

Formulario di Applicazioni ITPS

CONTENTS

1 Biocompatibilità	3
1.1 Costante di affinità K	3
2 Emodialisi	4
2.1 Concentrazione soluto	4
2.2 Cleareance	4
2.3 Elementi del circuito di emodialisi	4
2.3.1 Mini Glossario	4
2.3.2 Linea del sangue	4
2.3.3 Linea del dialisato	5
2.4 Pompe per la Circolazione extra-corporea	6
2.5 Triangolo delle velocità	6
2.5.1 Velocità Tangenziale (U)	6
2.5.2 Velocità Assoluta (C)	7
2.5.3 Velocità di Trascinamento (V)	7
3 Pompe per il sangue	8
3.1 Pompe per la Circolazione extra-corporea	8
3.2 Triangolo delle velocità	8
3.2.1 Velocità Tangenziale (U)	9
3.2.2 Velocità Assoluta (C)	9
3.2.3 Velocità di Trascinamento (V)	9
3.3 Vad	9
3.3.1 HearthWare	10
3.3.1.1 Shear Stress τ	10
3.3.1.2 formula esplicita	10
3.3.1.3 Tempo di attraversamento	11
3.3.1.4 Volume meato	11
3.3.1.5 Portata del meato	11
3.4 Prevalenza	11
4 Ossigenatore a Membrana	13
4.1 Saturazione di ossigeno	13
5 Domande Orale	14

Document made with typst: [Link to typst documentation](#)

1 BIOCOMPATIBILITÀ

1.1 Costante di affinità K

$$K = \frac{[PS]}{[P][S]}$$

- $[PS] \frac{\text{ng}}{\text{cm}^2}$: Densità dei siti di legame occupati.
- $[P] \frac{\text{ng}}{\text{ml}}$: Concentrazione della soluzione contenente la biomolecola che aderisce al biomateriale

2 EMODIALISI

2.1 Concentrazione soluto

$$C = \frac{\dot{m}}{Q}$$
$$\left[\frac{\frac{\text{kg}}{\text{s}}}{\frac{\text{m}^3}{\text{s}}} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \rightarrow \frac{\text{g}}{\text{dL}} (\text{unità tipica}) \right]$$

2.2 Clearance

$$Q_{\text{clearance}} = Q_{\text{plasma}} \left(1 - \frac{C_{\text{finale}}}{C_{\text{iniziale}}} \right)$$

2.3 Elementi del circuito di emodialisi

2.3.1 Mini Glossario

Volume di priming: Volume che riempie tutto il circuito della linea del sangue. È importante perchè influisce sulla volemia del paziente.

2.3.2 Linea del sangue

1. **Accesso vascolare**
2. **Pompa di infusione di eparina**
 - Problema risolto: coaguli
3. **Pompa del sangue (a monte del filtro)**

- Problema risolto: Controllo della portata ematica al filtro
- 4. **Filtro di emodialisi**
- 5. **Indicatore di pressione positiva:**
 - Se la pressione è positiva il flusso scorre nel verso corretto, non c'è reflusso.
 - Problema risolto: Indicazione di eventuali reflussi
- 6. **Rilevatore di bolle d'aria**
 - Problema risolto: Indicatore di eventuali bolle che ostruiscono il passaggio del sangue con potenziale pericolo di embolia per il paziente(visto che va nel paziente).
- 7. **Ritorno al paziente**

2.3.3 Linea del dialisato

1. **Accesso all'acqua filtrata**
 - Filtro ad osmosi inversa per il controllo dei soluti, carboni attivi per agenti patogeni e sostanze nocive.
 - Problema risolto: Controllo dei soluti del dialisato per il controllo delle sostanze filtrate e pericolo infezioni batteriche.
2. **Scambiatore di calore**
 - Problema risolto: ipotermia del paziente, visto che un trattamento di dialisi dura diverse ore.
3. **Sensore di temperatura con feedback per lo Scambiatore**
 - Problema risolto: feedback per il controllo della temperatura
4. **Iniettore del concentrato**
 - Problema risolto: insieme all'acqua filtrata esegue il controllo dei soluti del dialisato.
5. **Sensore di temperatura a valle**
6. **Sensore di conduttività**
7. **Valvola di bypass**
 - Per evitare il passaggio del dialisato nel filtro
8. **Indicatore di pressione negativa**
 - Perché in questa linea l'indicatore è posto a monte della pompa, quindi la pressione corretta deve essere negativa.
 - Problema risolto: reflusso del dialisato
9. **Filtro di dialisi**
10. **Rilevatore di sangue**
 - Nel dialisato non devono esserci tracce di sangue, altrimenti qualcosa va storto.
11. **Pompa del dialisato**
 - Problema risolto: è necessaria per muovere il fluido e controllare la portata del dialisato, che influisce direttamente sui parametri del trattamento.

