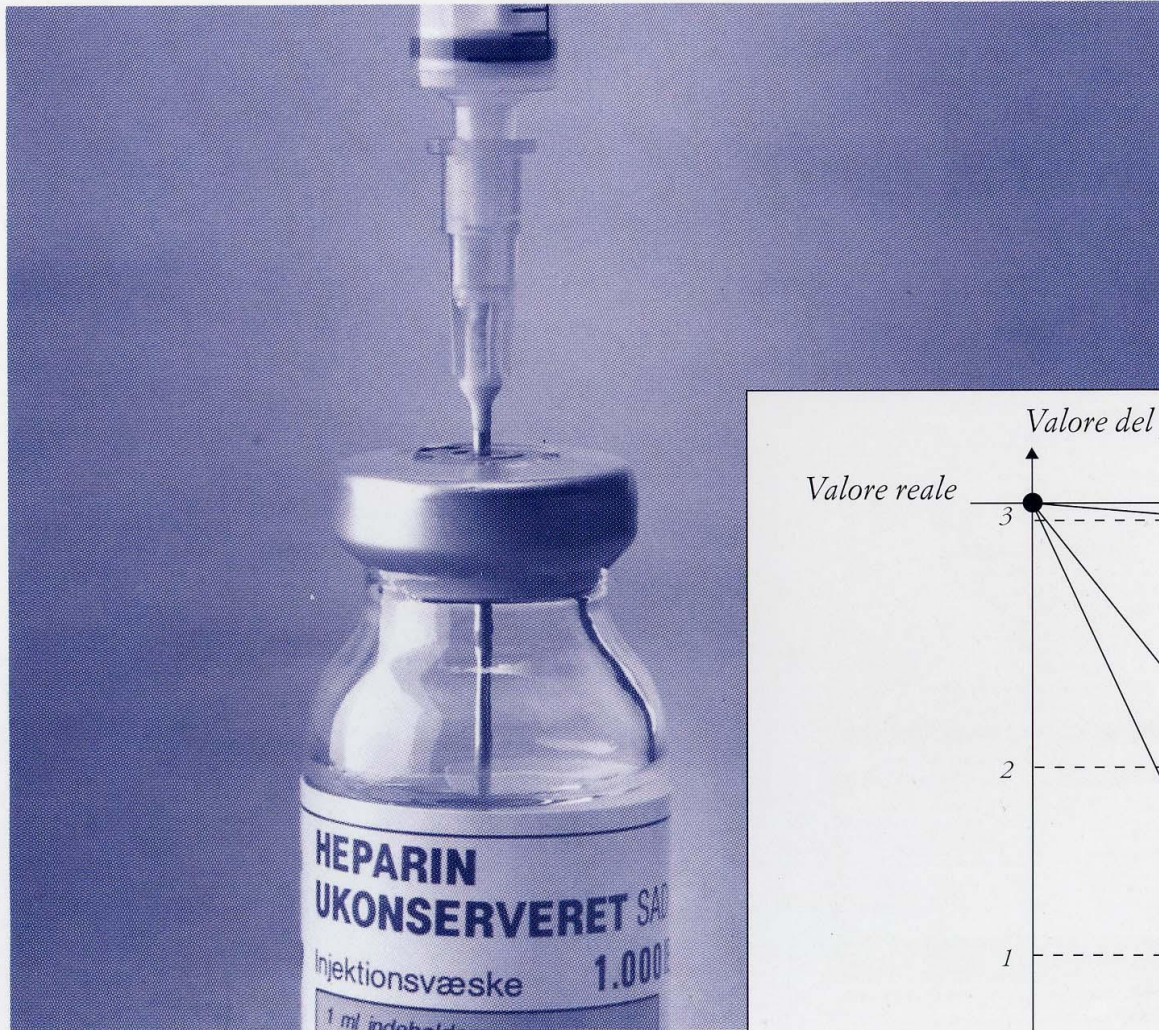


Figura 1. Variazione dei livelli di  $PO_2$  nel tempo in microcampionatori, siringhe in vetro e siringhe in plastica mantenuti a 4°C. Dati di d'Ortho et al. (6).

# *anticoagulante*

- **necessario perché impedisce-ritarda la coagulazione del sangue → falsa il risultato**  
**blocca la macchina dell'EGA**
- **eparina (no EDTA o citrato)**
- **problemi:**
  - **diluizione del campione (distribuisco i componenti del sangue in un volume maggiore)**
  - **modifica della concentrazione degli elettroliti:**
    - **aggiunta (addizione) di ioni con l'eparina**
    - **legame tra ioni ed eparina**

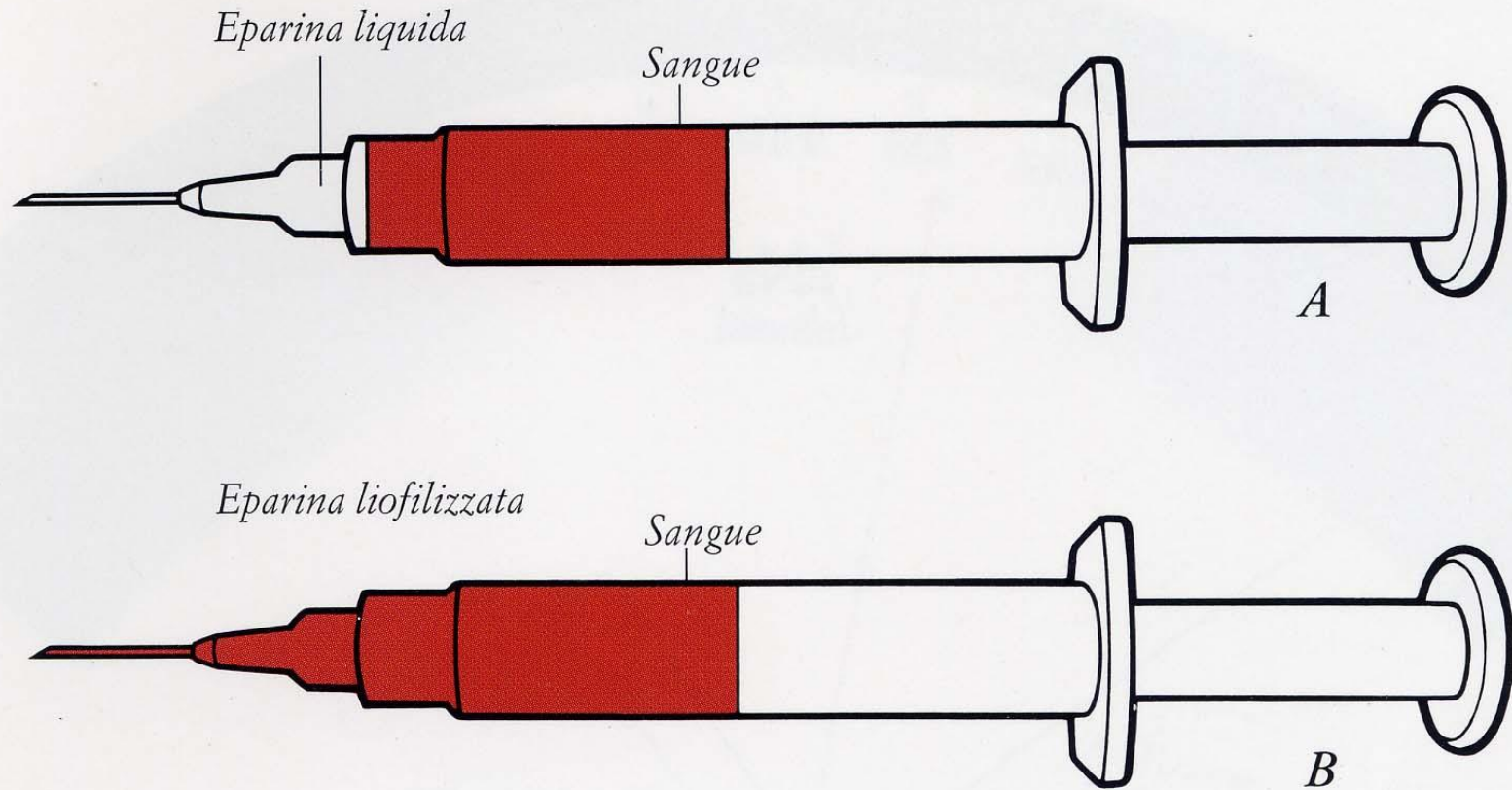
# diluizione (1)



Quando il campione di sangue viene diluito (A) i valori degli elettroliti (1) e della  $p\text{CO}_2$  (2) possono subire un decremento. Il valore del pH rimane invariato (3).

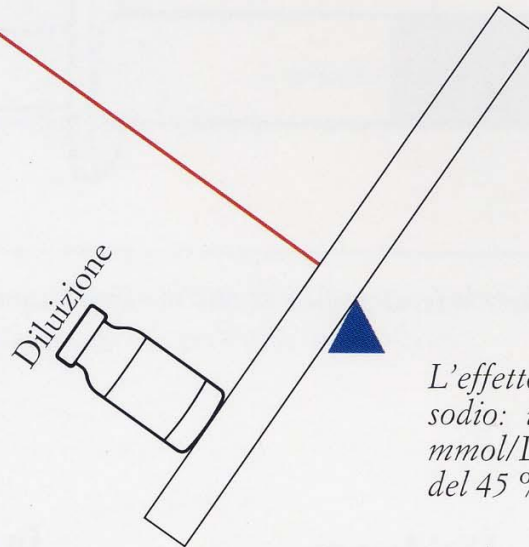
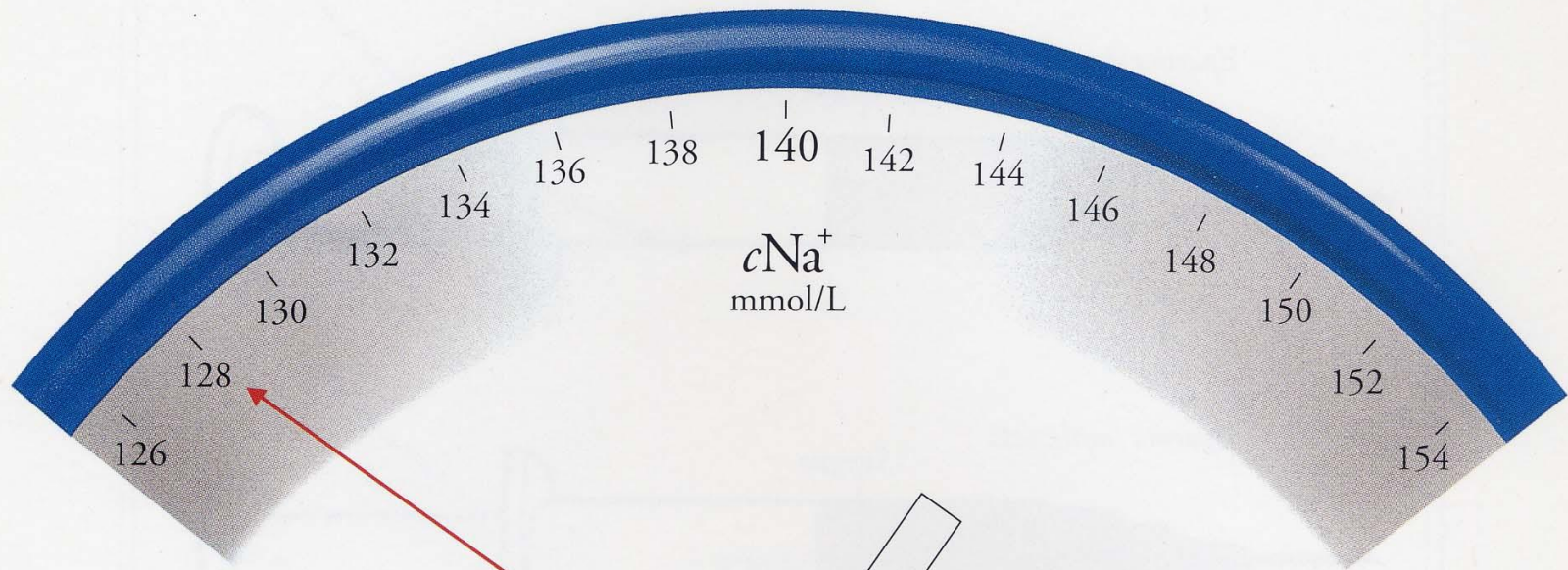


## *diluizione (2)*



*La differenza tra l'utilizzo di eparina liquida (siringa A) e di eparina liofilizzata (siringa B). Solo in A vi è un errore di diluizione.*

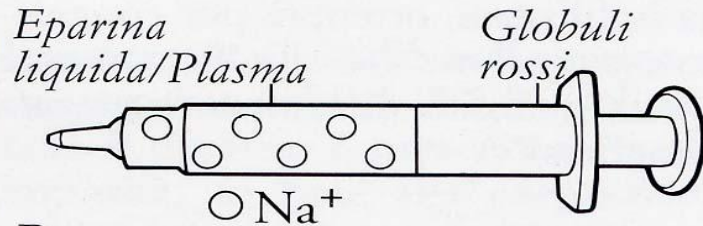
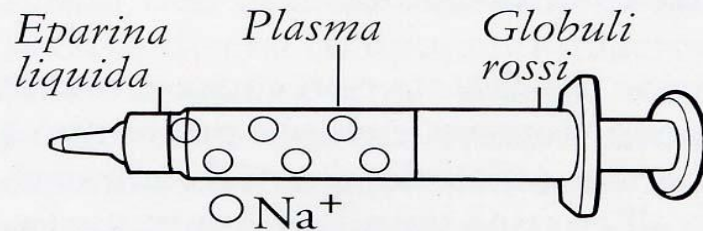
## diluizione (3)



