



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



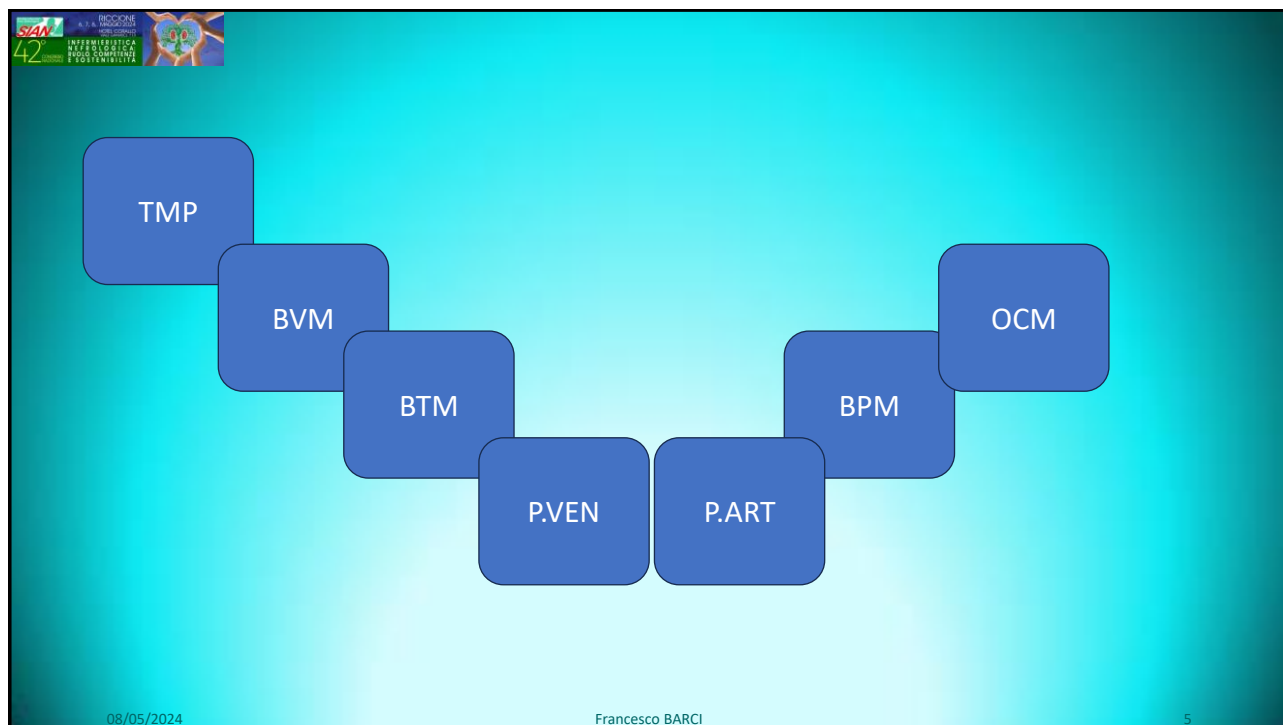
Il feedback viene segnalato all'operatore attraverso un allarme acustico e visivo che non blocca lo svolgimento del trattamento dialitico



08/05/2024

Francesco BARCI

4



08/05/2024


Francesco BARCI

5

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



The Standard of Care Supports Access Surveillance

EBPG (European Best Practice GuideLines)

- ❖ Guideline 4. Ruolo dello staff medico e infermieristico nella gestione dell'Accesso Vascolare
- Guideline 4.1: "Gli infermieri e lo staff medico dovrebbero essere coinvolti nella conservazione e nel monitoraggio dell'AV. Ogni paziente con malattia renale cronica dovrebbe avere un piano dichiarato per preservare l'accesso vascolare e potenziali siti di accesso."

VAS (Vascular Access Society)

- ❖ Guideline 5. Sorveglianza dell'Accesso Vascolare
- Guideline 5.1: "Prima di un qualsiasi incannulamento, gli accessi vascolari dovrebbero essere valutati da un esame fisico ."
- Guideline 5.2. "Il monitoraggio dell'accesso vascolare deve essere eseguito su base regolare misurando il flusso dell'accesso ."