12. Scarico del dialisato

- Viene buttato oppure riciclato

2.4 Pompe per la Circolazione extra-cor-porea

In questo caso la pompa è installata su un macchinario non è un dispositivo impiantabile come i VAD, e questa pompa deve fare tutto il lavoro che farebbe il cuore, significa più lavoro e inevitabilmente il sangue verrà danneggiato maggiormente rispetto ad un VAD.

2.5 Triangolo delle velocità

Solo per centrifughe e Assiali.

Velocità Tangenziale U data dalla rotazione del rotore

Velocità di Assoluta C data dalla somma di velocità tangenziale e velocità di trascinamento

Velocità Trascinamento T è tangente al profilo delle palette

2.5.1 Velocità Tangenziale (U)

- Dato un raggio del rotore pari a K (metri)
- Data una velocità angolare ω del rotore
- Sia $0 \leq r \leq K$

La velocità tangenziale in funzione di r sarà pari a:

$$U(r) = \omega \cdot r$$

Si noti però che viene richiesto un valore non un range per calcolare le altre componenti. In base al valore di shear stress richiesto si considera un raggio diverso.

2.5.2 Velocità Assoluta (C)

2.5.3 Velocità di Trascinamento (V)

3_ POMPE PER IL SANGUE

Ci sono 3 tipologie di pompe:

- Pompa Peristaltica (Roller)
- Pompa Centrifuga
- Pompa Assiale

P. Peristaltica

Si distingue dalle altre tipologie perchè garantisce un flusso pulsatile emulando più fedelmente il cuore.

Un rullo comprime il tubo flessibile garantendo una portata.

P. Centrifuga

Pompa con flusso continuo, il sangue viene pompato al centro del rotore il quale ruotando spinge il sangue, per forza centrifuga, in direzione tangenziale.

P. Assiale Flusso continuo, il rotore si “avvita” nel sangue, imponendo una forza propellente.

3.1 Pompe per la Circolazione extra-cor-porea

In questo caso la pompa è installata su un macchinario non è un dispositivo impiantabile come i VAD, e questa pompa deve fare tutto il lavoro che farebbe il cuore, significa più lavoro e inevitabilmente il sangue verrà danneggiato maggiormente rispetto ad un VAD.

3.2 Triangolo delle velocità

Solo per centrifughe e Assiali.

Velocità Tangenziale U data dalla rotazione del rotore

Velocità di Assoluta C data dalla somma di velocità tangenziale e velocità di trascimento

Velocità Trascinamento T è tangente al profilo delle palette

3.2.1 Velocità Tangenziale (U)

- Dato un raggio del rotore pari a K (metri)
- Data una velocità angolare ω del rotore
- Sia $0 \leq r \leq K$

La velocità tangenziale in funzione di r sarà pari a:

$$U(r) = \omega \cdot r$$

Si noti però che viene richiesto un valore non un range per calcolare le altre componenti. In base al valore di shear stress richiesto si considera un raggio diverso.

3.2.2 Velocità Assoluta (C)

3.2.3 Velocità di Trascinamento (V)

3.3 Vad

Ventricular **A**ssist **D**evices

Sono dispositivi **impiantabili** che hanno lo scopo di supportare il cuore, non di sostituire la funzione cardiaca.

Sono installati in parallelo al ventricolo sinistro.

Definiti come trattamento ponte per ad esempio trapianti di cuore, in attesa della disponibilità dell'organo.

