Giovanni Vozzi

Registri a.a. **2018/2019**

DATI REGISTRO

modulo	IMPIANTI PROTESICI
insegnamento	BIOMATERIALI E IMPIANTI PROTESICI (cod. 052II)
corso di studi	IBM-L - INGEGNERIA BIOMEDICA
periodo	Annuale
responsabile	GIOVANNI VOZZI
docenti	GIOVANNI VOZZI , CARMELO DE MARIA
totale ore	59

Calendario lezioni Dettaglio ore

LEZIONI

1. Ven 01/03/2019 08:30-10:30 (*2:0 h*) lezione: Introduzione al corso, definizione di impianti protesici, endoossei,dispositivi impiantabili e classificazione in base alle fonti energetiche (GIOVANNI VOZZI)
2. Lun 04/03/2019 08:30-11:30 (*3:0 h*) lezione: Fisiologia della struttura ossea e sua composizione. Proprietà e modellistica dell'osso compatto (GIOVANNI VOZZI)
3. Ven 08/03/2019 08:30-10:30 (*2:0 h*) lezione: le endoprotesi ossee. La protesi d'anca sue componenti e dimensionamento (GIOVANNI VOZZI)
4. Lun 11/03/2019 08:30-11:30 (*3:0 h*) lezione: protesi d'anca cementate e suo dimensionamento (GIOVANNI VOZZI)
5. Ven 15/03/2019 08:30-10:30 (*2:0 h*) lezione: protesi d'anca: progettazione puntuale e metodo dell'omogenizzazione (GIOVANNI VOZZI)
6. Lun 18/03/2019 08:30-11:30 (*3:0 h*) lezione: Introduzione al metodo degli elementi finiti: definizione dei concetti principali (potenziale del campo, elementi, nodi, funzioni forma) (CARMELO DE MARIA)
7. Ven 22/03/2019 08:30-10:30 (*2:0 h*) lezione: protesi d'anca cementata e suo dimensionamento tramite omogenizzazione e metodo puntuale (GIOVANNI VOZZI)
8. Lun 25/03/2019 08:30-11:30 (*3:0 h*) lezione: Analisi termica agli elementi finiti. Introduzione a Comsol Multiphysics. Descrizione delle funzionalità del software per l'implementazione di modelli ad elementi finiti (geometria, impostazione parametri fisici, generazione mesh, soluzione, e grafico delle soluzioni). Esempi pratici di soluzione di modelli nel caso di analisi termica applicato al settore biomedicale (CARMELO DE MARIA)
9. Ven 29/03/2019 08:30-10:30 (*2:0 h*) lezione: protesi di spalla diretta: metodo puntuale e di omogenizzazione (GIOVANNI VOZZI)
10. Lun 01/04/2019 08:30-11:30 (*3:0 h*) lezione: Modellazione agli elementi finiti di problemi di conduzione e convezione. Analisi delle proprietà di simmetria dei modelli. (CARMELO DE MARIA)
11. Ven 05/04/2019 08:30-10:30 (*2:0 h*) lezione: protesi di spalla inversa e diretta: metodo puntuale per il dimensionamento (GIOVANNI VOZZI)
12. Lun 08/04/2019 08:30-11:30 (*3:0 h*) lezione: Soluzione di modelli agli elementi finiti di analisi termica applicati al settore biomedicale (CARMELO DE MARIA)
13. Ven 12/04/2019 08:30-10:30 (*2:0 h*) lezione: Dimensionamento puntuale della protesi di gomito (GIOVANNI VOZZI)
14. Lun 15/04/2019 08:30-11:30 (*3:0 h*) lezione: Analisi meccanico strutturale con il metodo degli elementi finiti: analisi del modello ad aste, e metodi generali per la derivazione della matrice di rigidezza (CARMELO DE MARIA)
15. Lun 15/04/2019 11:30-13:30 (*2:0 h*) lezione: Protesi di polso e di dito: metodo puntuale e di omogenizzazione. (GIOVANNI VOZZI)
16. Ven 26/04/2019 08:30-10:30 (*2:0 h*) lezione: Protesi di ginocchio: metodo di impianto, schematizzazione e metodo dell'omogenizzazione (GIOVANNI VOZZI)
17. Lun 29/04/2019 08:30-11:30 (*3:0 h*) lezione: Utilizzo di Comsol Multiphysics per la soluzione di problemi di analisi strutturale nell'ambito degli impianti protesici (CARMELO DE MARIA)
18. Ven 03/05/2019 08:30-10:30 (*2:0 h*) lezione: Seminario dell'Ing. Alice Ravizza sulla classificazione dei dispositivi biomedicali e l'analisi di rischio (GIOVANNI VOZZI)
19. Lun 06/05/2019 08:30-11:30 (*3:0 h*) lezione: Analisi agli elementi finiti nell'ambito della fluidodinamica. Analisi teorica, ed implementazioni di modelli tramite Comsol Multiphysics, con esempi di applicazioni nell'ambito del settore biomedicale. (CARMELO DE MARIA)
20. Ven 10/05/2019 08:30-10:30 (*2:0 h*) lezione: Progettazione e dimensionamento di protesi discali e protesi dentarie (GIOVANNI VOZZI)
21. Lun 13/05/2019 08:30-11:30 (*3:0 h*) lezione: Interazione fluido-struttura tramite il metodo agli elementi finiti e l'utilizzo del software Comsol Multiphysics, ed esempi relativi al settore degli impianti protesici (CARMELO DE MARIA)
22. Ven 17/05/2019 08:30-10:30 (*2:0 h*) lezione: Protesi mammarie: analisi del problema clinico, caratteriste degli impianti e metodi costruttivi. Esercitazione sulle proprietà meccaniche degli impianti. (CARMELO DE MARIA)
23. Lun 20/05/2019 08:30-11:30 (*3:0 h*) lezione: Progettazione e realizzazione di protesi valvolari cardiache. Protesi Vascolari: Interazione fluido-struttura tramite il metodo agli elementi finiti e l'utilizzo del software Comsol Multiphysics, ed esempi relativi al settore degli impianti protesici. (CARMELO DE MARIA)
24. Ven 24/05/2019 08:30-10:30 (*2:0 h*) lezione: progettazione di protesi acustiche e visive (GIOVANNI VOZZI)

