



# BIOSENSORI AD AZIONE QUALITATIVA

*Barci Francesco*

*RICCIONE 8 MAGGIO 2024*



“feedback” (a volte scritto “feed-back”) è un termine che trae origine dall'ambito tecnico e scientifico, in cui indica l'effetto risultante da un'azione e la capacità del sistema di modificarsi in base a tale effetto, in un processo circolare.



08/05/2024

Francesco BARCI

3



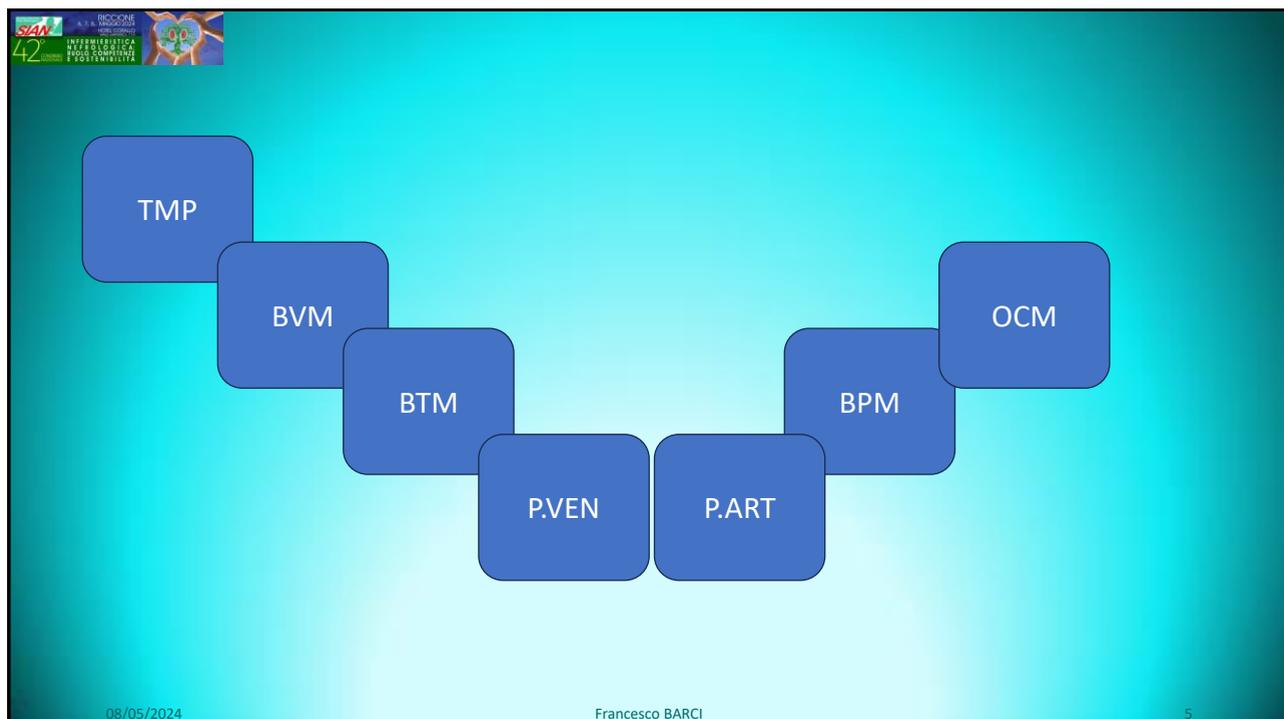
Il feedback viene segnalato all'operatore attraverso un allarme acustico e visivo che non blocca lo svolgimento del trattamento dialitico



08/05/2024

Francesco BARCI

4



**Perché parliamo di monitoraggio dell'accesso vascolare?**

Per eseguire l'emodialisi è necessario un accesso vascolare che permetta un flusso ematico elevato.

I pazienti che arrivano allo stadio terminale dell'insufficienza renale cronica e pertanto necessitano di terapia dialitica sostitutiva risultano essere sempre più anziani con numerose e gravi comorbidità.





