



SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI) ORGANI ARTIFICIALI E PROTESI

SSD: BIOINGEGNERIA INDUSTRIALE (ING-IND/34)

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA DEI MATERIALI (M68)
ANNO ACCADEMICO 2022/2023

INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: VENTRE MAURIZIO
TELEFONO:
EMAIL: maurizio.ventre@unina.it

INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

INSEGNAMENTO INTEGRATO: NON PERTINENTE
MODULO: NON PERTINENTE
CANALE: FG A-Z
ANNO DI CORSO: I
PERIODO DI SVOLGIMENTO: SEMESTRE II
CFU: 6

INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Non sono previste propedeuticità

EVENTUALI PREREQUISITI

il corso richiede la conoscenza base dell'algebra vettoriale, dell'analisi matematica e della chimica. Conoscenze sui biomateriali, anche se non specificamente richieste possono costituire un valore aggiunto

OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso si propone di illustrare alcuni esempi di sistemi protesici e organi artificiali, maggiormente in uso in campo clinico. L'obiettivo è quello di fornire agli studenti informazioni sulle tecnologie di fabbricazione, principi di funzionamento, prestazioni in vivo, limiti e potenziali sviluppi. Parte del corso è dedicata alla fisiologia e alla meccanica dei tessuti e degli organi, fornendo così i criteri fondamentali per la progettazione di potenziali sostituti. Sono poi illustrate le proprietà di classi di materiali o combinazioni di queste e loro applicazioni di in campo biomedicale. Inoltre, agli studenti

sono forniti anche i fondamenti della meccanica del continuo e della modellazione come strumenti per progettare dispositivi e prevedere la loro risposta meccanica in specifiche condizioni.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

Conoscenza e capacità di comprensione

Al termine del corso lo/a studente/ssa conosce le caratteristiche chimico/fisiche di classi di materiali e combinazione di questi; conosce i domini applicativi di specifiche classi di materiali; conosce le sollecitazioni meccaniche cui sono sottoposti gli impianti in vivo; conosce gli impianti/dispositivi maggiormente utilizzati in campo ortopedico, cardiovascolare e per la ricostruzione di tessuti molli; conosce i fondamenti della meccanica del continuo e alcune sue applicazioni in ambito biomedicale; ha cognizione delle interazioni tra tessuti e impianti e delle possibili reazioni che possono svilupparsi in particolari condizioni operative.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo/a studente/essa riesce ad individuare i materiali o classi di materiali più indicati ad assolvere a specifiche funzioni biomeccaniche o biologiche in vivo; sa identificare le tecnologie di fabbricazione più efficaci per realizzare protesi o dispositivi biomedicali; sa formulare e risolvere problemi di meccanica del continuo per stimare i carichi e deformazioni in ragione di specifiche condizioni al contorno.

PROGRAMMA-SYLLABUS

Biomateriali polimerici:

Classificazione dei polimeri e reazioni di polimerizzazione; architettura dei polimeri; stato fisico d'aggregazione. Polimeri amorfi, cristallini e semicristallini. Polimeri termoplastici e termoindurenti. Elastomeri. Proprietà meccaniche dei polimeri; proprietà statiche, viscoelasticità; tecnologie di fabbricazione: stampaggio, estrusione blow moulding, injection moulding. Biocompatibilità ed emocompatibilità; biodegradazione; poliesteri, poliammidi, poliolefine; polisilossani, poliacrilati. Polimeri Fluorurati. Idrogeli. Esempi applicativi: cardiovascolare; oftalmico; ortopedico.

Materiali metallici:

Legame metallico, reticoli, piani di scorrimento; difetti e dislocazioni. tecnologie di lavorazione dei materiali metallici; biomateriali metallici acciai (tradizionali e speciali), leghe di cobalto e leghe di titanio. cenni sulla corrosione dei metalli. Metodi per la protezione alla corrosione. Trattamenti superficiali, termici e chimico-fisici. Esempi di applicazioni di leghe in ortopedia e chirurgia maxillofacciale.

Biomateriali di origine naturale:

Materiali Naturali. Polisaccaridi: Cellulosa, Alginato, Agarosio, Chitina e Chitosano. Applicazioni biomedicali dei materiali a base di polisaccaridi. Materiali a basi di proteine: Collagene ed elastina. Proprietà del collagene. Tecnologie di estrazione, purificazione e manipolazione dei biopolimeri naturali.

Cenni di biomeccanica dei tessuti naturali:

risposta meccanica di tessuti collagenei. Idrogeli a base di collagene. Proprietà meccaniche dell'elastina; manipolazione chimica dell'elastina. La matrice amorfa (proteoglicani e acido

ialuronico). Viscoelasticità, creep e stress relaxation di tessuti connettivi. Preconditioning di tessuti naturali.