Calendario lezioni Dettaglio ore

Protesi
- ARTI = anca, spalla, ginocchio, polso, caviglia, dito, gomito
- discali
- impianti dentali
- vascolari
- valvolari < meccaniche / biologiche
- mammarie
- acustiche
- visive

MASTER COPY
Tel. 050 831426
Cell. 328 9837745

master
COPY
COPISTERIA
050/8312126 388/9837745

RIVELAZIONI dal 1° ricevimento (16-04-19)

- $E > 1$
  $0.5 < E < 1$
  $0.1 < E < 0.5$
  $E < 0.1$
  ] $E = E_{osso\ totale}$, sia z sia xy → fare la verifica per entrambi e trovare l'intervallo intersezione

- metodo omogeneizzazione semplificato → per entrambi i sistemi $E_{osso\ sano} = E_{osso\ totale}$.

- quando si chiede il tempo per tornare a 37°C in una protesi cementata → prendere il sistema di riferimento dell'interfaccia osso-cemento. (La condizione $T(0,0) = 70°C$ si può usare 2 volte per trovare 2 costanti diverse) ↳ usare $D = D_{osso}$

- condizione di NON impiantabilità = bisogna applicare queste condizioni
  - E struttura impiantata < 0.1 GPa (significa che la protesi non andava impiantata)
  - condizione di non ortotropia $E_z = E_{xy}$ (nel caso migliore) che è necessaria per l'impiantabilità

- quando la protesi viene impiantata, essa si comporta meccanicamente come l'osso sano
  Quindi, ad esempio, poniamo usare come carico di rottura $\sigma_R = 120-140$ MPa, identico all'osso sano

- condizioni di mobilizzazione (dopo 48 h se impiantata male, o a lungo termine per corrosione del metallo)
  - non ortotropia $E_{xy} = E_z$ → se ottieni un $E_{metallo}$ molto basso significa che vi è una elevata corrosione
  - se chiede il carico che genera la mobilizzazione, calcolare $\sigma_{torsionale}$ (provocata da R_z) solo la torsione genera movimento (nella protesi d'anca) e se c'è cemento considerarlo come braccio $R_{stelo} + \delta_{cemento}$, porre infine $\sigma_{torsionale} = \sigma_{rottura} = 120-140$ MPa

- densità $\rho = 2\ g/cm^3$ = densità media di tutto l'osso intero

- quando non conosciamo la porosità dell'osso → $\rho = f_{stelo} + f_{cemento}$ → $\begin{cases} E_c^* = E_c(1-p)^5 \\ E_{sp}^* = E_{sp} \end{cases}$
  la porosità va a influire solo la diafisi. (vale sempre)

  nei calcoli quando hai $(1-p)^5$ diventa $(1-p)^2(1-p)^3 \simeq (1-p)^2$ non arrivare al 1° ordine

