BIOMATERIALI

Luigi Lazzeri : lu.lazzeri@ing.unipi.it
Elisabetta Rosellini : elisabetta.rosellini@unipi.it

esame in presenza:
- scritto 5 quesiti in 3 ore: • 3 domande teoriche
  • 2 esercizi

esame online:
- pretest: • 6 quesiti teorici a risposta multipla, minimo 4/6
  • 3 esercizi, singolo dato numerico come risultato, minimo 2/3
  per accedere alla seconda parte del pretest occorre passare la prima
- colloquio orale

Contenuti:
1. generalità
2. biocompatibilità
3. proprietà dei materiali
4. materiali metallici
5. materiali polimerici
6. materiali di origine naturale
7. materiali ceramici
8. materiali compositi

Appendici (approfondimento su alcune tecniche):
1. Sedimentazione
2. centrifugazione
3. spettroscopia UV
4. sterilizzazione

[alcuni argomenti spiegati dal prof. Lazzeri sono in fondo al quaderno ↓

INTRODUZIONE

Tutte le strategie e le procedure attualmente impiegate per la cura della salute prevedono un uso intenso di dispositivi medici e di impianti. La relazione fra salute e dispositivi medici è attualmente ben consolidata e risale a circa 70 anni fa.

Non esistono distretti dell'organismo esclusi dall'intervento umano attraverso dispositivi e impianti. Alcune tecnologie sono più associate di altre. Alcuni esempi sono l'articolazione del dito, la lente intraoculare, la protesi mammaria, la protesi all'anca, la valvola cardiaca, il cuore artificiale ecc. L'ambito dei biomateriali riguarda anche gli strumenti usati in sala operatoria, per esempio il bisturi o le biomacchine.

Aree di applicazione

- Sostituzione di parti malate o mancanti: protesi per ortopedia e odontoiatria, protesi vascolari, protesi valvolari, macchine cuore-polmone, macchine per dialisi
- Supporto alla guarigione: suture, placche e viti
- Ripristino di capacità funzionali e correzione di anomalie funzionali: lenti a contatto, lenti intraoculari, pacemakers, stents aorto-coronarici, sistemi per la correzione di anomalie vertebrali e dentali
- Correzione di anomalie estetiche: protesi maxillo-facciali, protesi mammarie
- Strumenti per la diagnosi, la terapia e l'intervento: cateteri, drenaggi, sensori, ferri e attrezzature chirurgiche
- Terapie avanzate: dispositivi per il rilascio controllato, supporto per l'ingegneria tissutale

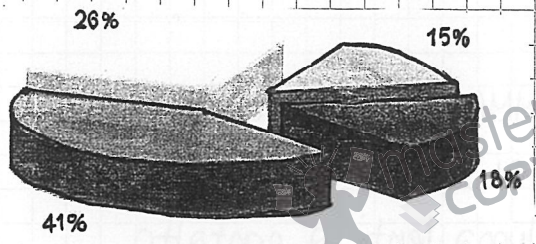
Numero di dispositivi medici / anno nel mondo

- Lenti intraoculari 7.000.000
- Lenti a contatto 75.000.000
- Protesi vascolari 400.000
- Protesi di ginocchio e d'anca 1.000.000
- Cateteri 300.000.000
- Valvole cardiache 200.00
- Stent cardiovascolari > 2.000.000
- Protesi mammarie 300.000

master copy

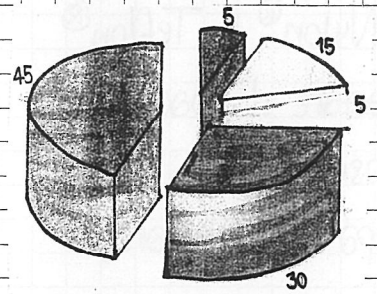
- Impianti dentali 500.000
- Pacemaker 200.000
- Dializzatori 25.000.000
- Dispositivi per l'assistenza ventricolare 100.000

Mercato dei biomateriali



- ☐ USA
- Europa
- ☐ Giappone
- ☐ Altri

Distribuzione dei diversi tipi di biomateriali



- ☐ Polimeri
- ☐ Metalli
- ☐ Compositi
- Ceramici
- ☐ Biologici

Cenni storici

- Egiziani e Greci usavano oro per curare i denti
- Egiziani, Greci e Romani usavano fibre vegetali e materiali di derivazione animale per cucire le ferite
- I Maya usavano conchiglie marine come impianti dentali
- Nel 1600 il ferro veniva usato per le armature e ciò portò al suo uso in supporti ortopedici
- 1770, si dice che George Washington usasse una dentiera che gli faceva aprire la bocca e che sulla banconota da 1 dollaro abbia quella smorfia ben tenere la bocca chiusa
- 1860, durante la guerra civile americana venivano usati chiodi di ferro per la fissazione di una frattura al femore
- Negli anni '40 - '50 l'evoluzione dei dispositivi biomedici dipendeva direttamente dai chirurghi