3.3.1 HearthWare

Dispositivo caratterizzato da pompa di tipo centrifugo e levitazione magnetica del rotore combinata con propulsione delle palette (lifting) per il mantenimento della posizione flottante.

La zona di interesse è situata nella parte superiore e inferiore del rotore, il rotore ha un raggio interno ed uno esterno come nelle CEC.

3.3.1.1 Shear Stress τ

$$\tau = \mu \cdot \gamma$$

- μ : viscosità dinamica sangue (costante)
 $\mu = 3cP(\text{centiPoise}) = 0.03 \frac{g}{cm \ s} = 0.003 \frac{Ns}{m^2}$

- γ : Velocità di deformazione angolare $\frac{\text{rad}}{s}$

$$\gamma = \frac{U_t}{h_m}$$

- U_t : velocità tangenziale del rotore
- h_m : altezza del singolo meato $= \frac{h_{\text{scatola}} - h_{\text{rotore}}}{2}$

$$U_t = \omega r$$

- ω : velocità angolare, di rotazione del rotore.
- r : raggio del rotore, ce ne sono 2, interno ed esterno.

3.3.1.2 formula esplicita

$$\tau_i = \mu \frac{\omega r_i}{h_m}$$

- i = r. esterno o raggio interno

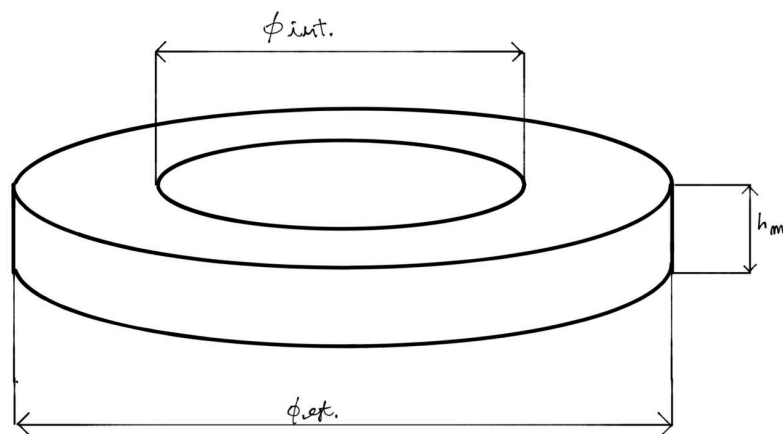
3.3.1.3 Tempo di attraversamento

$$t = \frac{V_{\text{me}}}{Q_{\text{me}}}$$

- V_{me} : volume del meato
- Q_{me} : portata del meato

3.3.1.4 Volume meato

$$V_{\text{me}} = \frac{\pi}{4} (d_{\text{est.}}^2 - d_{\text{int.}}^2) \cdot h_m$$



3.3.1.5 Portata del meato

$$Q_{\text{me}} = Q_{\text{ematica}} \cdot \text{Flusso}\%_{\text{me}}$$

3.4 Prevalenza

- È una pressione
- Si misura quindi in $\left[\frac{N}{m^2} \right]$ oppure $\left[\frac{\text{dynes}}{\text{cm}^2} = \frac{g}{\text{cm} \cdot s^2} \right]$
- Si indica con la lettera H

$$H = \eta \cdot \rho \cdot U \cdot C \cdot \cos \alpha_2$$

- η : rendimento (adimensionale) ($0 \leq \eta < 1$)
- ρ : densità del sangue $1 \frac{g}{cm^3}$
- U : velocità tangenziale (rotore) $\frac{cm}{s}$
- C : velocità assoluta (sangue) $\frac{cm}{s}$
- α_2 : l'angolo interno che si forma tra velocità assoluta e velocità tangenziale
-

4_ OSSIGENATORE A MEMBRANA

4.1 Saturazione di ossigeno

$$SpO_2 = \frac{(P_{O_2})^n}{(P_{50})^n + (P_{O_2})^n}$$

- n : fattore che viene dato, **varia in base alla temperatura.**

5_ DOMANDE ORALE

1. Pancreas artificiale

- **Costruzione e funzionamento:**

- Cos'è e come funziona un pancreas artificiale e quali componenti sono necessari?