## E' responsabilità dello staff medico e infermieristico preservare l'accesso vascolare

- L'accesso vascolare è un aspetto complesso ed importante nei trattamenti dialitici
- Prolungare la vita e la pervietà del VA sono importanti obiettivi
- L'individuazione precoce delle possibili complicazioni è la sfida più importante per mantenere la pervietà a lungo termine del VA
- E' sempre importante effettuare la valutazione del VA prima durante e dopo ciascuna seduta dialitica



08/05/2024

Francesco BARCI

7



## Gestione dell'accesso vascolare



08/05/2024

Francesco BARCI

8

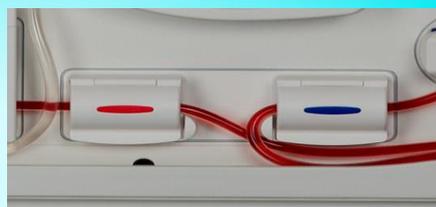




## BTM – Blood Temperature Monitoring

Il modulo ha tre funzioni

- Controllo della temperatura corporea a biofeedback
- Calcolo del ricircolo della fistola
- Calcolo del flusso della fistola



08/05/2024

Francesco BARCI

11

## Principio di funzionamento – dialisi isoterma

- Se si ha l'obiettivo di mantenere costante la temperatura del paziente si può impostare un flusso di variazione termica pari a  $0^{\circ} \text{ C/h}$
- Se la temperatura del paziente ( $T_{art}$ ) diminuisce durante il trattamento la temperatura del bagno di dialisi viene aumentata
- Viceversa, se la temperatura del paziente ( $T_{art}$ ) aumenta durante il trattamento la temperatura del bagno di dialisi viene diminuita



08/05/2024

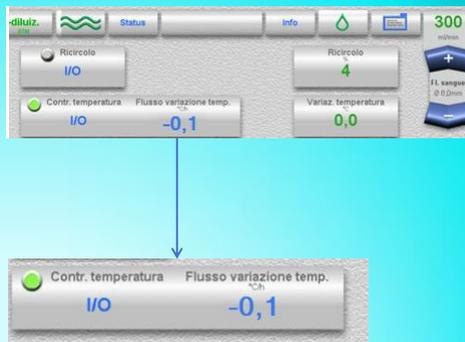
Francesco BARCI

12



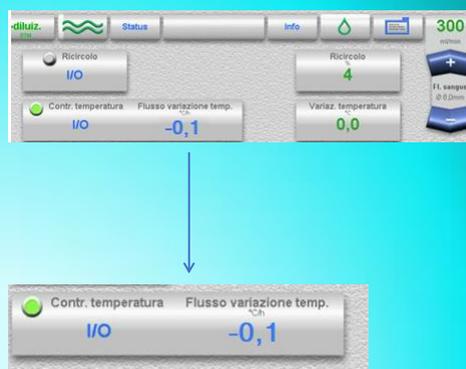
## BTM: Dialisi ipotermica

- Spesso si imposta una temperatura del bagno di dialisi volutamente bassa, con lo scopo di creare vasocostrizione e quindi mantenere la pressione entro limiti tollerati dal paziente
- Con il BTM è possibile impostare un flusso di variazione termica negativo, ad esempio  $-0,1^{\circ}$  C/h
- La variazione oraria negativa si riferisce alla temperatura DEL PAZIENTE



## BTM: Dialisi ipotermica

- I valori impostabili vanno da  $0$  a  $0,5$  C/h sia in positivo che in negativo
- NB: il parametro è una variazione di temperatura oraria, quindi impostando meno  $0,1^{\circ}$  C/h si intende fare diminuire la temperatura del paziente di  $0,4^{\circ}$  C nelle 4 ore
- In questo modo si esegue comunque una dialisi ipotermica, ma con notevoli vantaggi...



## Dialisi ipotermica

### BTM $T_d = 35,5^{\circ} C$

- Con il BTM si imposta una variazione di temperatura oraria del paziente
- L'abbassamento di  $T_d$  sarà quindi graduale e dipendente dalla risposta del paziente
- L'impostazione di una temperatura del dialisato bassa si manterrà costante per tutta la seduta dialitica
- Durante tutto il trattamento il bagno di dialisi sarà freddo, indipendentemente da come reagisce il paziente

08/05/2024 Francesco BARCI 15

## BTM: dati forniti dal monitor

Nella schermata trattamento è possibile consultare i grafici relativi al BTM:

- Variazione di temperatura del paziente (rossa) e variazione di temperatura del bagno di dialisi (verde)
- Variazione di temperatura arteriosa, venosa e del bagno di dialisi (ricircolo)
- Eventi riguardanti il modulo BTM (ricircoli misurati e variazione dei parametri impostati)



The screenshot displays the BTM monitor interface with the following data and graphs:

- ART (Arterial):** -80 mmHg
- VEN (Venous):** 120 mmHg
- SISTEMA SANGUE:** 149 / 60
- Parameters:** Vol. desid. UF: 3000, Tempo UF: 0:01, Flusso UF: 750, Volume UF: 2930, Na prescritto: 138, Bic. prescr.: 32,0.
- Dializzatore:** FX800 HDF
- Ricircolo:** 8
- Variaz. temperatura:** 0,1
- Graphs:** Three line graphs showing temperature variations over time for 'Variazione temperatura corporea', 'Ricarico BTM', and 'Ricarico BTM'.
- Azioni BTM:** A table of events:

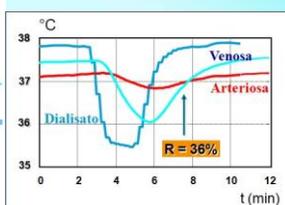
Orario	Evento
6:19	Controllo temperatura attivato con flusso 0,0 °C/h
6:35	Ricircolo: 4 % per flusso sangue 300 ml/min
6:52	Ricircolo: 41 % per flusso sangue 300 ml/min

08/05/2024 Francesco BARCI 16



## BTM: ricircolo della fistola

- La temperatura del bagno di dialisi subisce una variazione di circa  $2,5^{\circ}\text{C}$
- Il filtro, che si comporta da scambiatore di calore scalda/raffredda il sangue venoso
- Se non c'è ricircolo verrà scaldato/raffreddato solo il sangue venoso, altrimenti anche la temperatura del sangue arterioso verrà modificata in misura dipendente dall'entità del ricircolo della fistola



08/05/2024

Francesco BARCI

17

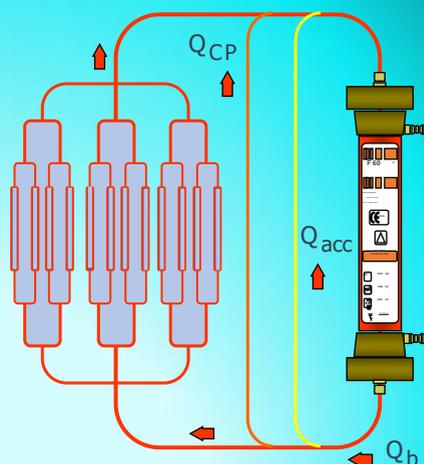


## Definizioni

### Ricircolo

È il flusso di sangue depurato inviato dall'uscita del dializzatore direttamente al suo ingresso senza passare nella microcircolazione dei capillari e quindi senza 'caricarsi' nuovamente delle sostanze da depurare.

### Ricircolo dell'accesso



08/05/2024

Francesco BARCI

18

### Rimozione dei cataboliti durante la dialisi

**Situazione ideale**

**Situazione reale**

Depurazione nel dializzatore

Ricarico nei tessuti

Conseguenza del ricircolo:  
gradiente di concentrazione inferiore  
fra sangue e dialisato delle sostanze da eliminare

08/05/2024 Francesco BARCI 19

### Ricircolo cardiopolmonare

ventricolo sinistro

polmoni

ventricolo sinistro

organi (fegato, milza, cervello ecc.)

fistola AV

Percorso del ricircolo cardiopolmonare

08/05/2024 Francesco BARCI 20

### Ricircolo dell'accesso

**Esempio: percorso del flusso in un accesso stenotizzato con flusso della fistola ridotto ( $Q_f < Q_b$ )**

$Q_f$  200 ml/min  
 $Q_r$  100 ml/min  
 $Q_b$  300 ml/min  
 $Q_b$  300 ml/min  
 $Q_f$  200 ml/min

$$R_{acc} = \frac{Q_r}{Q_b} = \frac{100}{300} = 33\%$$

08/05/2024 Francesco BARCI 21

### Rimozione di massa e ricircolo totale

- Flusso ematico 300 ml/min

— Urea  
 — Fosfati  
 — Vitamina B<sub>12</sub>

Il ricircolo riduce la rimozione di massa (clearance) di un fattore  $k$  in misura maggiore per le molecole di basso peso rispetto alle molecole di alto peso

08/05/2024 Francesco BARCI 22

## Comparazione delle cause di riduzione della Clearance

Cause che riducono la Clearance effettiva  
al di sotto della Clearance del dializzatore:

Collabimento del segmento pompa sangue del sistema linee:	0 – 10 %
Interruzioni (allarmi)	0 % - alte percentuali
Contenuto proteico del sangue:	11 – 20 %
Ricircolo Cardiopolmonare ( $R_{CP}$ ):	3 – 10 %
Ricircolo dell'accesso ematico ( $R_{acC}$ ):	0 – 70 %



Il ricircolo è potenzialmente la più importante causa di dialitica inadeguata  
Di conseguenza la qualità dell'accesso dovrebbe essere regolarmente controllata

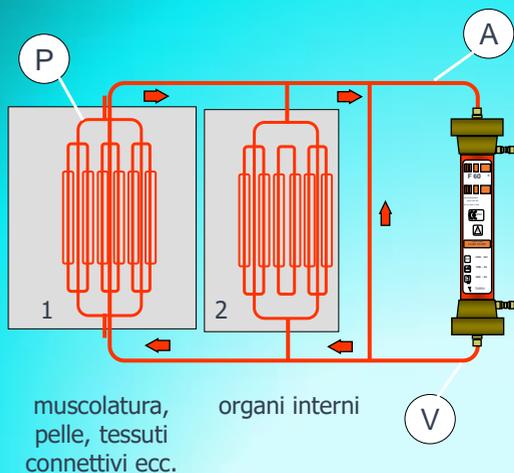
08/05/2024

Francesco BARCI

23



## Metodo Standard con 3 prelievi per il calcolo del ricircolo



Calcolo del ricircolo:

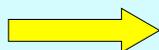
$$R = \frac{P - A}{P - V}$$

P = conc. Urea periferica

A = conc. Urea arteriosa

V = conc. Urea venosa

Presupposto: la concentrazione dell'Urea periferica è pari alla concentrazione dell'Urea nel sangue che fluisce verso la fistola