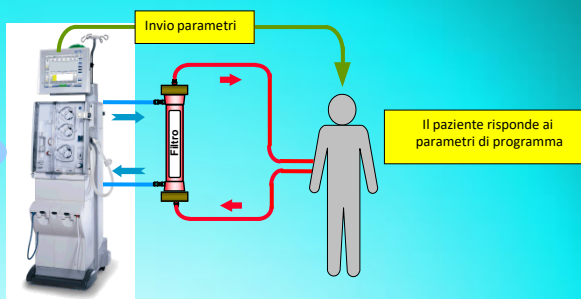
08/05/2024

Francesco BARCI

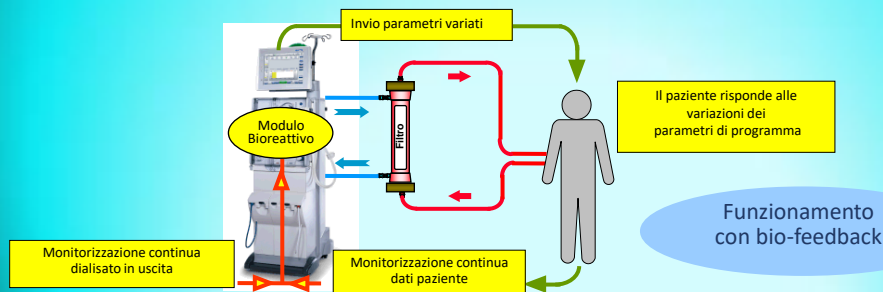
9

Blood Temperature Monitoring – Modulo Bio-reattivo

Funzionamento standard



Il paziente risponde alle variazioni dei parametri di programma



08/05/2024

Francesco BARCI

10





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



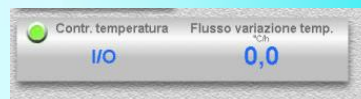
08/05/2024

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° 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



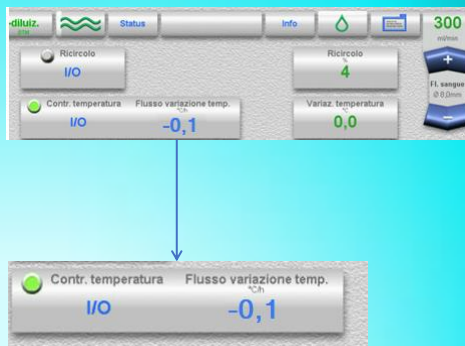
08/05/2024

Francesco BARCI

12

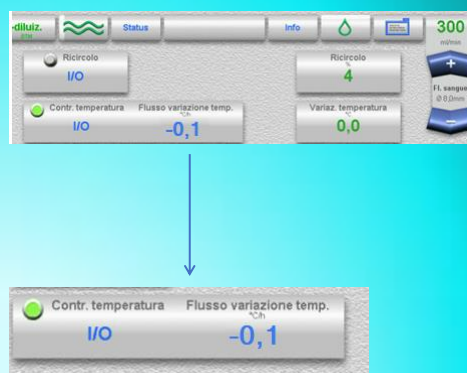
BTM: Dialisi ipotermica

- 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 shows the BTM monitor interface with the following data:

- ART (mmHg):** -80
- VEN (mmHg):** 120
- Vol. desid. UF:** 3000
- Tempo UF:** 0:01
- Flusso UF (ml):** 750
- Volume UF (ml):** 2930
- Na prescritto (mmol):** 138
- Bic. prescr. (mmol):** 32,0
- Dializzatore:** FX800 HDF
- Ricircolo:** 8
- Variaz. temperatura:** 0,1

The interface includes three graphs:

- Variazione temperatura corporea:** Shows patient temperature (red line) and dialysate temperature (green line) over time.
- Ricircolo BTM:** Shows arterial (red), venous (blue), and dialysate (green) temperatures over time.
- Azioni BTM:** A table of events.