È composto da una pompa di infusione dell'insulina, da un sensore di glicemia e da un microcontrollore.

Il microcontrollore riceve informazioni dal **sensore di concentrazione del glucosio**, e invia un segnale attuatore alla **pompa di infusione**, regolando la velocità di infusione dell'insulina. Per il controllo viene utilizzato un algoritmo di controllo chiamato PID. Un algoritmo basato sui 3 tipi di errore, il **Proporzionale**, cioè basato sull'attuale errore rispetto al valore target di concentrazione. L'**Integrativo** (controllo) che tiene conto dell'errore cumulato (passato). **Derivativo**, tiene conto dell'andamento, quindi tiene conto dei futuri valori dell'errore.

- **Sistema di infusione di insulina:**

- Come funziona il sistema di infusione?

La pompa è sostanzialmente una siringa, il cui stantuffo è collegato ad una vite che è possibile regolare in avanzamento tramite uno stepper motor e l'ingranaggio per la trasmissione del moto.

- In che unità si misura il glucosio? (mg/dL)
- Sensore del glucosio: come funziona e dove si posiziona nel corpo?

I sensori al glucosio si basano sulla misura di una corrente generata da una reazione di ossido-riduzione che avviene tra il glucosio e un'enzima apposito chiamato glucosio ossidasi, la corrente generata è legata alla concentrazione di glucosio poiché più glucosio viene ossidato e più elettroni vengono liberati.

Per la prima generazione di sensori che sono stati sviluppati, l'elettrone liberato riduce l'acqua generando H_2O_2 (acqua ox, perossido di idrogeno) la quale a contatto con l'elettrodo va a scindersi in ioni idrogeno, ossigeno O_2 e 2 elettroni.

La seconda generazione perfeziona la reazione utilizzando un mediatore più stabile dell'ossigeno, il ferrocene, che evita la produzione di perossido di idrogeno che è sconsigliata perché essendo più reattivo potrebbe dare gli elettroni, non all'elettrodo, ma ad altre specie falsando così la concentrazione di glucosio misurata.

Ovviamente non serve che tutto il glucosio si ossidi per sapere la concentrazione di glucosio, ma si sfrutta la cinetica della reazione, per cui si sa che più glucosio è presente e più alta sarà la concentrazione, per sapere esattamente la concentrazione si userà una curva di calibrazione. Cioè si associano livelli di concentrazione di glucosio conosciuti ad un valore di corrente generato.

In poche parole, la glucosio-ossidasi ossida il glucosio con l'aiuto della ddp degli elettrodi, l'enzima abbassa la ddp da applicare per far avvenire la reazione, questo è molto importante perchè abbassare la ddp significa che riduce la possibilità di interferire con altre specie elettroattive come l'acido urico e l'acido ascorbico (vitamina C).

Il ferrocene nelle vicinanze (della reazione di ossidazione) ha carenza di elettroni quindi cattura l'elettrone che viene rilasciato dall'ossidazione del glucosio, dopodichè il ferrocene viene attratto dall'elettrodo, al contatto rilascia l'elettrone ed è libero di catturare un nuovo elettrone dall'ossigenazione di un'altra molecola di glucosio.

- **Aspetti fisiologici del diabete:**

- Perché i pazienti diabetici hanno problemi con i trasportatori del glucosio?

Il perchè i trasportatori non funzionano come dovrebbero può risiedere nella sintesi di trasportatori difettosi, oppure alla presenza di stati patologici come quello infiammatorio, in cui il trasportatore anche se non è difettoso si comporta in modo non fisiologico.

Meccanismo di ingresso del glucosio:

1. **Rilascio insulina**

Viene rilasciata dalle cellule β del pancreas in funzione della concentrazione di glucosio nel sangue.

L'insulina è il messaggero per l'avvio del processo di immagazzinamento del glucosio.

2. **Ricezione dell'insulina e avvio della costruzione del complesso**

L'insulina libera nel sangue si lega selettivamente alle cellule che hanno i recettori appositi per l'insulina, miociti (tessuto muscolo-scheletrico), epatociti e adipociti.