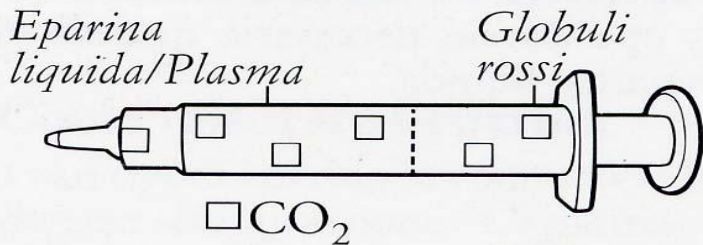
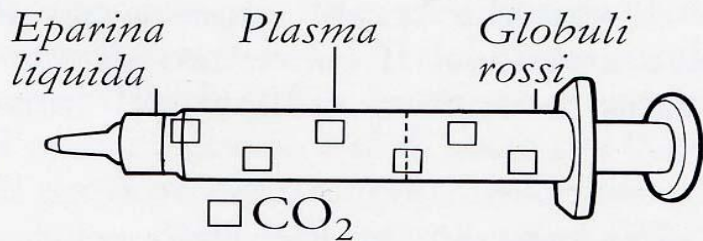
*L'effetto di una diluizione al 5 % in una concentrazione di sodio: un valore di 140 mmol/L viene diminuito a 128 mmol/L, presupponendo un valore di ematocrito normale del 45 %.*

## diluizione (4)

A

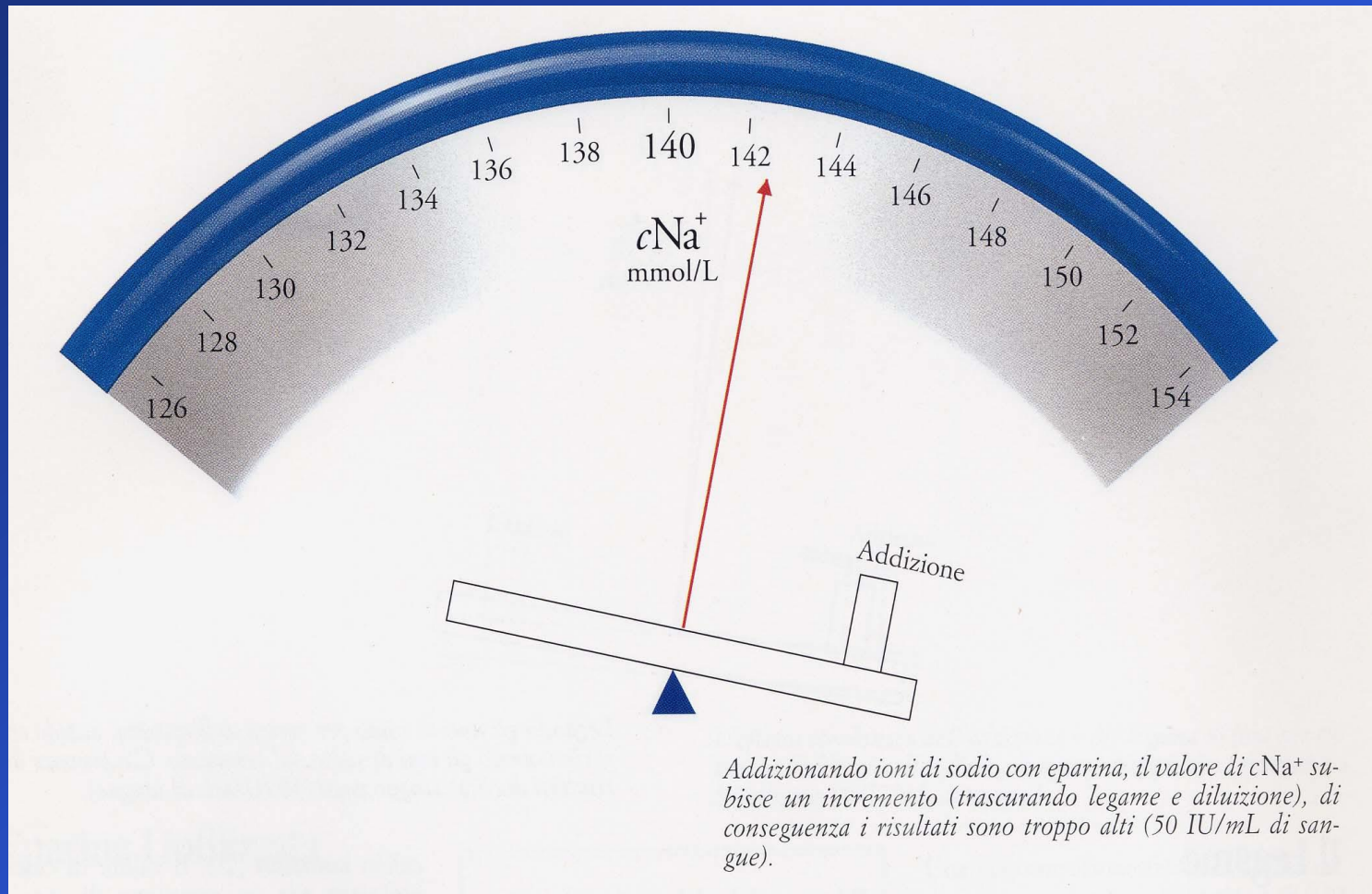


B



Addizionando il 5% di eparina liquida ad un campione di sangue intero, il plasma viene diluito del 10% (Hct = 50%). I componenti presenti nel plasma verranno diluiti del 10% (A, elettroliti). I componenti come la  $\text{CO}_2$  (B), che possono passare liberamente attraverso le due fasi verranno diluiti « solo » del 5%.

## addizione (1)



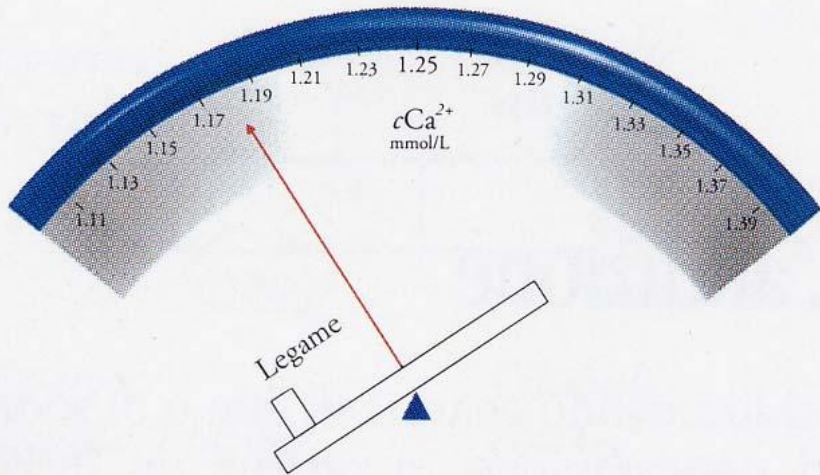
## il legame (1)



*Legando gli ioni di sodio per mezzo dell'eparina, accade che si rimuovono gli ioni di sodio dal campione. Ciò provoca dei risultati di  $cNa^+$  troppo bassi (50 IU/mL di sangue).*

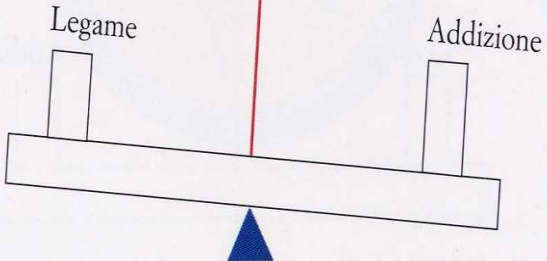
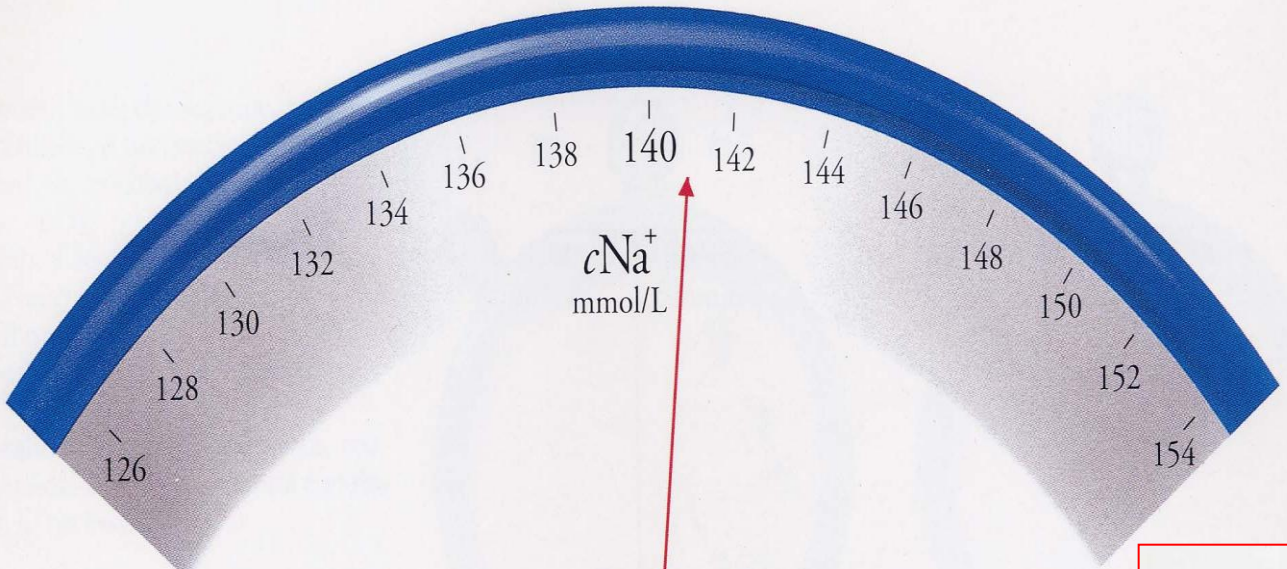
## il legame (2)

### Il legame del calcio ionizzato

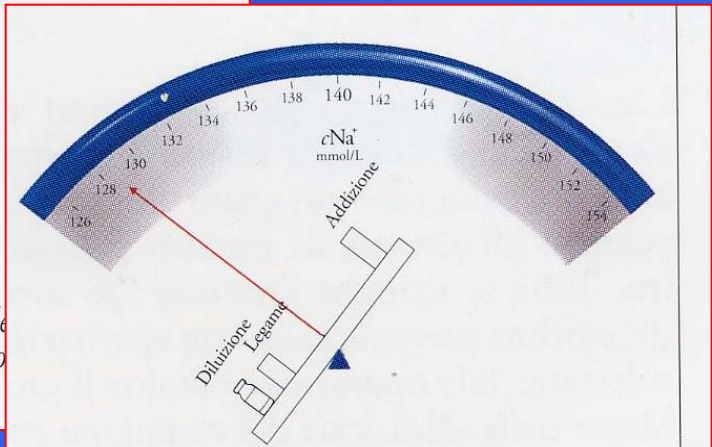


*Il risultato del legame è particolarmente importante per  $cCa^{2+}$  [10]. 50 IU di eparina per mL di plasma corrispondente a 27.5 IU per mL di sangue con Hct del 45 %, abbassa il valore di  $cCa^{2+}$  del 6 % [11].*