Introduzione alla meccanica non-lineare:

Richiami di algebra vettoriale e tensoriale, cinematica, configurazione e moto, descrizione spaziale e materiale, Tensore gradiente di deformazione, tensori delle deformazioni (tensore di Green-Lagrange e Euler-Almansi). Tensori di rotazione e di stretch. Trasformazione di volumi, trasformazione di aree (formula di Nanson). Esempi di deformazioni di continui in coordinate rettangolari, polari e cilindriche. Operazioni push forward e pull back. Stati tensionali, traction vector e tensori delle tensioni (tensori di Piola-Kirchhoff e tensore di Cauchy), esempi di stati tensionali; conservazione della massa, bilancio della quantità di moto. Oggettività materiale, cambio di osservatore e campi tensoriali oggettivi, moti rigidi sovrapposti. Iperelasticità, equazioni costitutive, materiali isotropi e incomprimibili, strain energy function per materiali neo-hookiani e di Mooney-Rivlin. Materiali isotropici iperelastici incomprimibili, metodi sperimentali per la determinazione delle costanti materiali. Esempi applicativi delle strain energy function per materiali neo-hookiani e Mooney-Rivlin. Modellazione della risposta di poliuretani, elastomeri silicici. Modellazione della risposta meccanica del tessuto cerebrale e tessuto epatico a deformazioni di compressione e shear. Esercitazioni, modellazione di deformazioni di materiali d'interesse in campo biomedicale (trazione monoassiale, compressione semplice e confinata, torsione, shear, estensione equibiassiale).

Palloni biomedicali:

definizioni parametri di prestazione, criteri di progettazione. Materiali e tecnologie di fabbricazione. Forme ed applicazioni di palloni biomedicali. Palloni Low pressure-high compliance e high-pressure-low compliance. Modellazione dell'espansione mediante meccanica del continuo, determinazione delle costanti materiali Palloni biomedicali. Modellazione dell'espansione di palloni sferici, cilindrici (vincolati e non) mediante meccanica del continuo, determinazione delle costanti materiali.

Anisotropia:

Materiali trasversalmente isotropi; materiali anisotropi rinforzati con due famiglie di fibre. Esempio: sistemi di rinforzo per la parete addominale, modellazione di lamina anisotropa.

Sostituti per tendini e legamenti:

cenni sull'anatomia e caratteristiche meccaniche dei tessuti naturali, proprietà dei graft convenzionali polimerici non riassorbibili. I sistemi di 'sostegno' (LAD). I sistemi 'ponte'. Legamenti compositi: relazione struttura proprietà. Progettazione di un legamento composito, modellazione di un legamento sottoposto a trazione.

Protesi vascolari:

cenni sull'anatomia e caratteristiche meccaniche dei vasi naturali, proprietà dei graft convenzionali in PET e PTFE: materiali, strutture e tecnologie di fabbricazione. Emocompatibilità di poliesteri e polimeri fluorurati. Il problema dell'iperplasia della neointima: considerazione meccaniche e fluidodinamiche. Protesi innovative elastomeriche. Progettazione di una protesi vascolare composita. Tecnologie di fabbricazione di compositi assial-simmetrici. Modellazione della risposta meccanica di una protesi tubolare composita soggetta a pressurizzazione.

Protesi Valvolari:

cenni sull'anatomia e fisiologia delle valvole. Patologie valvolari. Progettazione di valvole artificiali, valvole naturali e valvole meccaniche: caratteristiche funzionali e meccaniche. Valvole porcine e bovine. Valvole a palla e gabbia, valvole a disco, valvole a disco oscillante, valvole a due emidischi. Tecnica del Transcatheter Aortic Valve Replacement. Biomeccanica, aspetti emodinamici, materiali, emo- e bio-compatibilità.

Dispositivi di supporto all'attività cardiaca:

cenni sull'anatomia e fisiologia del cuore, circolo sanguigno, biomeccanica cardiaca, possibili trattamenti, ventricolo artificiale, materiali e proprietà, tipologie di pompe impiegate per i VAD, caratteristiche realizzative e funzionali. Cuore artificiale, criteri di progettazione, pompe volumetriche alternative, sistemi di alimentazione, modelli attualmente utilizzati, differenze e caratteristiche.

Protesi d'anca:

cenni sull'anatomia e biomeccanica dell'articolazione, criteri di progettazione, selezione dei materiali e loro caratteristiche meccaniche, progettazione dell'acetabolo, integrazione stelo osso, protesi cementate e non cementate, i cementi ossei caratteristiche e proprietà, trattamenti superficiali di protesi; cenni sull'interazione cellule-stelo della protesi.

MATERIALE DIDATTICO

Materiale didattico

Slide delle lezioni; dispense con esercitazioni svolte in aula;

Testi consigliati:

Parte biomateriali: R.Pietrabissa "Biomateriali per protesi e organi artificiali" Patron Ed; JY.Wong, JD.Bronzino, DR.Peterson "Biomaterials Principles and Practice" CRC press

Parte meccanica: J.Bonet, RD.Wood "Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis" Cambridge Press

MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni frontali, Esercitazioni in aula, Quiz mediante piattaforma Kahoot, Sezioni dedicate all "hands-on" su dispositivi medici.

VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame

- Scritto
- Orale
- Discussione di elaborato progettuale
- Altro

In caso di prova scritta i quesiti sono

- A risposta multipla
- A risposta libera

Esercizi numerici

b) Modalità di valutazione

In sede d'esame allo/a studente è tipicamente chiesto di risolvere un esercizio di meccanica/modellistica. Da questo si passa poi ad analizzare caratteristiche chimico fisiche dei biomateriali viene chiesto di discutere alcune applicazioni specifiche di impianti o dispositivi. La valutazione si basa sul 40% sulla parte della meccanica e 60% sul resto del programma.