3. **Traslocazione del glut-4**

Il glut-4 è immagazzinata all'interno delle cellule stesse, all'interno di vescicole, il processo per cui queste vescicole vengono spinte sulla membrana si chiama traslocazione.

4. **Cattura e trasporto del glucosio**

Una volta che la costruzione del complesso è pronta, il glucosio viene spinto all'interno della cellula.

Le cellule principalmente coinvolte nell'immagazzinamento di glucosio sono quelle muscolari scheletriche (quelli necessari al movimento), dopodichè ci sono le cellule epatiche e infine gli adipociti.

- Come l'insulina abbassa la glicemia?
- Il meccanismo d'azione dell'insulina: come aiuta il glucosio ad entrare nelle cellule?

- **Dosaggio dell'insulina:**

- Come si calcola la quantità di insulina necessaria in base ai carboidrati del pasto?

Con una formula apposita è possibile stimare una dose di insulina da iniettare per via sottocutanea. La formula tiene conto della quantità stimata di carboidrati assunti, livello attuale di glucosio, livello target di glicemia, quantità di insulina precedentemente iniettata ma non ancora assimilata e alcuni parametri specifici del paziente stabiliti dal medico.

1. Emodialisi e variazione di fluidi

- **Liquidi nel processo di emodialisi:**

- Come varia il liquido di dialisi e il sangue durante il processo?
Questa domanda non ha senso
- Definizione del flusso ematico e del liquido di dialisi.

In generale un flusso è una grandezza per unità di superficie.

- **Andamento della concentrazione di urea:**

- Perché l'andamento della concentrazione di urea controcorrente non è lineare, ma esponenziale?

- **Parametri di concentrazione:**

- Come influisce la differenza di concentrazione (ΔC) sul flusso J_s e sulla concentrazione superficiale?

2. Membrane e trasporto durante la dialisi

- **Albumina e dimensioni dei pori:**

- Dimensione dell'albumina rispetto ai pori della membrana ($r = 3,6$ vs $R = 4$)
- Perché l'albumina non passa attraverso la membrana?

- **Parametri di diffusione:**

- Cosa rappresenta il parametro λ (lambda) e perché è importante?
- Relazione tra volume dei pori e volume interno del cilindro.
- Definizione e calcolo del parametro ϵ come rapporto tra volumi.

3. Misura e monitoraggio durante la dialisi

- **Conducibilità:**

- Perché monitorare la conducibilità durante la dialisi?

- Come si misura la conducibilità e perché è rilevante per la sicurezza del paziente?
 - **Concentrazione degli elettroliti:**
 - Perché è importante mantenere livelli corretti di elettroliti per evitare rischi letali?
 - **Resistenza elettrica e conducibilità:**
 - Come viene misurata la resistenza e in che modo i ioni influenzano la corrente elettrica?
4. Circuito di emodialisi e componenti
- **Componenti principali:**
 - Descrivere il circuito di emodialisi.
 - Funzionamento della pompa peristaltica e della trappola per bolle.
 - **Rischi:**
 - Quali rischi comporta l'ingresso di aria nel circuito?
 - **Pressioni:**
 - Qual è la differenza di pressione a monte e a valle della pompa?
 - **Misurazione della conducibilità:**
 - Spiegare il funzionamento del Ponte di Wheatstone per misurare la conducibilità e come bilanciarlo.
5. Emolisi e pompe peristaltiche
- **Emolisi:**
 - Come si stima e si verifica la presenza di emolisi nel circuito?
 - **Differenza tra pompe per emodialisi e CEC:**
 - Differenze tra pompe peristaltiche utilizzate in emodialisi e nella circolazione extracorporea (CEC).
 - Portata attesa e unità di misura per le pompe di CEC.
 - **Caratteristiche del circuito CEC:**
 - Volume di sangue (7L) e dimensioni dei tubi.
 - Necessità di meati adeguati per evitare emolisi.
 - Metodo per calcolare la grandezza dei meati.
6. Curve caratteristiche delle pompe
- **Prevalenza e punto di funzionamento:**
 - Cos'è la prevalenza di una pompa?
 - Come identificare il punto di funzionamento su un grafico della curva caratteristica.