# addizione + legame



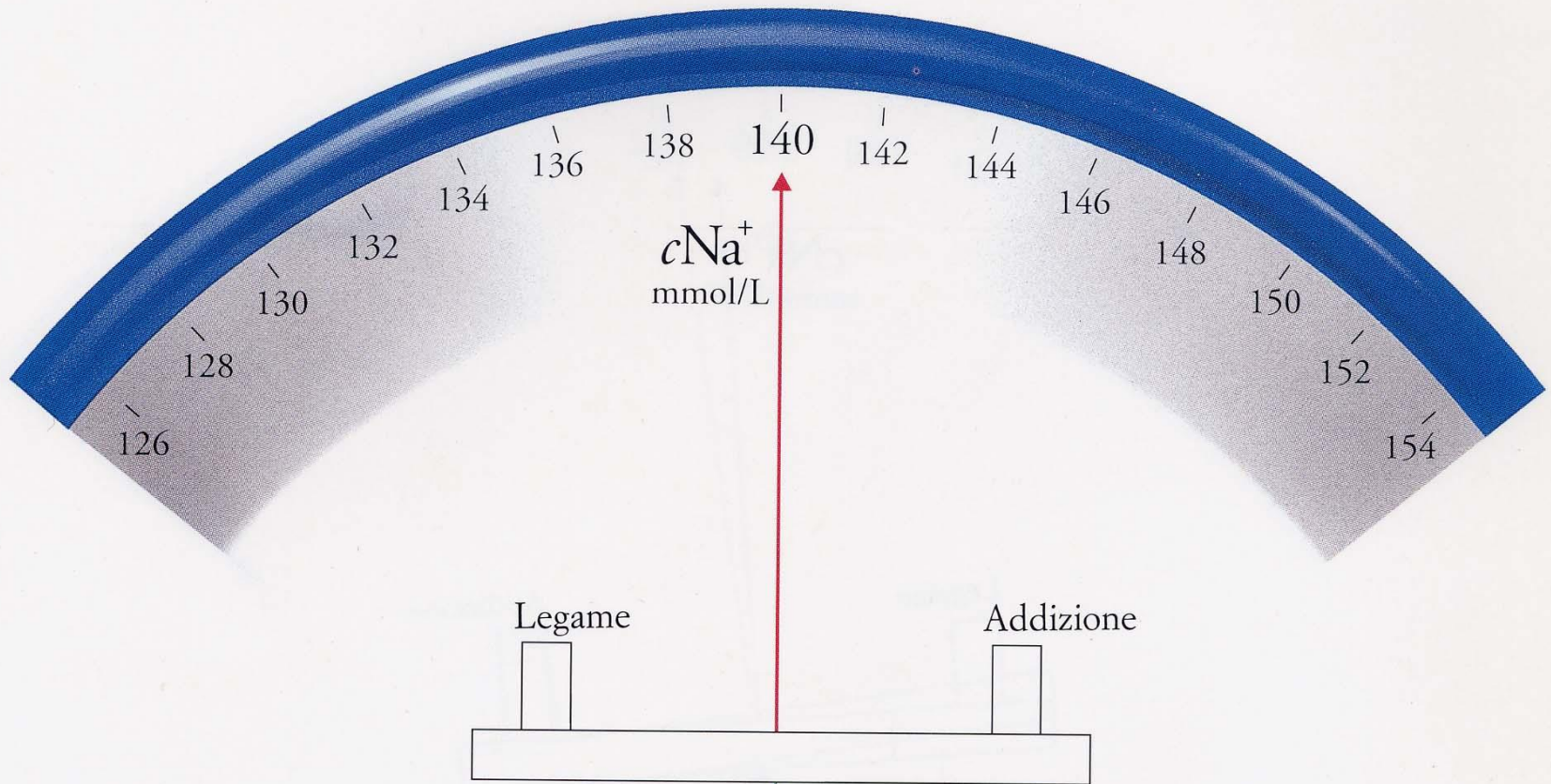
L'effetto combinato dell'addizione e del legame di ioni con una diluizione del 5% in una soluzione di eparina liquida di sodio (50 IU/mL di sangue).



Combinando gli effetti dell'addizione e del legame di ioni con una diluizione del 5% in una soluzione di eparina liquida di sodio - i valori di sodio ottenuti sono troppo bassi (50 IU/mL di sangue).

# addizione + legame + diluizione

# eparina liofilizzata bilanciata (Na-Li)



60 IU/mL sangue di eparina elettrolita bilanciata litio-sodio



# *anticoagulante: quale eparina ?*

## **Eparina Liquida**

### **Vantaggi:**

Facile da sciogliere

### **Svantaggi:**

Effetto diluizione  
Chelazione di ioni

## **Eparina Secca**

### **Vantaggi:**

Evita problemi di diluizione

### **Svantaggi:**

Chelazione di ioni

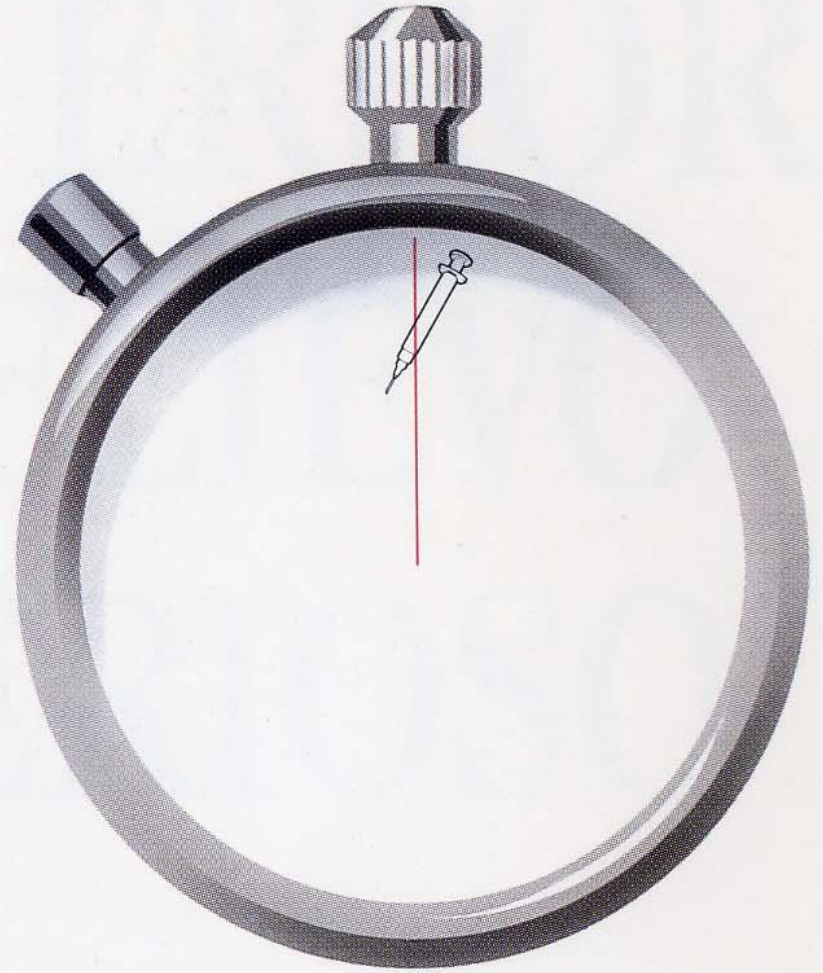
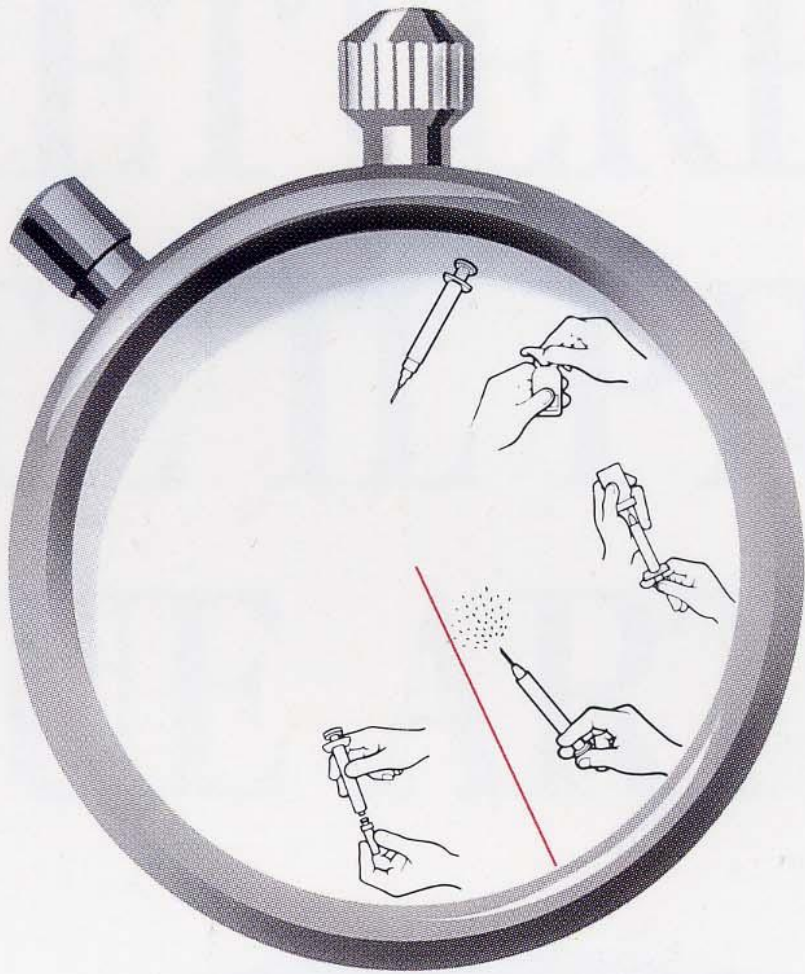
## **Eparina Secca, Bilanciata**

### **Vantaggi:**

Nessun effetto diluizione  
Nessuna chelazione di ioni

### **Svantaggi:**

Nessuno



*quindi....*

- se possibile utilizzare siringhe “preconfezionate” con eparina bilanciata (Na e Li) liofilizzata
- utilizzando siringhe “home made” attenzione alla diluizione e ricordare che i valori degli elettroliti potrebbero essere errati (anche se, il più delle volte , di poco)

*informazione*



# Punto di Prelievo

**Arteria**

**Punto di prelievo più comune**

Si può usare per tutti i parametri di terapia intensiva

**Capillare**

**Usato spesso nei neonati**

Richiede arterializzazione per dare risultati  $PO_2$  esatti

**Vena**

**Usato per valutare gli shunt**

Sangue periferico non adatto a parametri di ossigenazione

**Catetere/  
Cannula**

**Cannula adatta per prelievi ripetuti**

Cateteri adatti per campioni venosi misti

# Preparazione del Paziente

## Riposo

I pazienti con  
respiro sponta-  
neo devono  
stare a riposo  
5 min prima  
del prelievo

## Equilibrio Trattamento

Dopo una va-  
riazione del  
trattamento  
attendere il  
tempo neces-  
sario prima  
del prelievo

## Ansia

Evitare dolore e  
stati di ansia  
per evitare  
effetti sulla  
omeostasi  
respiratoria