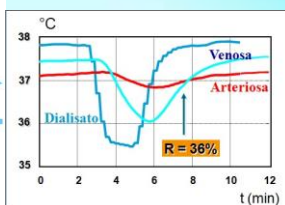
Orario	Evento
6:19	Controllo temperatura attivato con flusso 0,0 °C/h
6:35	Ricircolo: 4 % per flusso sangue 300 ml/min
6:52	Ricircolo: 41 % per flusso sangue 300 ml/min

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

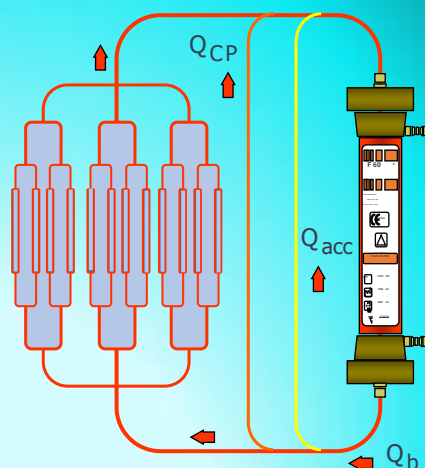


Definizioni

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



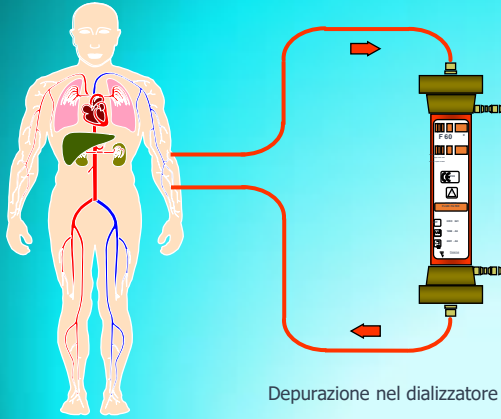
08/05/2024

Francesco BARCI

18

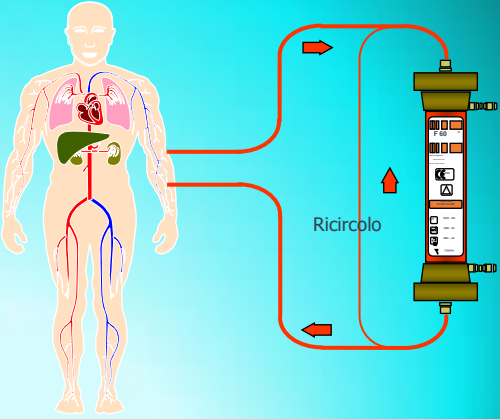
Rimozione dei cataboliti durante la dialisi

