



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## METODI E TECNOLOGIE INGEGNERISTICHE PER LA MEDICINA RIGENERATIVA

**CHIARA MAGLIARO**

Academic year **2023/24**  
Course **INGEGNERIA BIOMEDICA**  
Code **917II**  
Credits **12**

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
METODI BIOINGEGNERISTICI PER LA MEDICINA RIGENERATIVA	ING-INF/06	LEZIONI	60	CHIARA MAGLIARO
TECNOLOGIE BIOMEDICHE PER LA MEDICINA RIGENERATIVA	ING-INF/06	LEZIONI	60	ARTI DEVI AHLUWALIA

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

##### **Metodi bioingegneristici per la medicina rigenerativa**

Lo studente acquisirà conoscenze e strumenti per poter estrarre informazioni quantitative riguardanti organizzazione di organi e tessuti, partendo da principi base dell'ottica, geometrica e non, alla base del funzionamento della microscopia tradizionale e avanzata, fino ad arrivare a principi base per l'elaborazione delle immagini acquisite.

Inoltre, si approfondiranno tecniche analitiche e supporto software per la valutazione dell'apporto di nutrienti di tessuti in vivo e in vitro, basandosi su modelli matematici e computazionali per applicazione al campo della medicina rigenerativa.

##### **Tecnologie per la Medicina Regenerativa**

Questo corso guiderà gli studenti nella progettazione di sistemi basati su cellule e tessuti da applicare allo sviluppo di modelli in vitro, organi artificiali e sistemi di rilascio utilizzando la tecnologia basata su cellule staminali, organoidi, materiali intelligenti e fabbricazione intelligente. Partendo da una descrizione quantitativa dell'insieme di cellule, tessuti e organi e delle loro esigenze in termini di risorse, condizioni microambientali, cooperazione e competizione, il corso copre i principi fondamentali della progettazione. Fornisce inoltre una panoramica completa della tecnologia delle cellule staminali, degli organoidi e dei chip, nonché dei modelli matematici di autoassemblaggio, crescita e differenziazione. Il lavoro del progetto includerà la progettazione e la simulazione di modelli in vitro.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

##### **Metodi bioingegneristici per la medicina rigenerativa**

Lo studente sarà valutato in base alla capacità dimostrata di discutere i principali contenuti del corso (principi di ottica, funzionamenti di microscopi, modellizzazione FEM) utilizzando la terminologia appropriata. Verrà verificata la conoscenza della materia da parte dello studente, con particolare attenzione ai fondamenti teorici dell'ottica e ai suoi principi fisici, ai criteri di modellizzazione multifisica di sistemi in vivo e in vitro utilizzando software FEM.

##### **Tecnologie per la Medicina Regenerativa**

Esame orale, con domande di calcolo e modellizzazione.

#### *Capacità*

##### **Metodi bioingegneristici per la medicina rigenerativa**

Il corso si propone di dare agli studenti consapevolezza del funzionamento teorico/pratico dei microscopi comunemente utilizzati in ambito della bioingegneria, e della modellizzazione in silico utilizzando software per la simulazione multi-fisica di sistemi complessi.

##### **Tecnologie per la Medicina Regenerativa**



## UNIVERSITÀ DI PISA

Gli studenti acquisiranno la conoscenza dei principi base di: i) biologia cellulare; ii) biologia delle cellule staminali; iii) organoidi; iv) interazioni cellula-matrice; v) interazione cellula-recettore; vi) metabolismo cellulare e tissutale, dal punto di vista ingegneristico. Saranno in grado di stabilire criteri di progettazione per i tessuti ingegnerizzati e di utilizzarli per progettare semplici sistemi di coltura cellulare.

### *Modalità di verifica delle capacità*

#### **Metodi bioingegneristici per la medicina regenerativa**

Sarà possibile verificare l'acquisizione delle competenze nel corso di lezioni frontali ed esercitazioni che riguarderanno in particolare applicazioni in microscopia e modellizzazione multifisica applicata alla medicina rigenerativa.

Le competenze verranno verificate durante la prova orale/scritta, in cui valuterà la capacità di utilizzare gli strumenti teorici e computazionali discussi durante il corso.