# Prelievo del Campione

Evitare dolore, trauma e contaminazione con aria

**Arteria**

Evitare contaminazione con sangue venoso

**Capillare**

Richiede di ottenere una certa arterializzazione

**Vena**

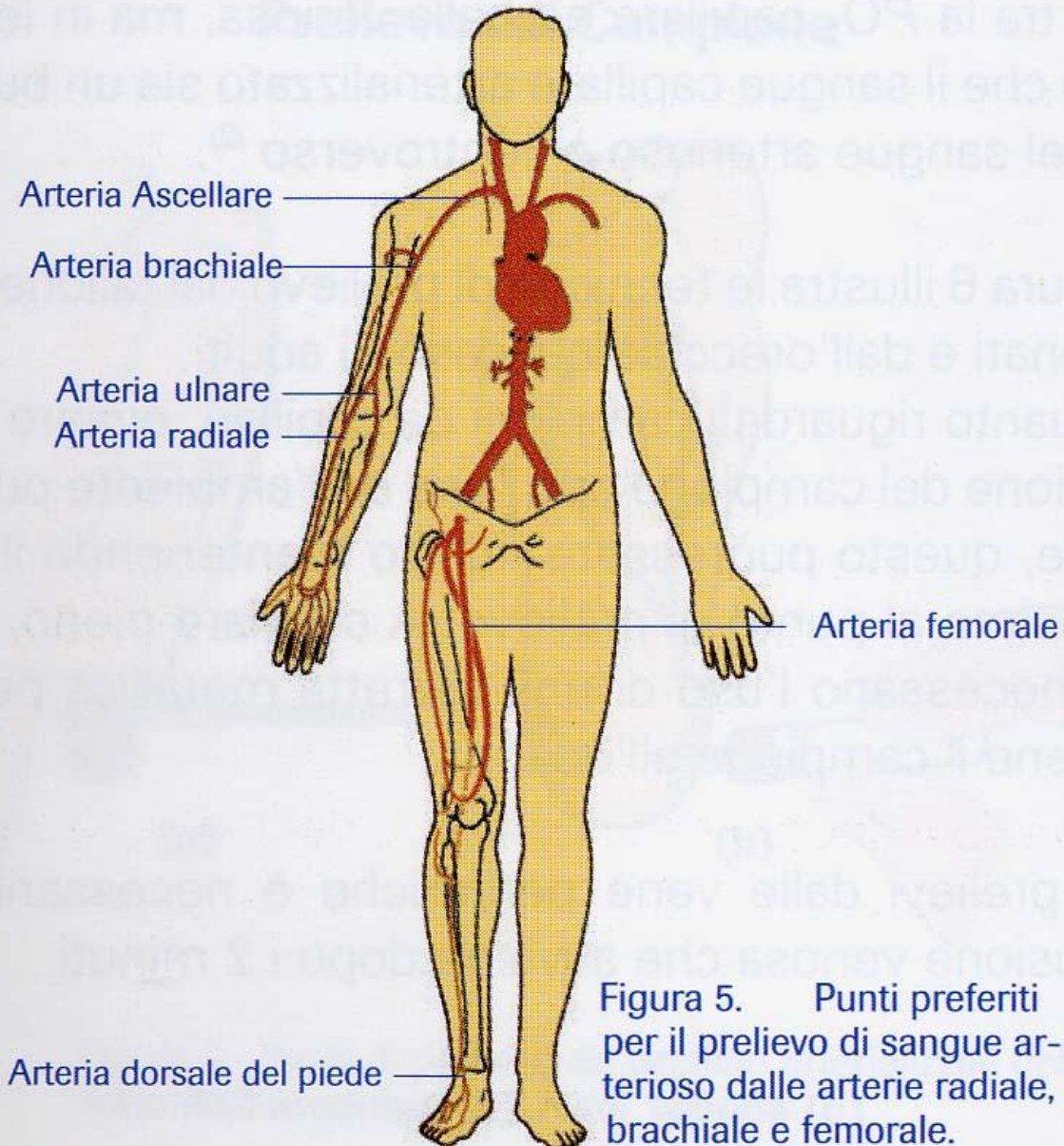
Evitare occlusione venosa

**Catetere/  
Cannula**

Evitare contaminazione con liquido di lavaggio

Eliminare aria, Miscelare, Etichettare

## Punti di Prelievo





## Prelievo del Campione

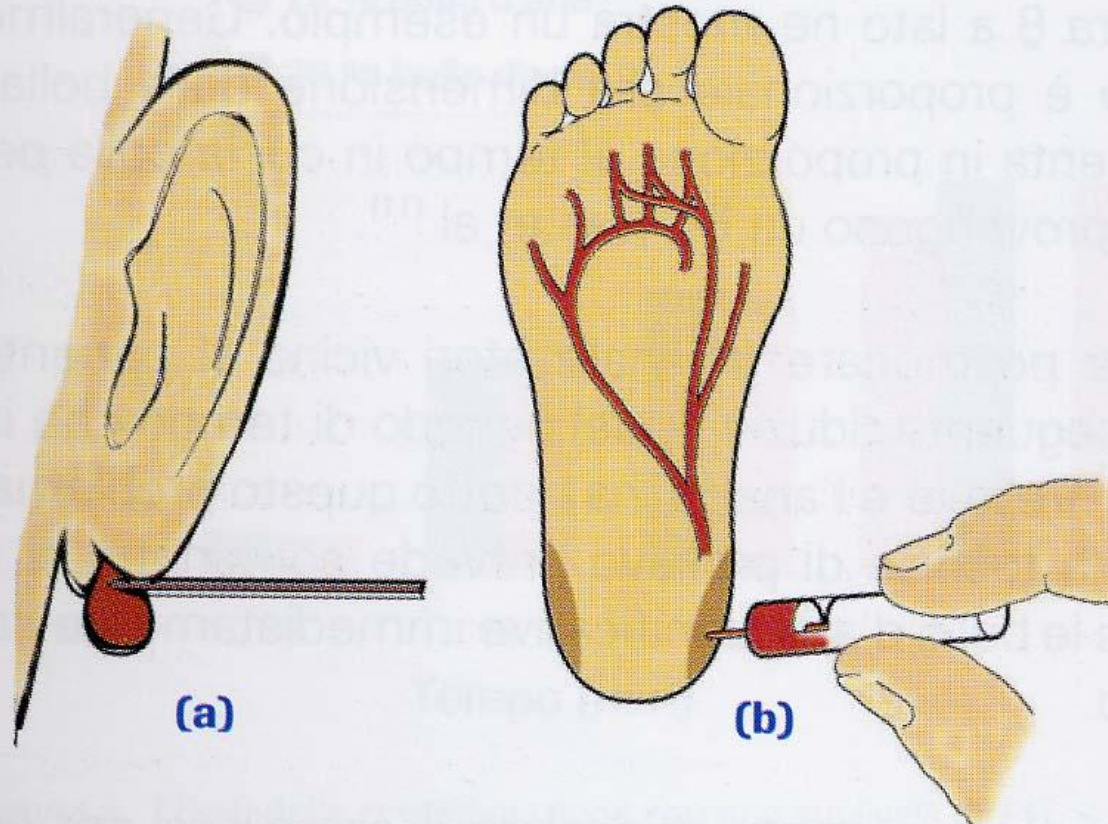
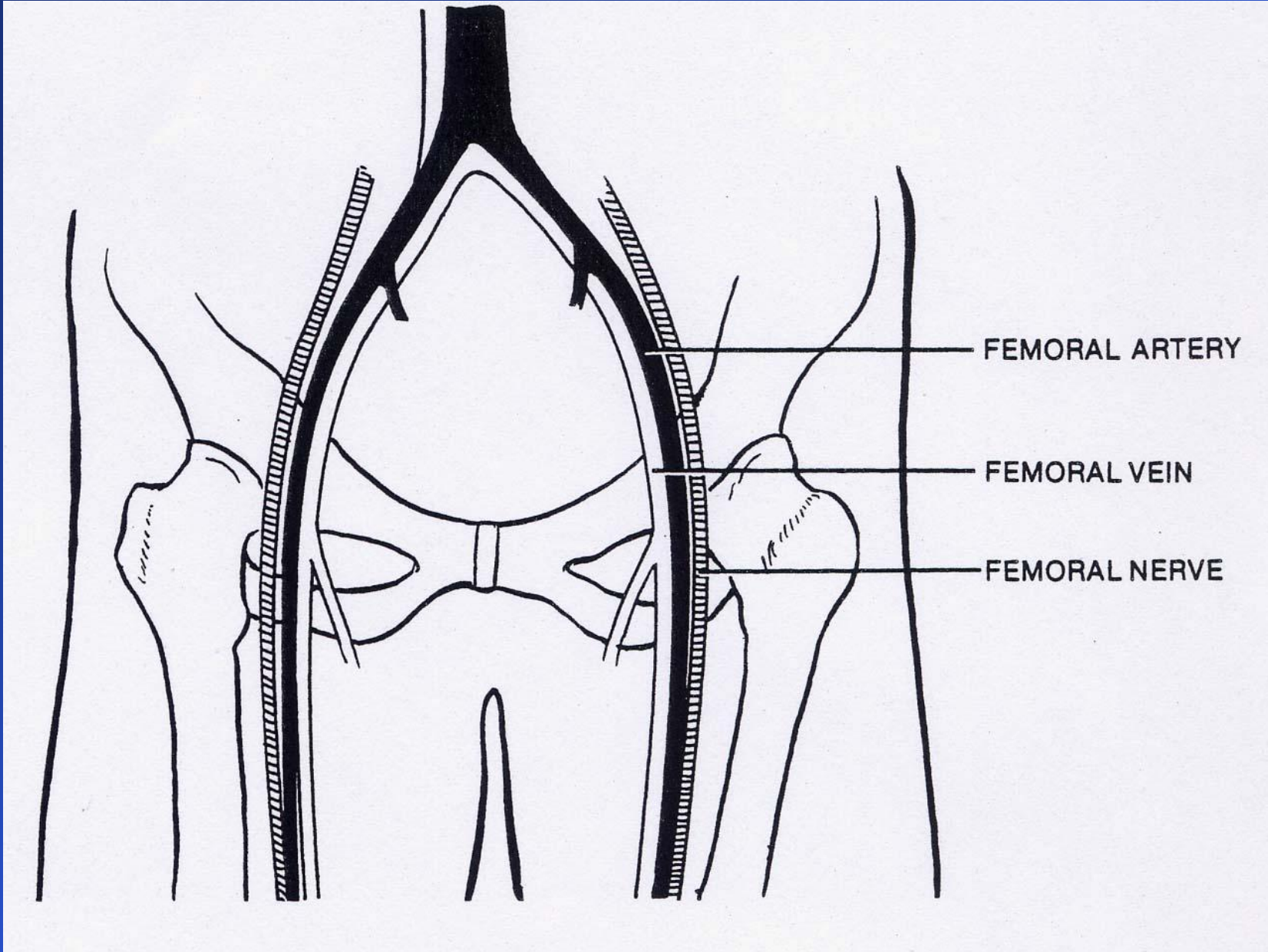


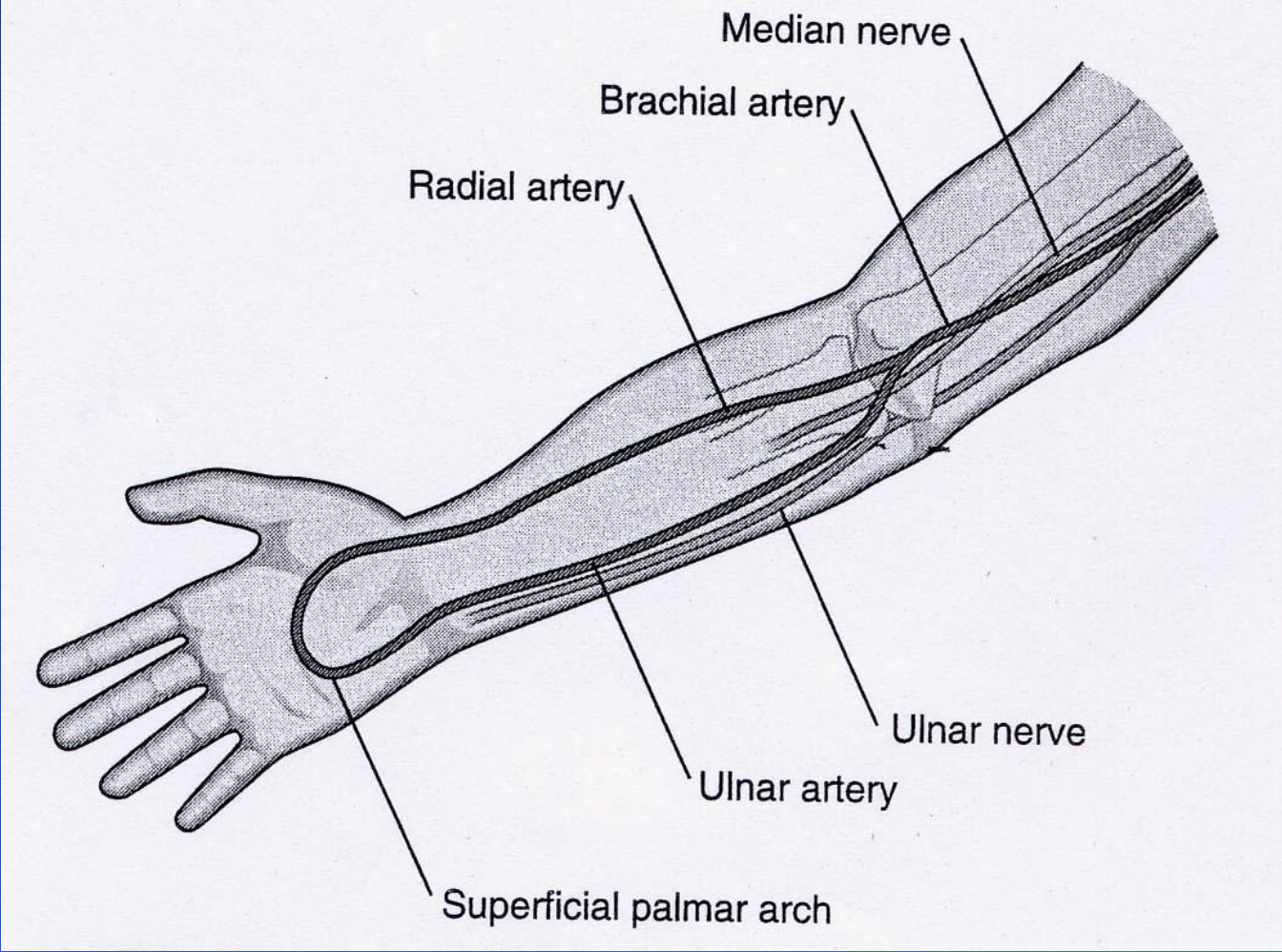
Figura 6. Punti di prelievo da capillari arterializzati del **lobo dell'orecchio (a)** e del **tallone (b)**