Situazione ideale



Depurazione nel dializzatore

Situazione reale



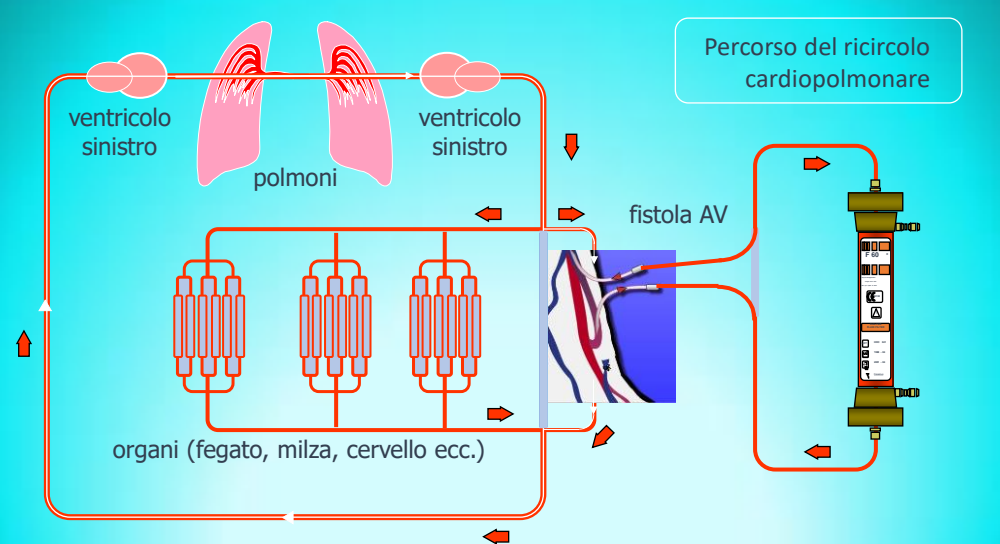
Ricircolo

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

Carico nei tessuti

08/05/2024 Francesco BARCI 19

Ricircolo cardiopolmonare



Percorso del ricircolo cardiopolmonare

ventricolo sinistro polmoni ventricolo sinistro

fistola AV

organi (fegato, milza, cervello ecc.)

08/05/2024 Francesco BARCI 20

Ricircolo dell'accesso

ventricolo sinistro, polmoni, ventricolo sinistro, organi (fegato, milza, cervello ecc.), fistola AV

200 ml/min Q_f

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

300 ml/min Q_b

100 ml/min Q_r

300 ml/min Q_b

200 ml/min Q_f

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

08/05/2024 Francesco BARCI 21

Rimozione di massa e ricircolo totale

- Flusso ematico 300 ml/min

1.0

0.8

0.6

0.4

0.2

0.0

0 20 40 60 80 100

— Urea

— Fosfati

— Vitamina B₁₂

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

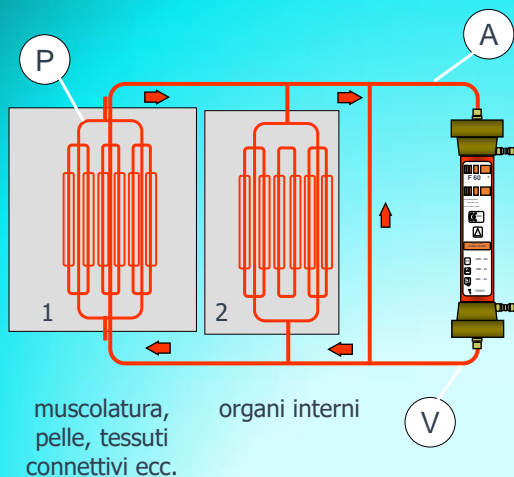
Cause che riducono la Clearance effettiva
al di sotto della Clearance del dializzatore:

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

Metodo Standard con 3 prelievi per il calcolo del ricircolo



Calcolo del ricircolo:

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

P = conc. Urea periferica

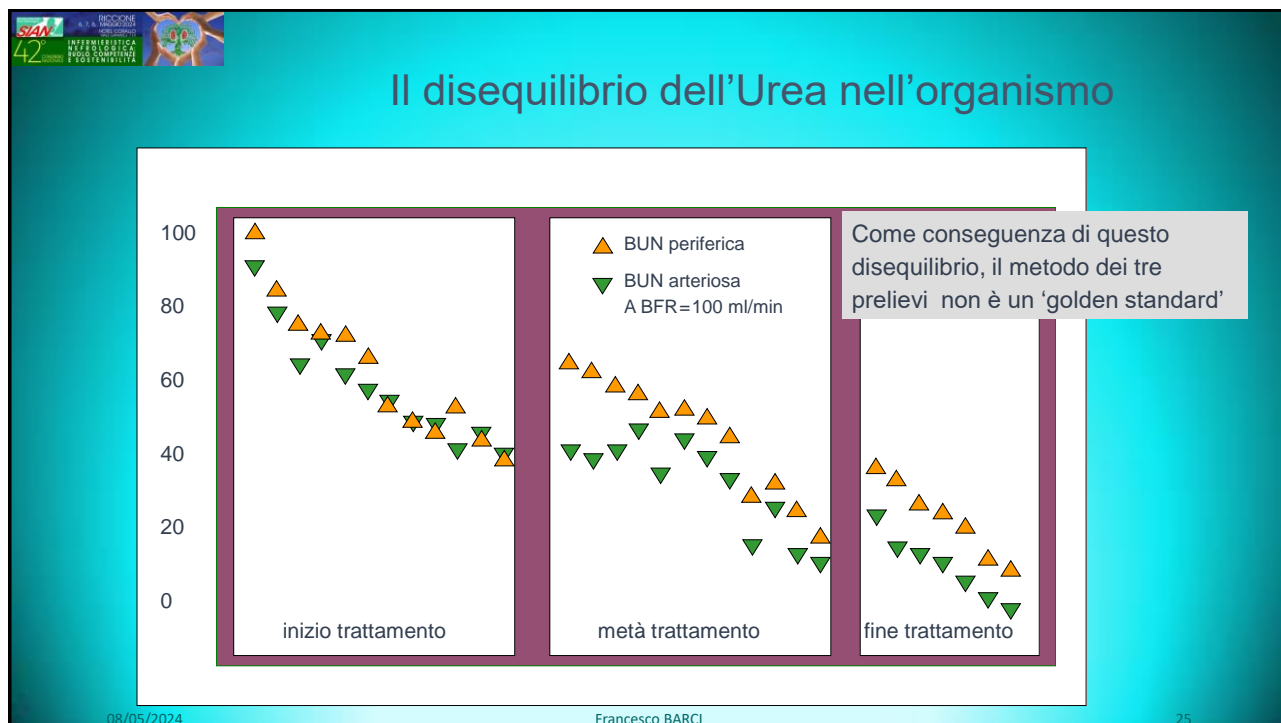
A = conc. Urea arteriosa

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



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

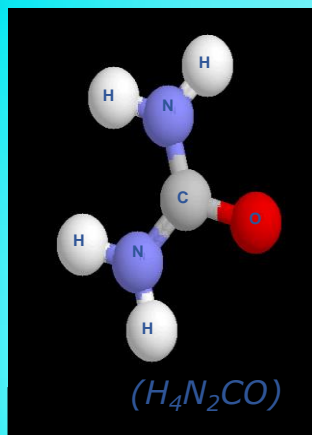
a) *valutare l'efficacia del trattamento sulla base delle percezioni del paziente (condizione ed attività fisica, condizione emotiva)*

