



## UNIVERSITÀ DI PISA

### ADVANCED INTERVENTIONAL AND THERAPEUTIC TECHNOLOGIES

#### ARIANNA MENCIASSI

Academic year	2023/24
Course	BIONICS ENGINEERING
Code	1103I
Credits	12

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
BIONIC ORGANS AND TISSUES	ING-IND/34	LEZIONI	60	LEONARDO RICOTTI
ROBOTICS FOR MINIMALLY INVASIVE AND TARGETED THERAPY	ING-IND/34	LEZIONI	60	ARIANNA MENCIASSI

#### Obiettivi di apprendimento

##### Conoscenze

L'insegnamento ha l'obiettivo di far acquisire agli studenti le conoscenze e gli strumenti metodologici caratteristici della robotica in ambito chirurgico/diagnostico, delle terapie mirate basate su micro/nano-materiali intelligenti e della progettazione di organi e tessuti artificiali e bioartificiali.

In particolare, nel modulo "Robotics for minimally invasive and targeted therapy", lo studente acquisirà conoscenze e metodologie relative alla progettazione di robot e strumentazione intelligente per la chirurgia e l'interventistica a varie scale. Lo studente riuscirà a distinguere i tratti salienti dei sistemi robotici più indicati per le diverse patologie, da utilizzare in distretti anatomici differenti e con diverse esigenze di accesso, di trattamento e di intervento. Grazie all'analisi di sistemi per chirurgia robot-assisted disponibili presso l'istituto della docente, gli studenti riusciranno a collegare le conoscenze teoriche acquisite con dei casi pratici. Saranno anche forniti i principi base di COMSOL Multiphysics per un primo approccio alla simulazione di sistemi complessi.

Nel modulo "Bionic organs and tissues", lo studente acquisirà inizialmente conoscenze e metodologie di base relative alla biologia cellulare e molecolare (anche grazie ad attività di laboratorio), nonché competenze specifiche e metodologiche relative alla progettazione di organi e tessuti artificiali e bioartificiali. In particolare verranno approfonditi alcuni organi (pancreas e altri), apparati e tessuti (ad es. muscolo scheletrico e cartilagine), analizzando approcci e tecnologie utilizzate per una loro sostituzione o rigenerazione.

##### Modalità di verifica delle conoscenze

Nel modulo "Robotics for minimally invasive and targeted therapy", il docente inviterà gli studenti a interagire proponendo soluzioni a piccoli quesiti che saranno presentati durante il corso normale delle lezioni. Molte lezioni constano di una parte hands on in cui agli studenti verranno presentati dei sistemi per chirurgia robotica o image – guided. Durante tali presentazioni, anche svolte insieme a dottorandi e ricercatori, il docente porrà dei quesiti per valutare se i concetti teorici propedeutici sono stati appresi e se gli studenti riescono a calare tali concetti nelle esperienze pratiche a loro proposte.

Nel modulo "Bionic organs and tissues", le conoscenze verranno verificate mediante un colloquio orale, nel corso del quale verranno posti quesiti riguardanti i temi affrontati nel corso.

##### Capacità

Per quanto riguarda il modulo "Robotics for minimally invasive and targeted therapy", al termine del corso lo studente:

- sarà in grado di individuare gli elementi principali di un sistema robotico per chirurgia robot assistita;
- sarà in grado di progettare a grandi blocchi un sistema di chirurgia robotica sulla base di specifiche cliniche e di differenti regioni di intervento;
- sarà in grado di svolgere una ricerca su un tema di chirurgia robotica proposto individuando la tipologia di appartenenza (es. robot teleoperato, autonomo, hand – held).

Per quanto riguarda il modulo "Bionic organs and tissues", al termine del corso lo studente:

- sarà in possesso di conoscenze di base riguardanti anatomia e fisiologia degli organi e tessuti trattati nel corso;
- sarà in grado di orientarsi nella letteratura scientifica riguardante le tecnologie per la sostituzione di organi e la medicina rigenerativa;
- saprà svolgere attività pratiche in ambienti specializzati quali laboratorio biologico, rispettando le relative norme di sicurezza e di protezione individuale.