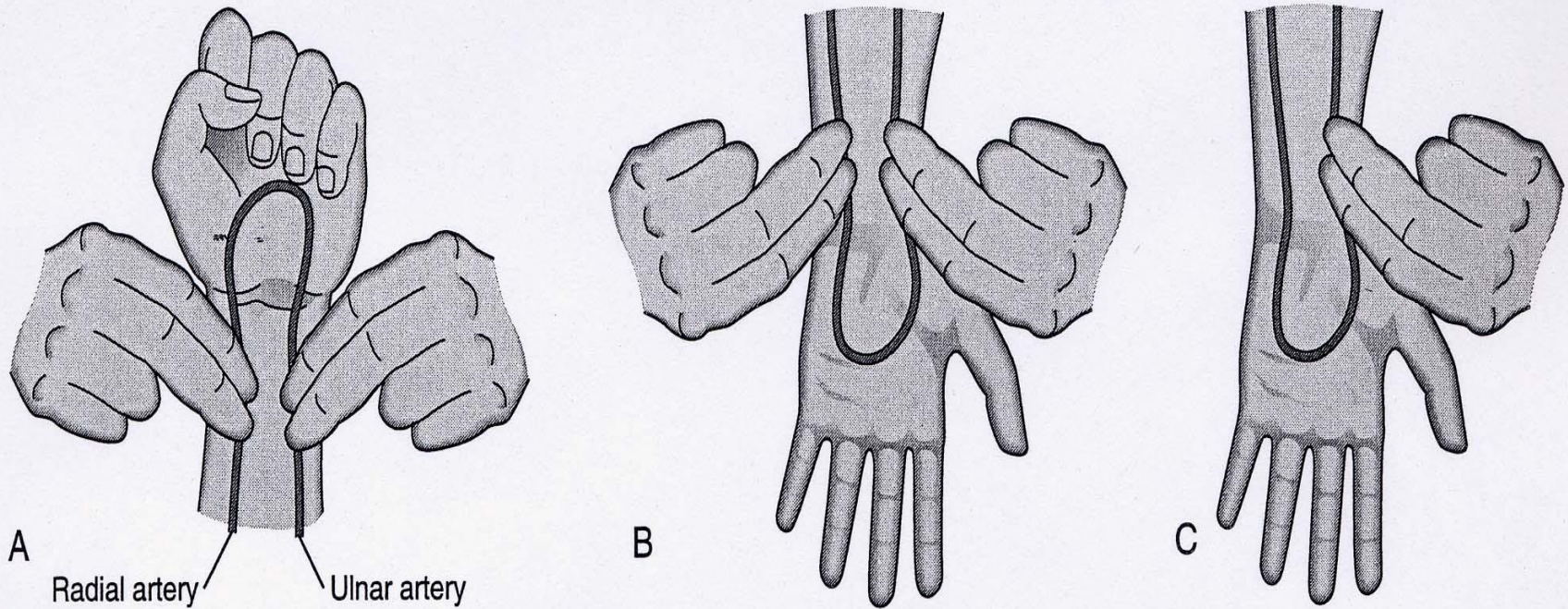
FEMORAL ARTERY

FEMORAL VEIN

FEMORAL NERVE



# Test di Allen



Modified Allen test. Elevate patient's hand and instruct patient to open and close fist several times. *A*, With patient's fist clenched, simultaneously occlude the radial and ulnar arteries. *B*, Instruct patient to lower and open fist. Observe for pallor in the patient's hand. *C*, Release the pressure over the ulnar artery, and observe the hand for the return of color. (From Bucher L, Melander SD. *Critical Care Nursing*. Philadelphia: WB Saunders; 1999.)

Uso di un pulsossimetro?

- *lavaggio mani*

- *Il lavaggio delle mani (9-5-2006): <http://inospfe.it/intranet/>  
→ strumenti → accreditamento → procedure aziendali*

- *posizione dell'avambraccio-mano*

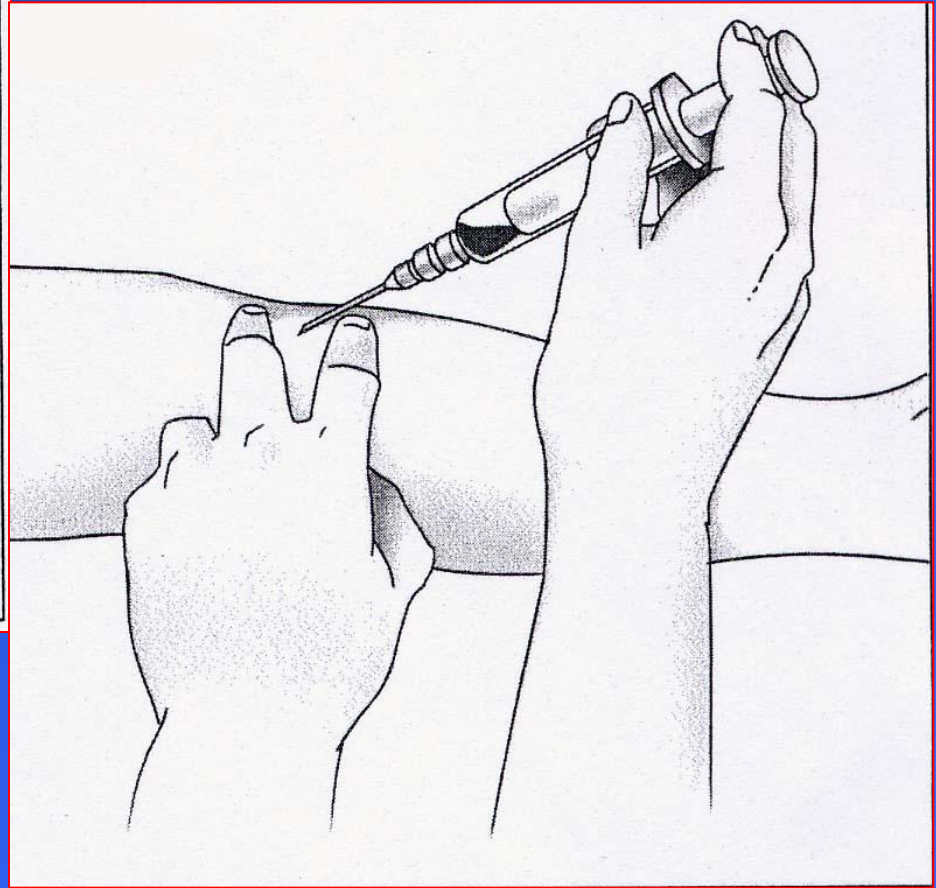
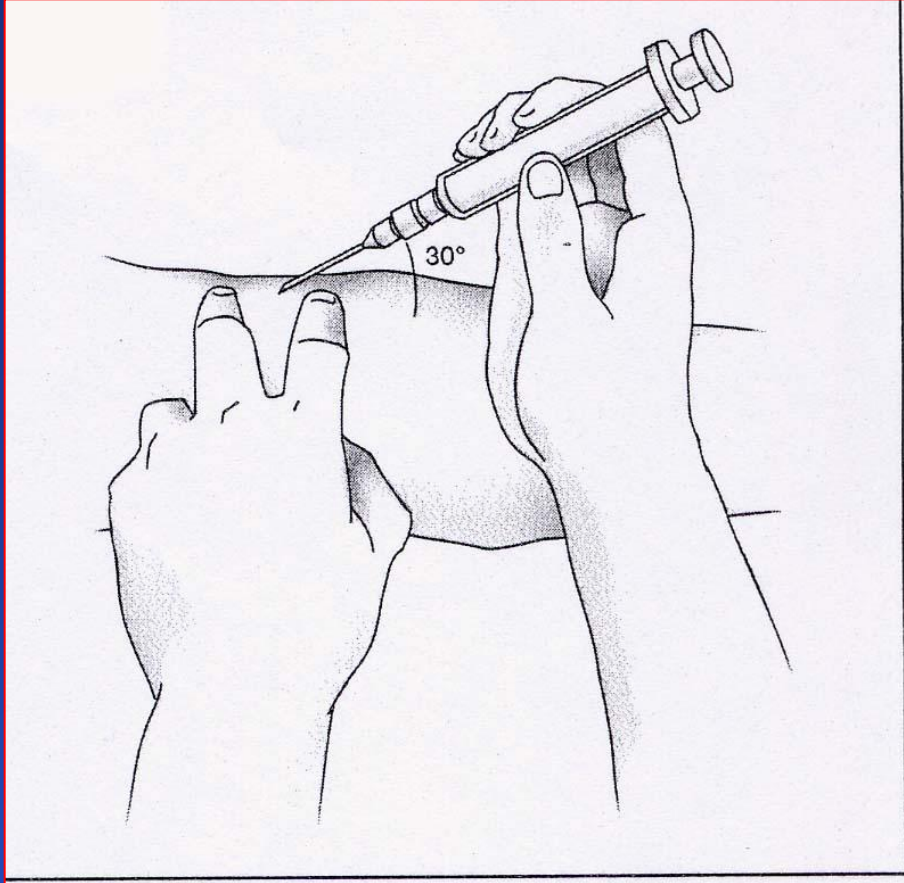
- *disinfezione*

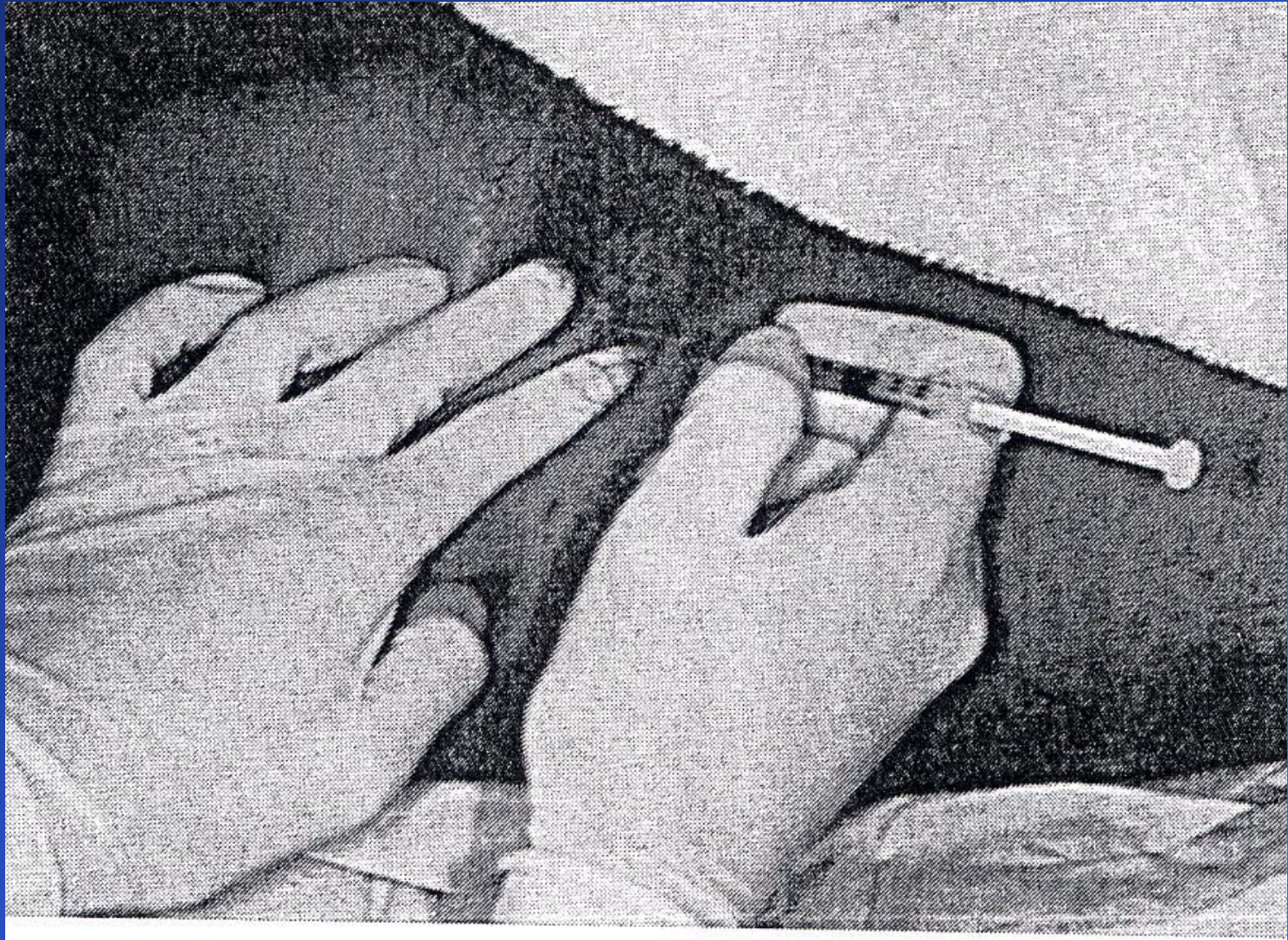
- *Protocollo utilizzo dei disinfettanti e degli antisettici (mag 2005): <http://inospfe.it/intranet/> → strumenti → accreditamento → istruzioni operative*