- Fra gli anni '60- '80 inizia la collaborazione tra medicina e ingegneria
- A partire dagli anni '90, inizia la collaborazione anche con i biologi poiché servivano conoscenze di base a livello biologico
- 1940: in Olanda, Kolff sviluppa un rene artificiale usando un involucro per salsicce
- 1940-1950: in Inghilterra, Ridley utilizza PMMA (polimetilmetacrilato) per la realizzazione di lenti intraoculari (IOL)
  - in Cecoslovacchia, Wichterle sviluppa lenti a contatto morbide PHEMA (polidrossietilmetacrilato)
  - DeBakey e Cooley, dopo il fallimento di Nylon® e Teflon® per la realizzazione di protesi vascolari, iniziano a utilizzare il Dacron®
- 1950-1960: in Inghilterra, Charnley sviluppa una protessi d'anca in acciaio inox per lo stelo, PE (polietilene) per la coppa acetabolare, cementate con PMMA
- 1950-1970: dopo l'utilizzo in Giappone di silicone iniettato, negli USA nascono le prime protesi di seno
- 1960-1970: Kolff, Nose, Akutsu ed altri sviluppano in USA e Giappone i primi ventricoli e cuori artificiali
  - Yannas e Burke in USA e Inghilterra sviluppano la prima pelle artificiale per la cura delle ustioni utilizzando collagene e condroitina solfato
- 1970-1980: Schmitt e Frazza in USA sviluppano fili per sutura biodegradabili in acido polilattico (PLA)
- 1980-1990: in Svezia, Branemark sviluppa impianti dentali osteointegrati in titanio
  - in USA, Hench sviluppa i primi biovetri che facilitano l'osteointegrazione
  - in Francia, Bottin sviluppa protesi d'anca con teste femorali

e coppe acetabolari in alluminia

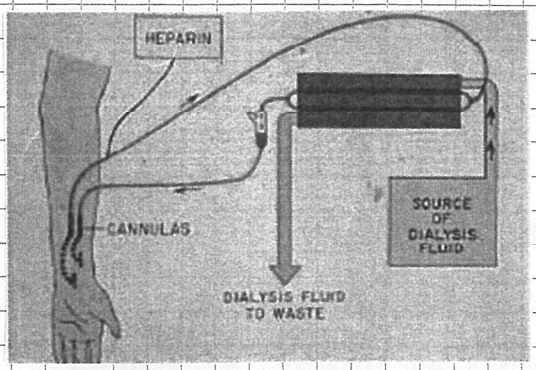
DIALISI E RENE ARTIFICIALE

Dialisi e rene artificiale

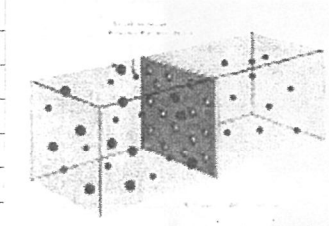


Willem Kolff:
- è chiamato "il padre degli organi artificiali"
- durante la seconda guerra mondiale, in Olanda, ha avuto l'idea di un rene artificiale
- è stato un pioniere dello sviluppo del cuore artificiale

Una delle principali funzioni del rene è quella di rimuovere i prodotti finali del metabolismo. Ogni 24 ore devono essere eliminati 15 gr. di urea, 3 gr. di creatina, 1 gr. di acido urico. Il rene inoltre bilancia gli elettroliti, rimuove i fluidi e produce vari ormoni.



La sua idea fu quella di prendere il sangue da purificare, farlo passare all'interno di un contenitore fatto di pellicola di salsiccia, all'esterno della pellicola c'è un fluido chiamato fluido di dialisi che asporta le sostanze che riescono ad attraversare la membrana e le elimina. Nel percorso che il sangue fa all'interno della pellicola della salsiccia, viene gradualmente privato di questi cataboliti, per cui se il percorso è calcolato e opportuno di lunghezza all'uscita il sangue è totalmente privo di cataboliti da eliminare. Il sangue viene rimmesso nell'organismo a livello arterioso.



Il principio base è quello dell'osmosi, cioè il contatto tra 2 ambienti in cui ci sono 2 soluti a concentrazioni diverse separati da una membrana semipermeabile.

Nel tratto della cannula che prende il sangue venoso viene inserita l'eparina, che è un anticoagulante. Questo perché il sangue ha una serie