##### Modalità di verifica delle capacità

Nel modulo "Robotics for minimally invasive and targeted therapy", il maggiore strumento per la verifica dell'apprendimento sarà la prova



## UNIVERSITÀ DI PISA

d'esame finale. Durante il corso il docente esporrà gli studenti a semplici quesiti per accertare la capacità degli stessi di estrarre i contenuti teorici e applicarli in casi pratici. Questa verifica sarà condotta in particolare durante le sessioni pratiche in cui agli studenti verrà chiesto di riconoscere i moduli di quello che hanno appreso nelle piattaforme che saranno loro presentate.

Nel modulo "Bionic organs and tissues", gli strumenti utilizzati consisteranno in:

- Attività pratiche di laboratorio biologico (utilizzo di cappa biologica, cellule di linea, microscopia in fluorescenza, reagenti e saggi colorimetrici);
- Durante il corso il docente esporrà gli studenti a quesiti per accertare la capacità degli stessi di estrarre i contenuti teorici e applicarli in casi pratici;
- Prova d'esame finale.

### Comportamenti

Nel modulo "Robotics for minimally invasive and targeted therapy", lo studente imparerà a comprendere gli elementi più rilevanti in un approccio interventistico-chirurgico, distinguendo tra gli aspetti tecnici e quelli legati al paziente, alla regione di intervento, all'operatore e al sistema sanitario. Quando possibile la docente cercherà di sottolineare i rapporti costi/beneficio caratteristici delle diverse soluzioni proposte, in modo da far acquisire agli studenti consapevolezza dei problemi legati alla tecnologia per la chirurgia avanzata.

Nel modulo "Bionic organs and tissues", i comportamenti che si ritiene lo studente possa acquisire sono:

- Sensibilità nei confronti della formulazione di ipotesi innovative e di idee nell'ambito della progettazione e realizzazione di organi e tessuti artificiali e bioartificiali;
- Sensibilità nello svolgere procedure di laboratorio delicate e in ambienti controllati/sterili.

### Modalità di verifica dei comportamenti

Nel modulo "Robotics for minimally invasive and targeted therapy", gli strumenti utilizzati per accertare l'acquisizione dei comportamenti di cui sopra saranno essenzialmente le domande o le considerazioni che gli studenti faranno durante le lezioni. La docente, ad esempio, chiederà quale approccio interventistico è più idoneo per un certo problema e dalla risposta cercherà di capire se lo studente ha acquisito consapevolezza dei problemi di costo/beneficio delle diverse tecnologie presentate.

Nel modulo "Bionic organs and tissues", gli strumenti utilizzati per accertare l'acquisizione dei comportamenti attesi saranno:

- Misure effettuate nel corso delle sessioni di laboratorio, allo scopo di valutare il grado di accuratezza delle attività svolte;
- Domande rivolte agli studenti nel corso delle lezioni frontali, per verificare l'acquisizione e il consolidamento dei concetti.

### Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Per seguire il corso in modo proficuo, non sono richieste conoscenze specialistiche da parte degli studenti. Tuttavia, sono necessarie conoscenze consolidate di base di fisica e di matematica, e sono inoltre utili conoscenze di base relative a meccanica, elettronica, chimica e biologia.

### Indicazioni metodologiche

Per quanto riguarda il modulo "Robotics for minimally invasive and targeted therapy", le informazioni metodologiche sono le seguenti:

- Le lezioni si svolgono utilizzando slide in inglese, la lavagna per semplici schemi o passaggi matematici, video e animazioni per capire meglio come si svolgano alcuni interventi e quali siano le anatomie di interesse.
- Le sessioni hands-on consistono in visioni e utilizzo di piattaforme robotiche aperte per chirurgia (tool navigation con ausilio robotico, terapia a US con guida robotica, Da Vinci robot per teleoperazione, etc.). Gli studenti vedranno i diversi moduli dei sistemi e saranno invitati dal docente e dagli operatori delle piattaforme a fare piccoli task di programmazione o esecuzione.
- Le lezioni saranno disponibili in formato elettronico (file pdf) sul sito [http://www.bionicsengineering.it/Courses\\_PrivateArea](http://www.bionicsengineering.it/Courses_PrivateArea), accessibile dagli studenti; oltre alle lezioni saranno caricati anche articoli e capitoli di libro rilevanti. Visto l'uso di Teams per le lezioni blended, il materiale sarà disponibile su richiesta anche sul canale Teams.
- L'interazione con gli studenti avverrà via e-mail e con incontri programmati.
- La lingua per tutte le attività sarà l'inglese.

Per quanto riguarda il modulo "Bionic organs and tissues", le indicazioni metodologiche sono le seguenti:

- Le lezioni si svolgeranno in forma alternata alla lavagna e utilizzando slide proiettate, con l'ausilio anche di animazioni e video;
- Le esercitazioni in laboratorio si svolgeranno fornendo a tutti gli studenti degli opportuni dispositivi di protezione individuale (camici, occhiali e guanti) e facendo svolgere ad ogni studente specifiche operazioni;
- Le lezioni saranno disponibili in formato elettronico (file pdf) su un canale dedicato di Microsoft Teams, accessibile dagli studenti;
- L'interazione tra studente e docente avverrà mediante scambi e-mail o fissando degli appuntamenti su richiesta, per ricevimenti e richieste di chiarimenti;

La lingua utilizzata nel corso delle lezioni e delle attività di laboratorio sarà sempre l'inglese.



## UNIVERSITÀ DI PISA

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

Per quanto riguarda il modulo "Robotics for minimally invasive and targeted therapy", i contenuti dell'insegnamento sono i seguenti:

- Robotica per chirurgia minimamente invasiva: introduzione al problema, diversi scenari di chirurgia e di intervento. Cosa significa "targeted therapy". Indice terapeutico e soluzioni chirurgiche a problematiche croniche per evidenziare i contatti col secondo modulo del corso. (3 ore)
- Chirurgia mini-invasiva tradizionale e non robotica: Laparoscopia, problemi della laparoscopia, tremore, visione, effetto fulcro. (5 ore)
- Chirurgia minimamente invasiva robotica: chirurgia robotica hand held, teleoperata, autonoma. Robotica e manipolatori. Analisi delle immagini e tracking. (28 ore)
- Lezioni pratiche su piattaforme autonome, hand held e teleoperate. (8 ore)
- Chirurgia endoluminale e interventistica: capsule endoscopiche e strumentazione che naviga nei lumi a diverse scale, fino alla microrobotica medica. (10 ore)
- Targeting e guida tramite campi magnetici: utilizzo di COMSOL per la guida magnetica e l'ancoraggio di piccola strumentazione. (6 ore).

Per quanto riguarda il modulo "Bionic organs and tissues", i contenuti dell'insegnamento sono i seguenti:

- Criteri e metodologia per la progettazione di organi e tessuti (4 ore)
- Anatomia e fisiologia del pancreas, approcci e tecnologie per pancreas artificiali e bioartificiali (12 ore)
- Fondamenti di biologia e laboratorio pratico di biologia (12 ore)
- Anatomia e fisiologia del muscolo scheletrico, approcci e tecnologie per l'ingegnerizzazione del muscolo, bioprinting e robot bio-ibridi (10 ore)
- Anatomia e fisiologia della cartilagine, approcci e tecnologie per la sostituzione e la rigenerazione della cartilagine (12 ore)
- Anatomia e fisiologia del rene, approcci e tecnologie per la sostituzione e rigenerazione delle sue componenti (10 ore)

### Bibliografia e materiale didattico

Per quanto riguarda il modulo "Robotics for minimally invasive and targeted therapy", la principale bibliografia di riferimento è la seguente:

- H.G. Stassen et al. "Open versus minimally invasive surgery: a man-machine system approach", Transactions of the Institute of Measurement and Control, Vol 21, no. 4-5, 1999.
- Davies, "Robotic Surgery – A Personal View of the Past, Present and Future", Int. J. Adv. Rob. Syst., 12:54, 2015.
- Dario et al., "Smart Surgical Tools and Augmenting Devices", IEEE Trans Rob Automation, 19, 5, 2003.
- Cleary, "Image guided interventions", Annual Review Biomed. Eng., 12, 2010.
- Vitiello et al., "Emerging Robotic Platforms for Minimally Invasive Surgery", IEEE Trans Biomed Eng., 2013.
- Loeve et al., "Scopes Too Flexible ...and Too Stiff", IEEE Pulse, 2010.
- Sliker et al., "Magnetically driven medical devices: a review", Expert Rev. Med. Devices, 2015.
- Ciuti et al., "Capsule Endoscopy: From Current Achievements to Open Challenges", IEEE Reviews Biomed Eng, 2011.
- Taylor et al., "Chapter 52, Medical Robotics and Computer Integrated Surgery", in the Handbook of Robotics, Springer, 2007.
- Nelson B. et al "Microrobots for Minimally Invasive Medicine", Annual Review of Biomedical Engineering, 2010.

Per quanto riguarda il modulo "Bionic organs and tissues", la bibliografia di riferimento è la seguente:

- B. Alberts, K. Hopkin, A.D. Johnson, D. Morgan, M. Raff. Essential Cell Biology, 5th Edition, 2019. Editor: W.W. Norton & Company. ISBN-10: 0393680398, ISBN-13: 978-0393680393
- N.S. Hakim. Artificial Organs, 2009. Springer. ISBN: 978-1-84882-283-2
- E. Sanchez. The Artificial Pancreas, 1st Edition, 2019. ISBN: 9780128156551
- J. Gilbert-Honick, W. Grayson. Vascularized and innervated skeletal muscle tissue engineering. *Adv. Health. Mater.* 2019. Doi: 10.1002/adhm.201900626
- W. Wei, H. Dai. Articular cartilage and osteochondral tissue engineering techniques: Recent advances and challenges. *Bioactive Mater.* 2021. Doi: 10.1016/j.bioactmat.2021.05.011

### Indicazioni per non frequentanti

Non ci sono variazioni per studenti non frequentanti.

### Modalità d'esame

Per quanto riguarda il modulo "Robotics for minimally invasive and targeted therapy", le modalità d'esame sono le seguenti:

- L'esame consiste di una prova orale, che però è accompagnata da un test scritto che permette una maggiore copertura di argomenti anche con l'uso di schemi e di figure dedicate.
- Lo studente deve prima rispondere alle domande su carta, domande che consistono in quesiti a risposta multipla, schemi da completare, strumentazioni da riconoscere, piccoli problemi progettuali da risolvere.
- Al termine della prova, l'elaborato viene discusso con il docente e con eventuali collaboratori alla docenza e gli aspetti poco chiari vengono rivisitati con domande orali dedicate.
- La durata media di un esame è di circa due ore, divise tra domande scritte e discussioni/approfondimenti orali.
- L'esame è superato se lo studente dimostra padronanza degli argomenti trattati, se riesce a collegare gli argomenti trattati con casi specifici presentati ad hoc dal docente, e se mostra rigore nelle risposte.

Per quanto riguarda il modulo "Bionic organs and tissues", le modalità d'esame sono le seguenti:



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

- L'esame è costituito da una prova orale;
- La prova orale consiste in un colloquio tra il candidato e il docente e altri collaboratori del docente titolare. Il colloquio è basato su domande allo studente su argomenti toccati durante il corso. La durata media del colloquio è di circa 30 minuti per ogni studente;
- La prova orale è superata se il candidato risponde in modo corretto, con padronanza dei concetti e una corretta terminologia alla maggior parte delle domande poste dai docenti riguardanti gli argomenti del corso.

### Altri riferimenti web

<https://www.bionicsengineering.it/edu/courses/>

### Note

Nessuna nota aggiuntiva

*Ultimo aggiornamento 05/09/2023 19:37*