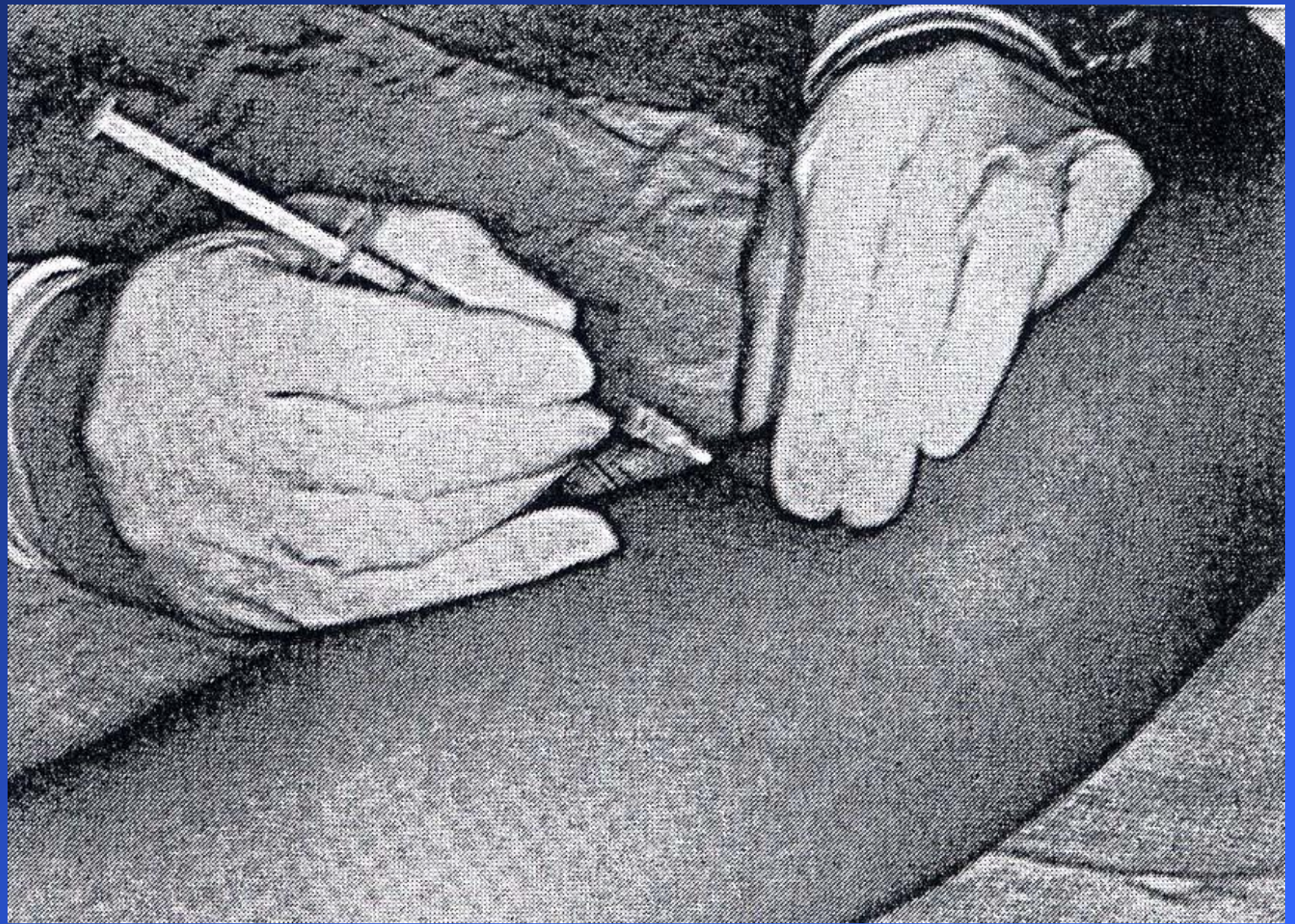
- *guanti*

- *(anestesia)*

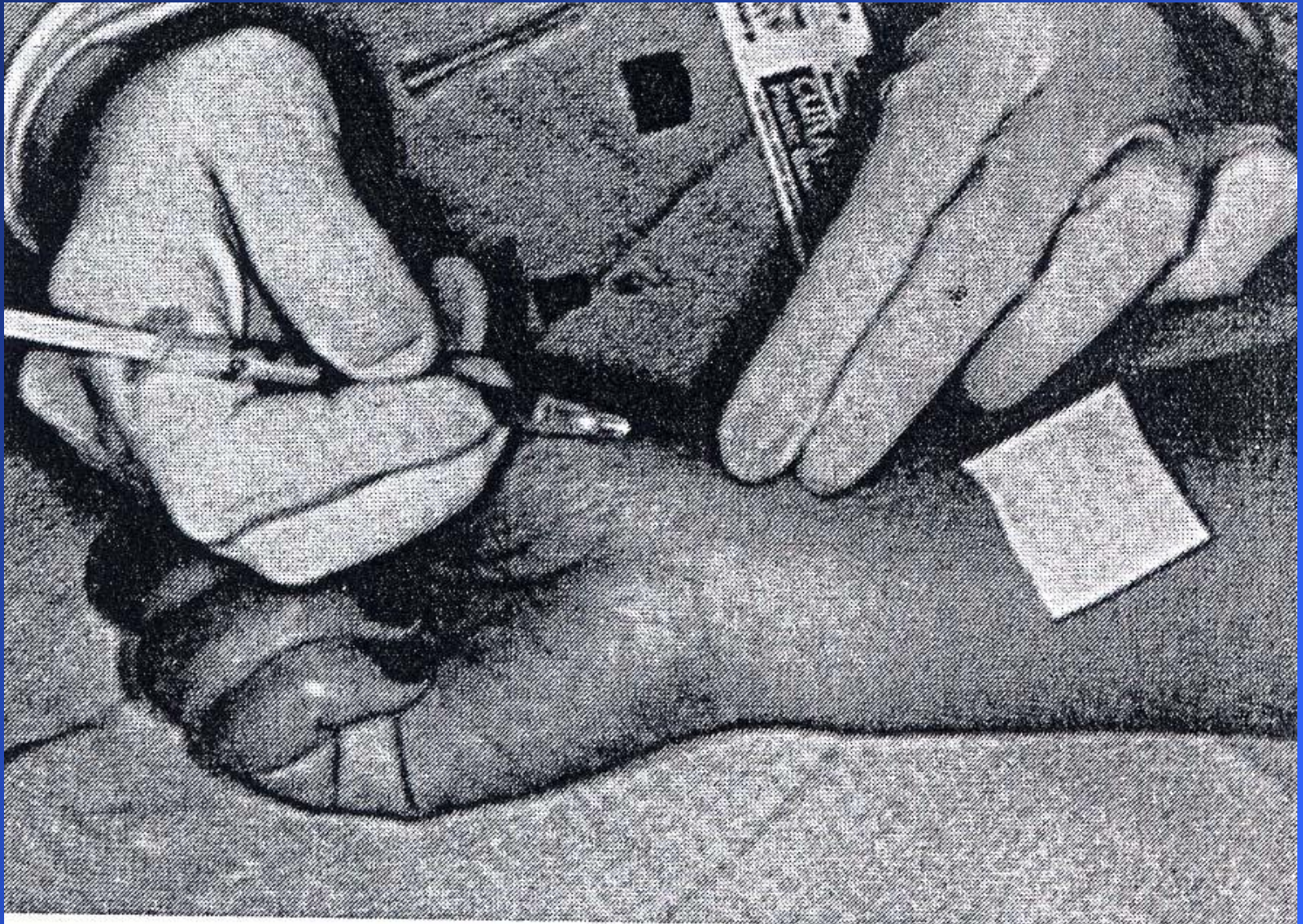
# *tecnica della puntura arteriosa e del prelievo*









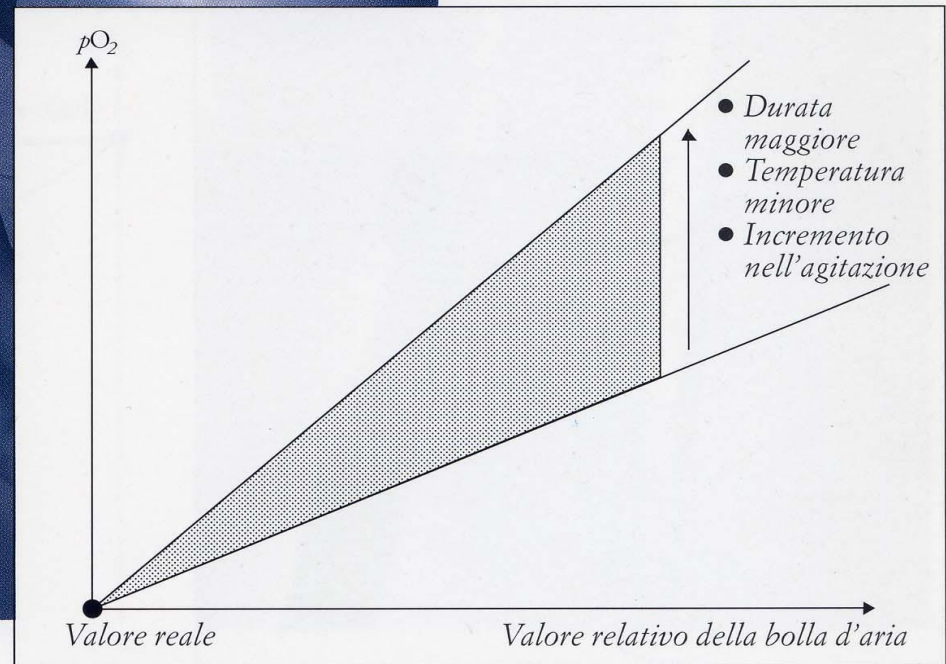
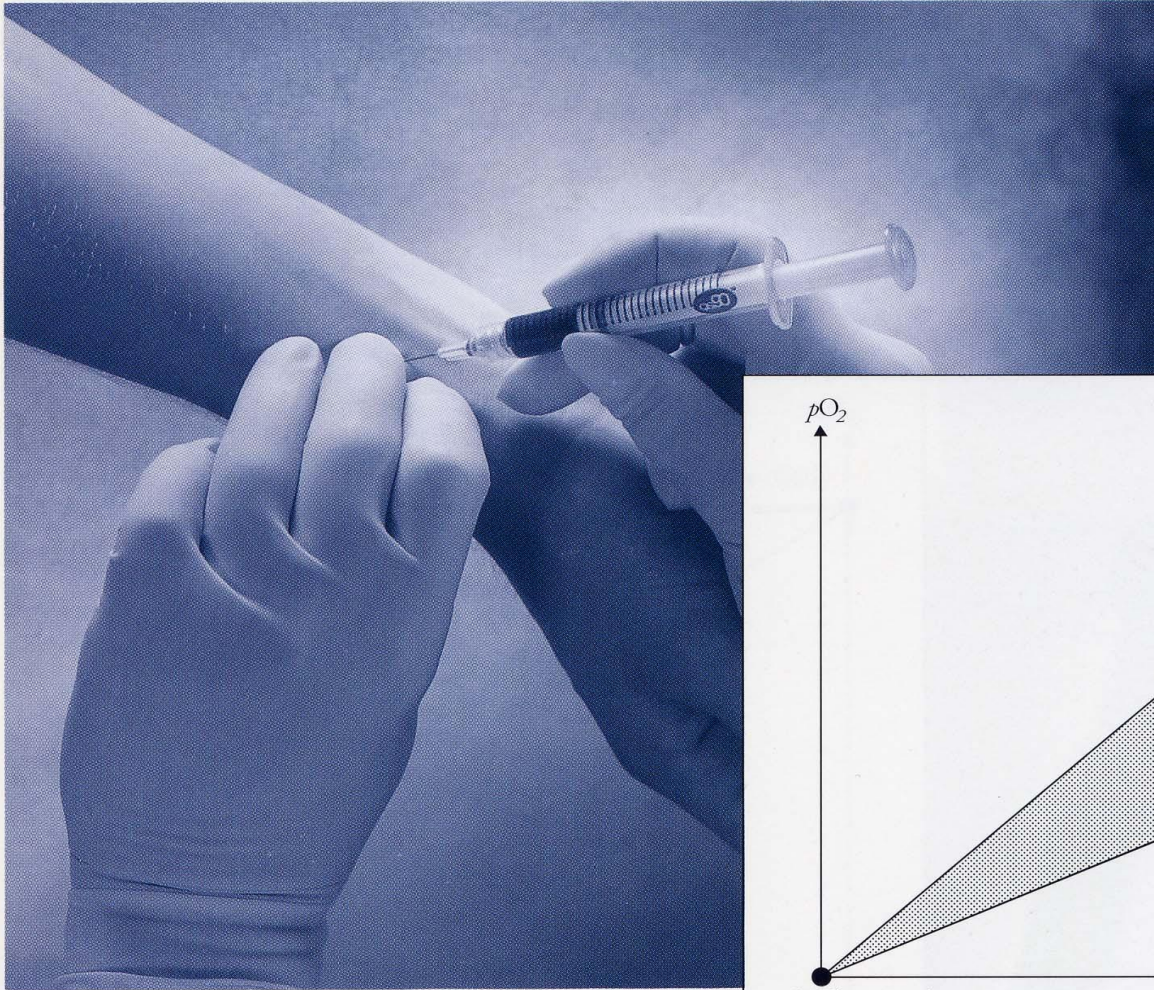