#### **Tecnologie per la Medicina Regenerativa**

La valutazione verrà effettuata attraverso compiti in aula ed esami

### *Comportamenti*

#### **Metodi bioingegneristici per la medicina regenerativa**

I comportamenti che si ritiene lo studente possa acquisire sono:

- Comprensione base della fisica alla base del funzionamento dei microscopi
- Comprensione e utilizzo degli strumenti base per l'elaborazione e delle immagini ottenute tramite microscopi
- Sensibilità nei confronti della analisi e della risoluzione di problematiche legate alla costruzione di tessuti e organi in vitro, in modo analitico e utilizzando strumenti software;

#### **Tecnologie per la Medicina Regenerativa**

Gli studenti saranno in grado di eseguire semplici calcoli sul metabolismo cellulare e sull'interazione dei recettori. Saranno in grado di distinguere tra organoidi, sferoidi e costrutti tissutali basati su impalcature. Saranno in grado di generare semplici modelli 3D di flusso di reazione-diffusione

### *Modalità di verifica dei comportamenti*

#### **Metodi bioingegneristici per la medicina regenerativa**

I comportamenti saranno verificati tramite:

- Domande rivolte agli studenti nel corso delle lezioni frontali, per verificare l'acquisizione e il consolidamento dei concetti trattati;
- Svolgimento di esercizi in classe;
- Esame orale/scritto, con esercizi e domande di teoria

#### **Tecnologie per la Medicina Regenerativa**

La valutazione verrà effettuata attraverso compiti in aula ed esami

### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

#### **Metodi bioingegneristici per la medicina regenerativa**

Sono necessarie conoscenze consolidate di base di fisica e matematica e base di MATLAB. Sono inoltre necessarie conoscenze relative a meccanica, chimica e biochimica e i fenomeni di massa, di calore e di energia.

#### **Tecnologie per la Medicina Regenerativa**

Gli studenti dovranno conoscere le equazioni fondamentali dei trasporti, alcuni aspetti verranno brevemente ripresi all'inizio del corso

### *Indicazioni metodologiche*

#### **Metodi bioingegneristici per la medicina regenerativa**

- Lezioni
- Apprendimento a base di attività / apprendimento basato sui problemi / apprendimento basato sulla ricerca

Presenza consigliata

#### **Tecnologie per la Medicina Regenerativa**

A. Attività didattiche:



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

- Frequentando lezioni

Metodi di insegnamento:

- Lezioni interattive usando computer (software COMSOL)
- Apprendimento a base di attività / apprendimento basato sui problemi / apprendimento basato sulla ricerca

Presenza: consigliato

B.

Attività didattiche:

- Frequentando lezioni

Metodi di insegnamento:

- Lezioni
- Apprendimento a base di attività / apprendimento basato sui problemi / apprendimento basato sulla ricerca

Presenza: consigliato

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

#### Metodi bioingegneristici per la medicina regenerativa

Principi fondamentali dei fenomeni di massa, energia e calore. Utilizzo di software per la modellizzazione multi fisica dei sistemi complessi, in particolare la risoluzione della simulazione, la visualizzazione dei risultati e l'elaborazione dei dati ottenuti.

Principi fondamentali di ottica geometrica. Funzionamento di microscopi ottici, a fluorescenza, confocali, due fotoni, light-sheet. Principi di ottica ondulatoria. Funzionamento di microscopi a super-risoluzione. Principi base di elaborazione delle immagini.

#### Tecnologie per la Medicina Regenerativa

Principi fondamentali dei fenomeni di trasporto. Principi di base di biochimica e biologia cellulare. Modelli quantitativi di interazione cellula-materiale, assemblaggio cellulare e organizzazione 3D. Relazioni allometriche (legge di potenza) negli organismi. Criteri di progettazione per costrutti di tessuti 3D. Tecnologia delle cellule staminali, Effetti paracrini per indurre la rigenerazione dei tessuti, cellule staminali pluripotenti indotte, organoidi (intestino, fegato, cervello). Bioreattori fluidici e progettazione di organi e corpi su chip utilizzando metodi computazionali.

### Bibliografia e materiale didattico

#### Metodi bioingegneristici per la medicina regenerativa

Dispensa e materiale didattico.

Materiale fornito dal docente, Slide delle lezioni, esercizi

#### Tecnologie per la Medicina Regenerativa

Appunti e diapositive.

Fare riferimento anche a: Fondamenti di ingegneria dei tessuti per la medicina rigenerativa Mantero Sara - Remuzzi Andrea - Raimondi Manuela Teresa - Ahluwalia Arti ISBN/EAN: 978885553039

### Indicazioni per non frequentanti

**Le lezioni verranno registrate se necessario.**

### Modalità d'esame

#### Metodi bioingegneristici per la medicina regenerativa

Esame e lavoro in classe

#### Tecnologie per la Medicina Regenerativa

Esame e lavoro in classe

### Altri riferimenti web

#### Tecnologie per la Medicina Regenerativa

<http://www.centropiaggio.unipi.it/course/meccanobiologia.html>