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

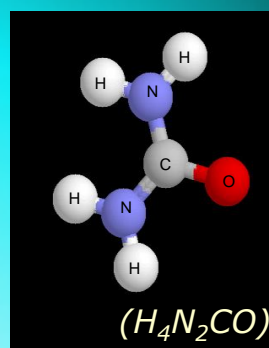
Francesco BARCI

29



Nozioni fondamentali sull'Urea

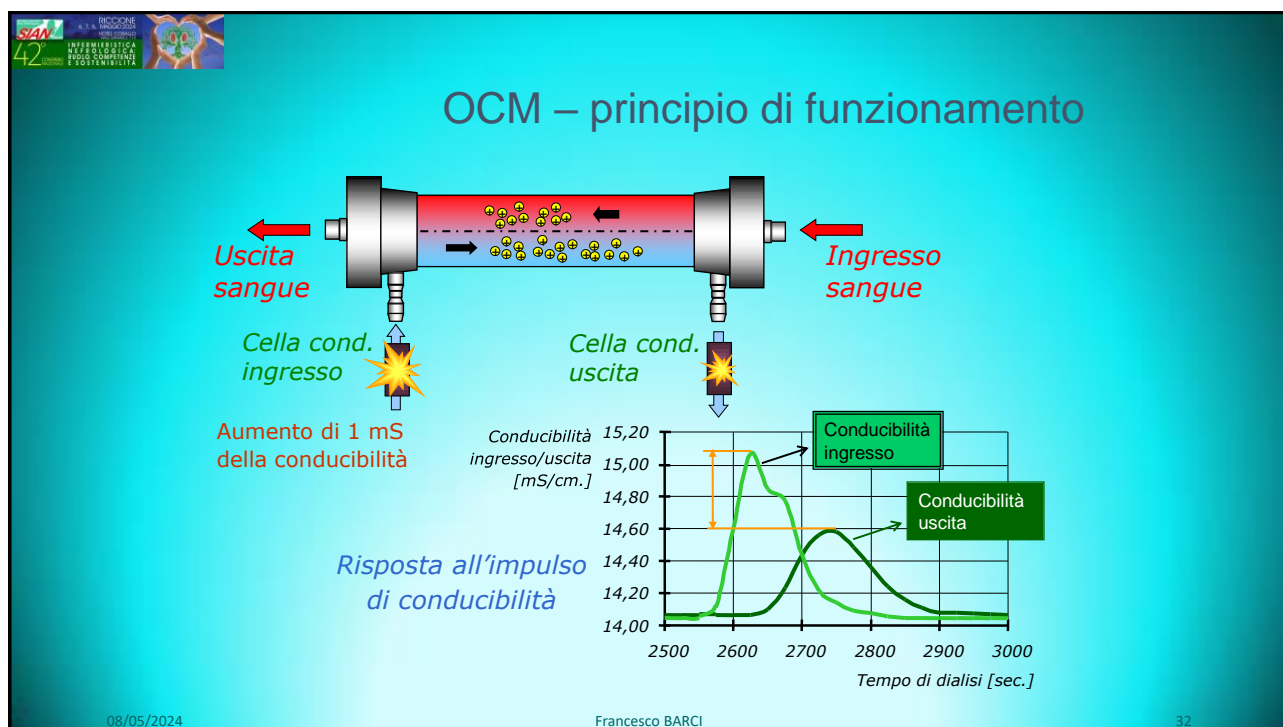
- é quantitativamente il più importante prodotto finale del metabolismo degli aminoacidi*
- fornisce informazioni sul tasso introito/catabolismo delle proteine*
- ha una distribuzione regolare nell'acqua corporea in concentrazione relativamente alta*
- é direttamente correlata all'ammontare dell'acidosi*
- 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)

The screenshot shows the OCM interface with the following data:

Kt/V desid.	Hct %	V (urea)	OCM I/O
1,3	36	39,5	I/O
Clearance ml/min	Kt/V	Tempo per otten. Kt/V desid.	Kt/V (atteso)
231	0,35	2:42	1,40
Na plasma mmol/l			
142			

Additional parameters: ART -80 mmHg, VEN 120 mmHg, FL sangue @ 8,0mm, Timer UF I/O, Pr. sangue 140 / 80.

Buttons: OCM, EPARINA, ONLINE, SISTEMA SANGUE, FILTRO PARAZIONE, MENU DIALISATO, MENU UF, TRATTAMENTO, REINFUSIONE, PULIZIA, OPZIONI, SISTEMA.

Francesco BARCI Page 33

Dati riguardanti il Kt/V

Sodio plasmatico

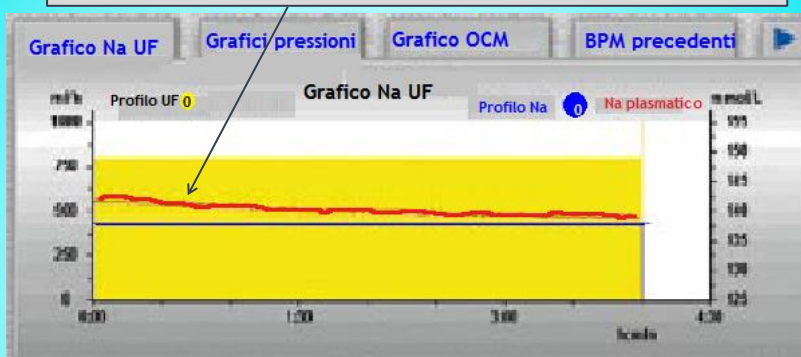
The close-up screenshot shows the V (urea) parameter set to 39,5. An arrow points from the text box below to this value.

- 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