# *compressione*

---

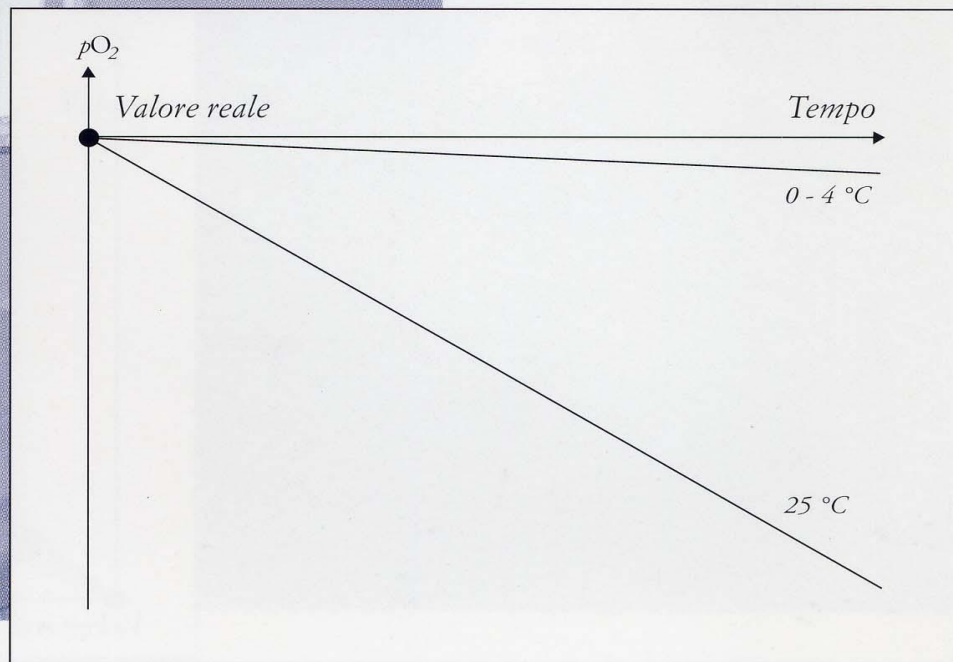
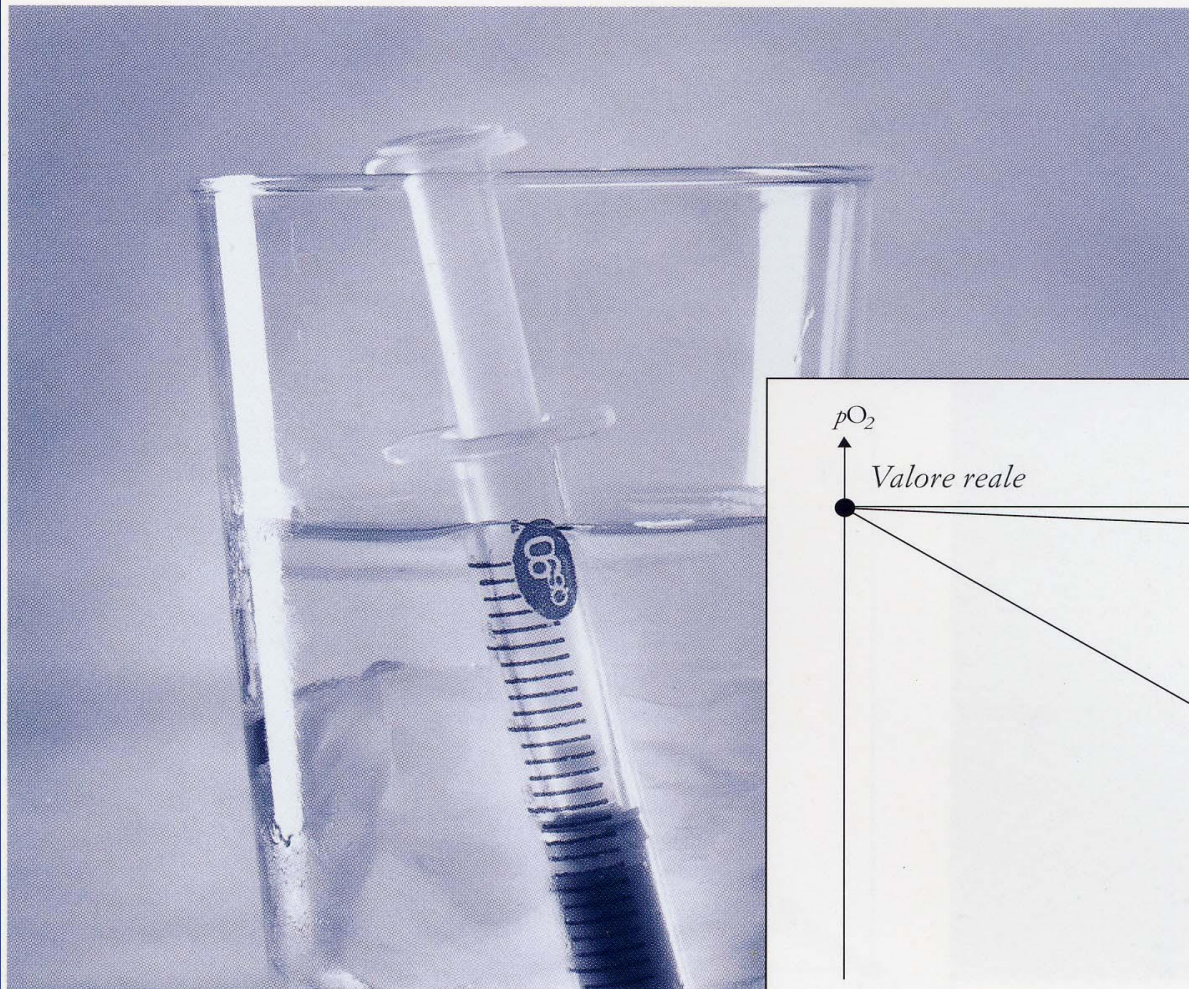
- diretta x 3-5 min
- cerotto

# eliminazione delle bolle d'aria



Le bolle d'aria possono influenzare seriamente la  $pO_2$ , anche se sono molto piccole (l'1% del volume del campione). Ciò dipende da molteplici fattori, es.: le dimensioni della bolla d'aria in relazione al volume del campione, lo stato iniziale dell'ossigeno del campione e le condizioni di conservazione del campione (durata, temperatura, agitazione).

# conservazione del campione



*Il metabolismo di un campione di sangue causa una caduta dei valori di  $pO_2$ . Le basse temperature, necessarie per la conservazione, rallentano il metabolismo.*

Durante la

# Trattamento e Trasporto del Campione

**Analisi  
<15 min  
a Temp. Amb.**

Situazione ideale  
per tutti i param.

Entro 15 min  
metabolismo e  
perdite di gas e  
ioni insignificante

**Analisi  
15 - 60 min  
4° C**

Soddisfacente per  
tutti i parametri

Il raffreddamento  
evita metabolismo  
e perdita di ioni

**Analisi  
15 - 60 min  
a Temp. Amb.**

Insoddisfacente  
per molti param.

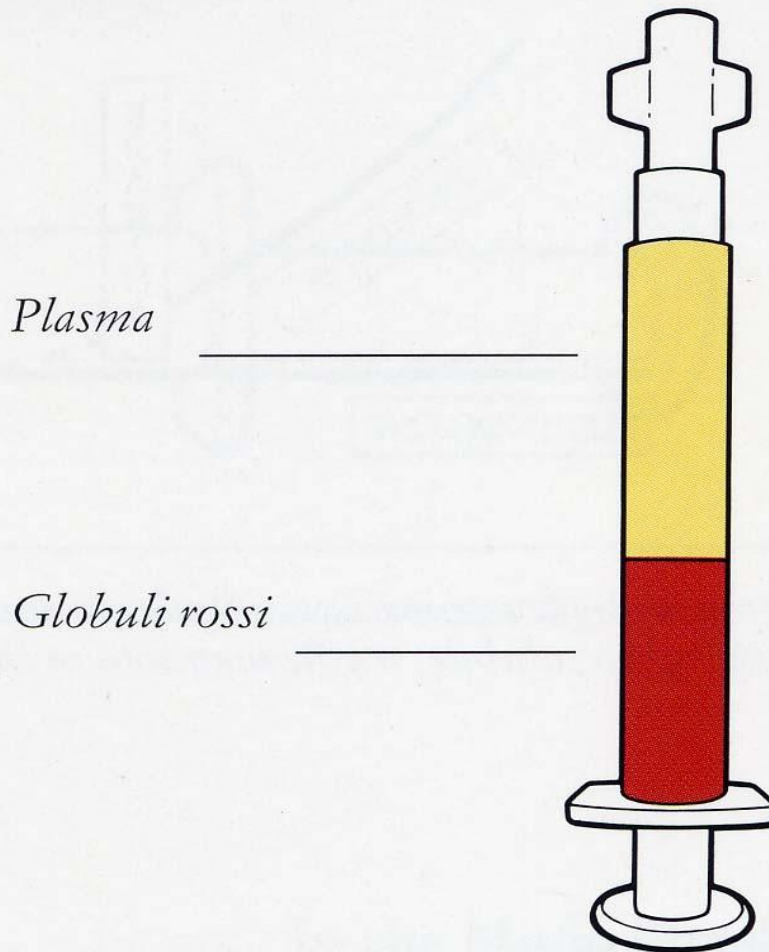
Possono diminuire  
pH  $PO_2$ , Ca, Glu,  
Possono aument.:  
 $PCO_2$ , K, Lac.

**Posta  
Pneumatica**

Trasporto veloce  
ma può causare:

Perdita di ioni per  
le vibrazioni  
Peggioramento ef-  
fetto delle bolle  
d'aria

# *miscelazione del campione*



*Dopo alcuni minuti i globuli rossi si depositano e quindi all'interno del campione si verifica una separazione. E' quindi obbligatorio miscelare il campione prima di introdurlo nell'analizzatore.*

# Immediatamente Prima dell'Analisi

**Inserire  
ID Paziente e  
Campione**

**Inserire i da-  
ti su paziente  
e campione  
nello stru-  
mento/LIS**

**Eliminare  
Aria e  
Coaguli**

**Eliminare  
bolle d'aria  
Eliminare  
coaguli dal-  
l'attacco  
della siringa**

**Miscelare  
Campione**

**Miscelare  
campione  
per renderlo  
omogeneo  
per Hb, Hct  
ed Na**

**Iniettare  
Lentamente**

**Evitare pres-  
sione d'inie-  
zione ecces-  
siva o errori  
per  $PO_2$  e K**

# Sintesi dell'Assicurazione Qualità Pre-Analitica

## *Esecuzione dell'Analisi*

## *Richiesta di Analisi*





# *complicanze (1)*

- **ematoma**

- utilizzare aghi di calibro adeguato
- effettuare adeguata emostasi
- posizionare ghiaccio
- informare-educare il paziente

- **emorragia** (se anticoagulato o alterazione piastrinica)

- emostasi per 10 min o più (verificare circolazione)
- posizionare ghiaccio
- informare-educare il paziente

## *complicanze (2)*

- **neuropatia**
  - utilizzare aghi di calibro adeguato
  - effettuare adeguata emostasi - posizionare ghiaccio
- **intorpidimento della mano**
  - tecnica corretta (non ridirigere più volte l'ago, una volta penetrata la cute; evitare tentativi multipli)
- **spasmi arteriosi** (da problemi circolatori o tentativi multipli)
  - scegliere nuovo sito del prelievo

## *complicanze (3)*

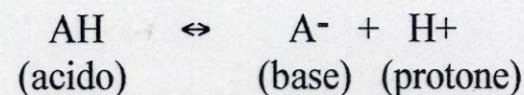
- **trombosi**
  - utilizzare aghi di calibro adeguato
  - non “intestardirsi”
- **ischemia**
  - effettuare test di Allen
- **infezione**
  - effettuare la procedura con tecnica asettica

# Equilibrio acido-base Emogasanalisi (1)

- Il mantenimento delle funzioni cellulari dipende dal metabolismo cellulare (processi biochimici ed enzimatici). I processi metabolici richiedono un ambiente rigidamente regolato. Perché la cellula mantenga le sue normali funzioni metaboliche, molti fattori come la temperatura, l'osmolarità, gli elettroliti, i substrati nutritivi e l'ossigeno devono essere mantenuti entro limiti strettamente determinati. *Uno dei fattori più importanti nel mantenimento dell'ambiente cellulare è costituito dal numero di ioni idrogeno liberi (protoni) in soluzione, cioè dalla concentrazione idrogenionica.*

Quindi per un funzionamento efficiente ed appropriato dei processi enzimatici e biochimici legati al metabolismo intracellulare è necessario che la concentrazione degli idrogenioni si mantenga entro certi limiti molto stretti. Inoltre, per alcune funzioni critiche come i fenomeni elettro-fisiologici del miocardio e del sistema nervoso centrale e per le risposte cellulari alle azioni di composti chimici endogeni ed esogeni (per esempio ormoni e farmaci) occorre un ambiente interno a pH specifico. Deviazioni rilevanti da tali stretti margini sono mal tollerate e possono costituire una minaccia per la vita.

- ACIDO = sostanza che libera idrogenioni (H<sup>+</sup>) nella soluzione in cui è disciolta  
BASE = sostanza che accetta idrogenioni dalla soluzione in cui è disciolta



# Equilibrio acido-base Emogasanalisi (2)

- Il pH è un sistema comodo per esprimere la concentrazione degli ioni H<sup>+</sup> in una soluzione: 
$$\text{pH} = \frac{1}{[\text{H}^+]}$$

Se la [H<sup>+</sup>] aumenta la soluzione diventa più acida ed il pH diminuisce.

Se la [H<sup>+</sup>] diminuisce la soluzione diventa più basica ed il pH aumenta.

- Poichè l'ambito fisiopatologico in cui può variare il pH del sangue arterioso è molto ristretto (6.80-7.80), devono esistere dei meccanismi omeostatici dell'organismo che hanno il compito di mantenere costante il pH del sangue, del liquido extracellulare (LEC) e del liquido intracellulare (LIC) e di compensare le sue variazioni fisiopatologiche, riportandole nell'ambito della normalità.

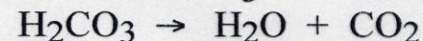
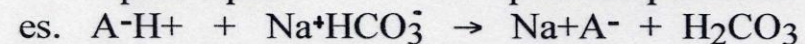
I meccanismi omeostatici devono far fronte ogni giorno alle variazioni fisiologiche dell'equilibrio acido-base rappresentate dalle entrate e uscite di H<sup>+</sup>.