- se ottieni una frazione volumetrica $f > 1$ puoi toglierle l'unità, ma solo se la protesi è inserita in una struttura più ampia (braccio, gamba ecc) in cui si potrebbe considerare $V_{TOT} = 200\%$. Non vale nella protesi di dito

- struttura tumorale che provoca un grado di mineralizzazione A, calcolare cosa accade al paziente in un salto → puoi confrontare E_{pot} con E_{nerv} e $E_{rottura}$, dove in E_{nerv} ed $E_{rottura}$ $\sigma = E \cdot \varepsilon = E_0 A^p \varepsilon$. e concludere sulla deformazione ossea

- condizioni di rottura della protesi → basta dire $\sigma = 120-140$ MPa perché si comporta come l'osso sano
  Altrimenti se vuoi fare dei calcoli deve considerare la condizione migliore ($\alpha = 45$ senza Pagg) col carico di rottura più basso (es. cemento) ipotizzando che tutta la forza sia agente su quel materiale
  - $\alpha = 45°$ bipodalica
  - $\alpha = 16°$ monopodalica, sia fermi che in moto

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

master COPY COPISTERIA
050/8312126 388/9837745

Impianti protesici

Prof. Giovanni Vozzi
g.vozzi@centropiaggio.unipi.it
g.vozzi@ing.unipi.it ←
carmelo.demania@centropiaggio.unipi.it

Esame: scritto (2h) { es. meccanica agli elem. finiti (12 P); progettazione protesi (12 P); domanda teorica (6 P) } + orale entro l'anno accademico (Comisel)

Ricevimento: email

SETTORE ORTOPEDICO

- ESTERNO = hanno una funzionalità unicamente esterna o estetica come un braccio o una gamba finti. Possono avere anche una funzione di miglioramento della camminata. Vi rientrano anche il gesso e i fissatori
- INTERNO = endoprotesi = protesi che cercano di ricostruire/ristabilire la funzione dell'osso mancante.
  - endoprotesi = anca, ginocchio, caviglia.
  - cemento per ossa
  - placche per fissaggio di fratture

Il cemento per ossa è un riempitivo che non collega la protesi all'osso ma fa sì che i carichi che agiscono sulla protesi siano uniformemente distribuiti sulla superficie ossea. Infatti in ogni punto della protesi non si deve mai superare il carico di rottura dell'osso.

INTRODUZIONE

Prima di tutto bisogna capire come è fatto l'individuo che carichiamo, cioè tutte le forze presenti dovute al peso, ai muscoli, tendini, legamenti e al sistema vascolare che agiscono sulla struttura ossea e cercare di fare sì che lo stress provocato sia uguale in tutti i punti della protesi come nella condizione fisiologica. La protesi sarà progettata in maniera ottimale nel momento in cui la deformazione dell'osso sano sarà uguale alla deformazione dell'osso residuo + protesi, allora l'individuo è in grado di riprendere quella funzione.

ES ANCA < artroplastica / placca di W. bicetabolare

Entrambe le metodologie usate sono valide ma la scelta dipende da alcuni dei parametri dell'osso del paziente, come il modulo elastico:

- se $E > 1$ GPa possiamo optare per la protesi
- se $0,5$ GPa $< E < 1$ GPa occorre una protesi cementata perché l'osso non è capace di distribuire uniformemente i carichi
- se $E < 0,5$ GPa l'osso deve essere rinforzato con iniezioni di cemento in superficie che può riportare il modulo elastico alle condizioni ottimali per l'impianto di una protesi, altrimenti si deve intervenire con placche e viti per rinforzare la struttura ossea.

MASTER COPY
Tel. 050 0312126
Cell. 388 9837745

La protesi d'anca è costituita da uno stelo che l'ortopedico introduce dentro l'osso (le operazioni di trapanatura dell'osso e immissione dello stelo devono mantenere intatta la superficie della protesi), una testa che può essere metallica, ceramica, plastica in base ai carichi e al tipo di individuo, e la coppa acetabolare.

Tra i parametri che dobbiamo considerare per l'impianto di una protesi sono:

- sesso
- età
- range di crescita ossea se non è ancora finito il processo di maturazione: tramite una radiografia dell'anca si valuta il tasso di crescita dell'osso e la parte ancora non calcificata dell'osso. Un osso