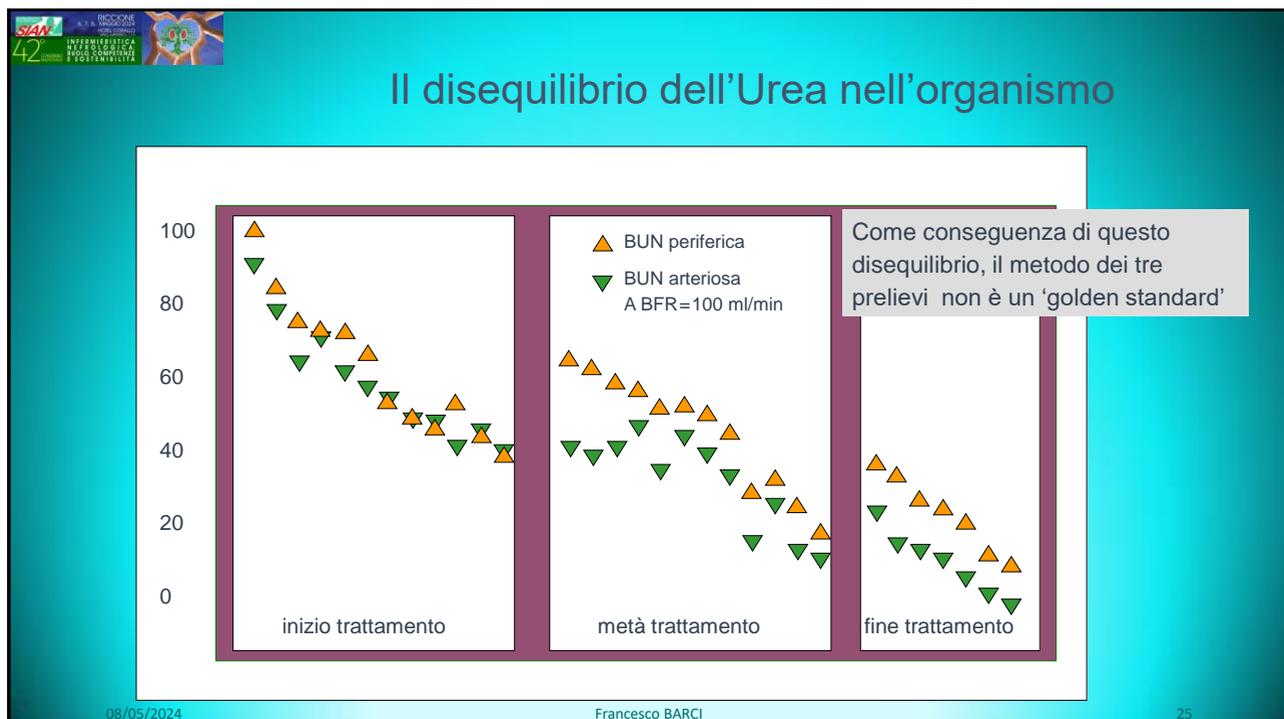
Presupposto errato

08/05/2024

Francesco BARCI

24





### Se il ricircolo misurato R al flusso ematico prescritto è:

- $R \leq 10\%$  :**
  - é presente solo il ricircolo cardiopolmonare (CPR)
  - L'accesso è OK
- $10\% < R < 20\%$  :**
  - Probabilmente vi è ricircolo accesso ACR
  - Misurare ancora R dopo aver aumentato il flusso ematico di 100 ml/min.
  - Se il ricircolo aumenta di più del 10%, continuare con  $R > 20\%$
- $R \geq 20\%$  :**
  - Controllare se le connessioni delle linee sono invertite
  - Controllare la posizione degli aghi
  - Se è OK, è molto probabile un accesso insufficiente
  - Si richiedono ulteriori accertamenti forse anche una revisione chirurgica

08/05/2024      Francesco BARCI      26



Il modulo OCM misura la Clearance del filtro rispetto all'urea **durante il trattamento**

La misura dell'OCM consente all'operatore di calcolare la dose di dialisi espressa come Kt/V

Feedback semplice ed immediato dell'OCM

## OCM Online Clearance Monitoring Perché?

Francesco BARCI Page 27



## Due ipotesi

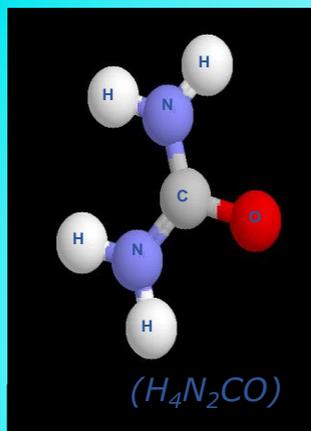
a) *valutare l'efficacia del trattamento sulla base delle percezioni del paziente (condizione ed attività fisica, condizione emotiva)*

b) *valutare l'efficacia del trattamento sulla base di analisi ematochimiche sui livelli di varie sostanze pre e post dialisi*

08/05/2024 Francesco BARCI 28



*Eeguire spesso analisi ematiche complete sul paziente non è possibile (costi, lavoro)....*