- I principali meccanismi omeostatici sono:
  - polmone (eliminazione CO<sub>2</sub>)
  - rene (eliminazione H<sup>+</sup> e riassorbimento o eliminazione HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)
  - sistemi tampone ( soluzione tampone è quella che limita le

variazioni di pH quando ad essa viene aggiunta una base o un acido; si oppone all'aggiunta o alla sottrazione di H<sup>+</sup> facendo sì che il pH non cambi)

Ogni soluzione tampone è composta da una miscela di un acido debole e della sua base:

- . H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> / HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ac.carbonico/bicarbonati
- . H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> / HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup> fosfato acido/fosfato basico
- . Hb / Hb<sup>-</sup> emoglobina/emoglobinati
- . prot / prot<sup>-</sup> proteine/proteinati



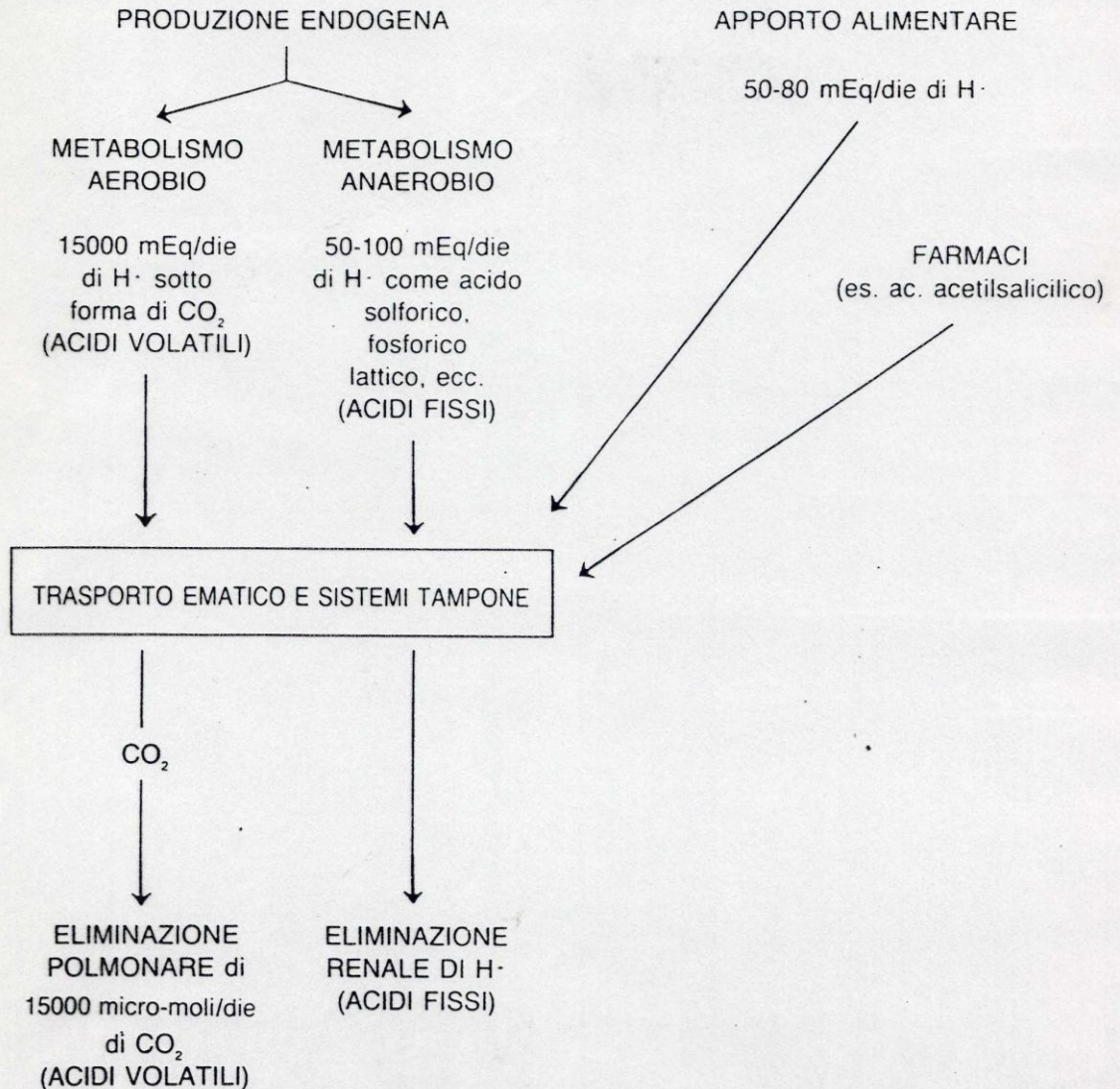
# Equilibrio acido-base Emogasanalisi (3)

Se invece:

le Entrate sono  $\triangleright$  Uscite si avrà Accumulo di  $H^+$  cioè ACIDOSI (pH  $\downarrow$ )

le Entrate sono  $\triangleleft$  Uscite si avrà Perdita di  $H^+$  cioè ALCALOSI (pH  $\uparrow$ )

Tale bilancio degli ioni  $H^+$  può essere così schematizzato:



# Equilibrio acido-base Emogasanalisi (4)

Valori normali dei principali dati emogasanalitici del sangue arterioso e venoso.

	Sangue Arterioso	Sangue Venoso
pH (*)	7.40 (7.35 ÷ 7.45)	7.36 (7.31 ÷ 7.41)
PCO <sub>2</sub> (*) (pressione parziale di CO <sub>2</sub> - mmHg)	35 ÷ 45	41 ÷ 51
PO <sub>2</sub> (*) (pressione parziale di O <sub>2</sub> - mmHg)	80 ÷ 100	35 ÷ 40
HCO <sub>3</sub> (bicarbonato - mmol/l)	22 ÷ 26	22 ÷ 26
BE (eccesso di basi - mmol/l)	-2 ÷ +2	-2 ÷ +2
SAT (saturazione dell'emoglobina - %)	95 o più	75 (70 ÷ 75)

(\*) Valori misurati dall'apparecchio per emogasanalisi; tutti gli altri sono calcolati.

Tab. 14: Determinazione delle alterazioni dell'equilibrio acido-base mediante i valori di pH, PaCO<sub>2</sub>, e BE.

	pH	PaCO <sub>2</sub>	BE
(valori normali)	7.35 ÷ 7.45	35 ÷ 45	-2 ÷ +2
1. Acidosi respiratoria	↓	↑	N
2. Acidosi respiratoria compensata	N	↑	↑
3. Alcalosi respiratoria	↑	↓	N
4. Alcalosi respiratoria compensata	N	↓	↓
5. Acidosi metabolica	↓	N	↓
6. Acidosi metabolica compensata	N	↓	↓
7. Alcalosi metabolica	↑	N	↑
8. Alcalosi metabolica compensata	N	↑	↑
9. Acidosi mista, respiratoria e metabolica	↓	↑	↓
10. Alcalosi mista, respiratoria e metabolica	↑	↓	↑

↑, aumento; ↓, diminuzione; N, normale

# Equilibrio acido-base Emogasanalisi (5)

## EMOGASANALISI ARTERIOSA

$$\text{pH} \propto \frac{\text{HCO}_3^-}{\text{PaCO}_2} \quad \text{è come se avessimo:} \quad 5 = \frac{10}{2}$$

Acidosi: il pH è inferiore al valore normale

Alcalosi: il pH è superiore al valore normale

- Acidosi metabolica = il pH è inferiore al normale per diminuzione dell' $\text{HCO}_3^-$  (es.1-2-3)  
Acidosi metabolica compensata = vi è una  $\downarrow$  dell' $\text{HCO}_3^-$ , ma il pH è solo lievemente inferiore alla norma o normale per la  $\downarrow$  della  $\text{PaCO}_2$  (es.4)
- Acidosi respiratoria = il pH è inferiore al normale per  $\uparrow$  della  $\text{PaCO}_2$  (es.5)  
Acidosi respiratoria compensata = vi è un  $\uparrow$  della  $\text{PaCO}_2$ , ma il pH è solo lievemente inferiore al normale o normale per l' $\uparrow$  dell' $\text{HCO}_3^-$  (es.6)
- Alcalosi metabolica = il pH è superiore al normale per l' $\uparrow$  dell' $\text{HCO}_3^-$  (es.9)  
Alcalosi metabolica compensata = vi è un  $\uparrow$  dell' $\text{HCO}_3^-$ , ma il pH è solo lievemente superiore alla norma o normale per l' $\uparrow$  della  $\text{PaCO}_2$
- Alcalosi respiratoria = il pH è superiore al normale per  $\downarrow$  della  $\text{PaCO}_2$  (es.8)  
Alcalosi respiratoria compensata = vi è una  $\downarrow$  della  $\text{PaCO}_2$ , ma il pH è solo lievemente superiore alla norma o normale per la  $\downarrow$  dell' $\text{HCO}_3^-$
- Acidosi mista = il pH è inferiore alla norma per la contemporanea  $\downarrow$  dell' $\text{HCO}_3^-$  e  $\uparrow$  della  $\text{PaCO}_2$  (es.7)





# Anticoagulanti – Quali?



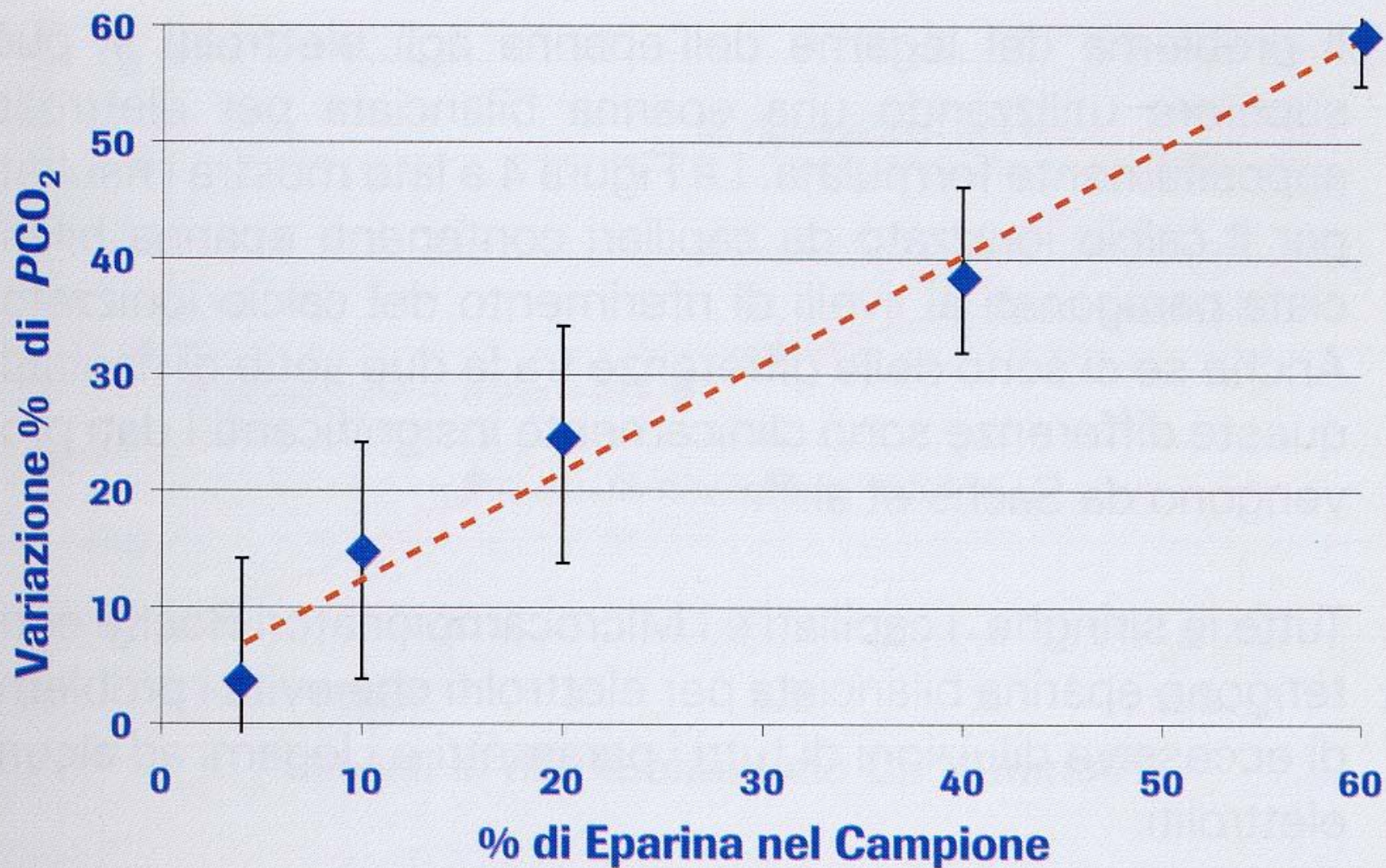


Figura 2. Effetti dell'eccesso di eparina sui livelli di  $PCO_2$   
Dati di Hutchison et al <sup>(7)</sup> .