*...ma per fortuna c'è un elemento 'marker':*

*l' Urea*

08/05/2024

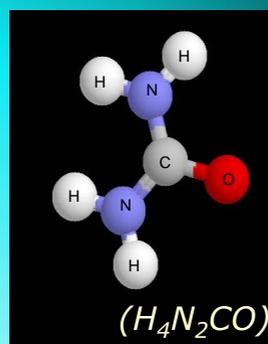
Francesco BARCI

29



## *Nozioni fondamentali sull'Urea*

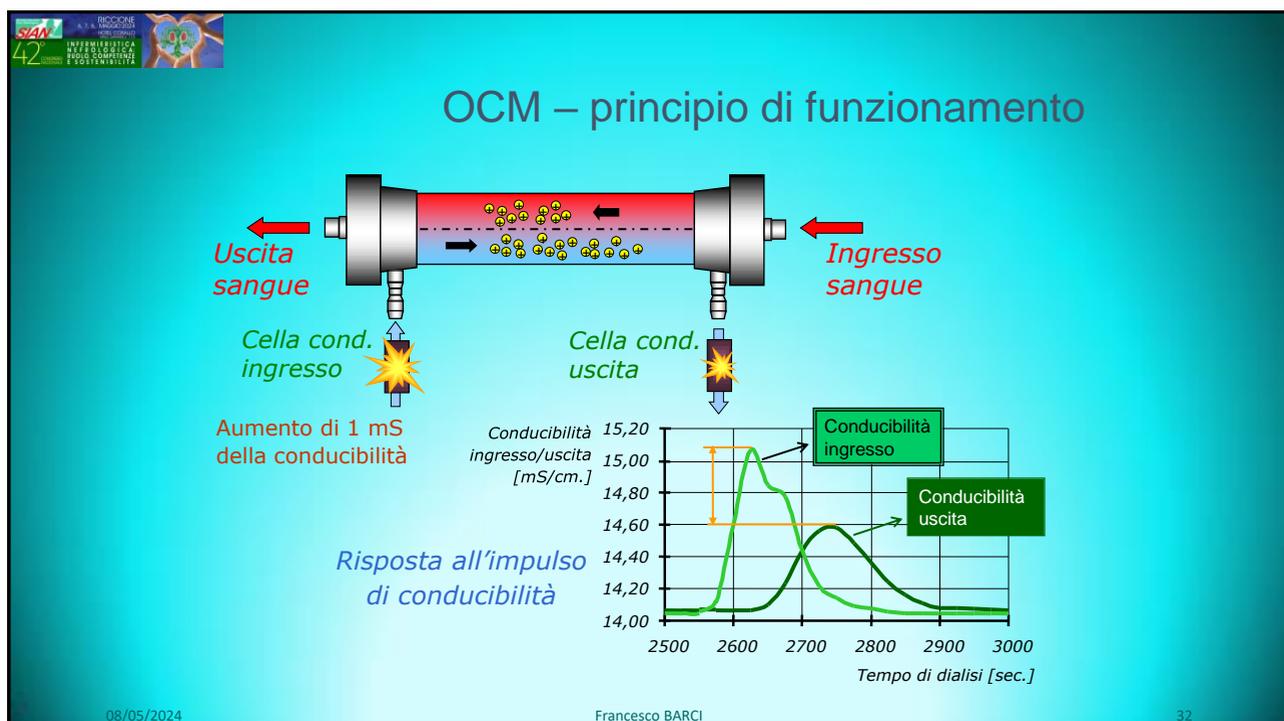
- é quantitativamente il più importante prodotto finale del metabolismo degli aminoacidi*
- fornisce informazioni sul tasso introito/catabolismo delle proteine*
- ha una distribuzione regolare nell'acqua corporea in concentrazione relativamente alta*
- é direttamente correlata all'ammontare dell'acidosi*
- essendo una sostanza a basso peso molecolare è un marker affidabile per l'ammontare di intossicazione uremica*



08/05/2024

Francesco BARCI

30



### OCM - Schermata

Clearance *in vivo*  $V_{urea}$  (impostato o calcolato con la formula di Watson – attraverso Bioimpedenziometria)

Dati riguardanti il Kt/V

Sodio plasmatico

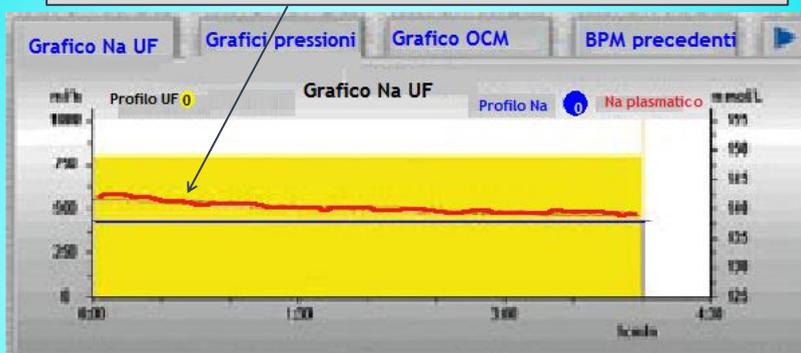
Francesco BARCI Page 33

- Per il calcolo del Kt/V l'operatore deve inserire il  $V_{urea}$  facendolo calcolare al monitor tramite la formula di Watson
- Utilizzando la patient card il valore di  $V_{urea}$  viene automaticamente memorizzato e il Kt/V viene sempre calcolato e memorizzato nella card



## Calcolo del sodio plasmatico

- Il modulo OCM è anche in grado di calcolare in maniera indiretta, quindi approssimativa il sodio nel plasma del paziente (linea rossa)
- La linea blu rappresenta il sodio prescritto



Le linee-guida del National Kidney Foundation considerate un riferimento mondiale raccomandano che:

- *la dose di dialisi sia regolarmente misurata almeno una volta al mese, usando un metodo standardizzato*
- *la dose di dialisi sia almeno 1,3*





## Conclusione 1

- La diagnosi precoce di malfunzionamento dell'accesso vascolare riduce il numero di trombosi
- Il costo complessivo è notevolmente ridotto a causa di un diminuito numero di ospedalizzazione, posizionamento cateteri, trattamenti per interventi chirurgici
- Il monitoraggio del flusso dell'AV con interventi preventivi dovrebbe essere lo STANDARD di cura nei pazienti emodializzati

08/05/2024

Francesco BARCI

39



**Thank you**

for your attention!



08/05/2024

Francesco BARCI

40