

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

INGEGNERIA TISSUTALE E NANOMEDICINA

TISSUE ENGINEERING AND NANOMEDICINE

INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

A.A.	2026-2027	CdS	BIOLOGIA CELLULARE MOLECOLARE E RICERCA BIOMEDICA
Codice	8068466	Canale	Unico
CFU	6	Lingua	Italiano

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

Claudia Fuoco

CODOCENTE

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI: L'insegnamento ha l'obiettivo di fornire agli studenti conoscenze avanzate sui principi dell'ingegneria tissutale e della nanomedicina, con particolare attenzione al ruolo delle cellule staminali nei processi di rigenerazione tissutale. Il corso è orientato alla comprensione dei meccanismi cellulari e molecolari alla base del riparo e della ricostruzione dei tessuti, nonché all'impiego di approcci sperimentali innovativi nella ricerca biomedica. Contenuti Il corso tratta le principali tipologie di cellule staminali (adulte, embrionali e cellule Staminali Pluripotenti Indotte – iPSC), analizzandone le caratteristiche biologiche, le modalità di derivazione, le tecniche di isolamento e le potenzialità differenziative. Vengono inoltre affrontati i fondamenti dell'ingegneria tissutale, con particolare riferimento a biomateriali, scaffold tridimensionali, 3D modelling e biostampa 3D come strumenti per lo studio dell'organizzazione e della rigenerazione dei tessuti. Il corso introduce infine i principi della nanomedicina, focalizzandosi sull'impiego di nanomateriali e nanosistemi per la modulazione dei processi cellulari, il rilascio controllato di molecole bioattive e la ricostruzione di microambienti cellulari fisiologicamente rilevanti. Verranno discussi esempi di tessuti ricostruiti e modelli tissutali utilizzati nella ricerca biomedica. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE: Lo studente acquisirà conoscenze sui principali aspetti della biologia delle cellule staminali e sui fondamenti dell'ingegneria tissutale e della nanomedicina applicati alla ricerca biomedica. CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE: Lo studente sarà in grado di descrivere le caratteristiche dei diversi tipi di cellule staminali e di discuterne l'impiego in modelli di ingegneria tissutale e nanomedicina.
----------	---



	AUTONOMIA DI GIUDIZIO: Lo studente svilupperà capacità critiche nell'integrare conoscenze di biologia cellulare e molecolare con approcci sperimentali avanzati, anche attraverso l'analisi della letteratura scientifica. ABILITÀ COMUNICATIVE: Lo studente sarà in grado di utilizzare un linguaggio scientifico appropriato in italiano e di comprendere testi scientifici in lingua inglese nell'ambito delle tematiche trattate. CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO: Lo studente acquisirà gli strumenti concettuali e metodologici necessari per approfondire in modo autonomo lo studio delle cellule staminali, dell'ingegneria tissutale e della nanomedicina. Tali capacità di apprendimento sono altresì funzionali per svolgere la prova finale (Tesi) su tematiche affini nei suoi aspetti multidisciplinari, nonché per intraprendere, con consapevolezza e autonomia, successivi studi di approfondimento (Master e/o Dottorato di Ricerca).
English	LEARNING OUTCOMES: <i>The course aims to provide students with advanced knowledge of the principles of tissue engineering and nanomedicine, with particular emphasis on the role of stem cells in tissue regeneration processes. The course is focused on understanding the cellular and molecular mechanisms underlying tissue repair and reconstruction, as well as the use of innovative experimental approaches in biomedical research.</i> <i>Course Contents The course covers the main types of stem cells (adult, embryonic, and Induced Pluripotent Stem Cells – iPSCs), analyzing their biological characteristics, derivation, isolation techniques, and differentiation potential. Fundamental concepts of tissue engineering are also addressed, with particular reference to biomaterials, three-dimensional scaffolds, 3D modeling, and 3D bioprinting as tools for studying tissue organization and regeneration. The course further introduces the principles of nanomedicine, focusing on the use of nanomaterials and nanosystems to modulate cellular processes, enable controlled delivery of bioactive molecules, and recreate physiologically relevant cellular microenvironments. Examples of reconstructed tissues and tissue models used in biomedical research are discussed.</i> KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: <i>At the end of the course the student will have acquired knowledge about the fundamental aspects of stem cell biology and of the principles of tissue engineering and nanomedicine applied to biomedical research.</i> APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: <i>Students will be able to describe the main characteristics of different stem cell types and discuss their use in tissue engineering and nanomedicine models.</i> MAKING JUDGEMENTS:

	<i>Students will develop critical skills to integrate knowledge of cellular and molecular biology with advanced experimental approaches, including through the analysis of scientific literature.</i> COMMUNICATION SKILLS: <i>Students will be able to use appropriate scientific terminology in Italian and understand scientific literature in English related to the topics covered.</i> LEARNING SKILLS: <i>Students will acquire the conceptual and methodological tools necessary to independently pursue advanced study in the fields of stem cells, tissue engineering, and nanomedicine. These learning skills will also enable them to undertake their final thesis on related multidisciplinary topics and to pursue further advanced education (Master's and/or PhD programs) with awareness, independence, and critical judgment.</i>
--	--

PREREQUISITI

Italiano	Nozioni di base della biologia cellulare e molecolare e dell'embriologia.
English	<i>Basic notions of cellular and molecular biology and embryology.</i>

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

Italiano	4 ore • La rigenerazione dai Cnidari ai Mammiferi: rigenerazione per morfosi ed epimorfosi; analisi dettagliata dei processi rigenerativi per epimorfosi con particolare riferimento alla rigenerazione dell'arto, della coda e del cristallino negli anfibi e della punta delle dita nei mammiferi. Inclusione dei meccanismi di metaplasia durante i processi rigenerativi e della plasticità cellulare nei diversi organismi. 12 ore • Caratteristiche delle diverse tipologie di cellule staminali: biologia delle cellule staminali embrionali, adulte e cellule Staminali Pluripotenti Indotte (iPSC); potenzialità differenziative, controllo del destino cellulare, modificazioni genetiche e principali applicazioni in ambito di ricerca e terapia. 14 ore • Ingegneria tissutale e impiego dei biomateriali nella medicina rigenerativa: studio e caratterizzazione dei biomateriali come scaffold tridimensionali per migliorare la sopravvivenza, la proliferazione e la capacità differenziativa delle cellule staminali; interazione cellula–matrice extracellulare e meccano-trasduzione. 8 ore • Nuove tecnologie per la medicina rigenerativa: biostampa 3D di nuova generazione, principi di 3D modelling e sistemi di organ-on-chip per la ricostruzione di tessuti in vitro e lo studio di interazioni cellula–cellula e cellula–ambiente. 4 ore • Nanomedicina: nanoparticelle e sistemi di drug delivery, nanodiagnostica, nanotecnologie per la terapia e la medicina personalizzata applicate alla rigenerazione tissutale. 2 ore • Aspetti regolatori nazionali ed internazionali: panoramica sulle differenze normative tra i diversi paesi e sul loro impatto sullo sviluppo della ricerca e dei trial clinici basati sulle cellule staminali.
----------	--

<i>English</i>	4 hours • Regeneration from Cnidarians to Mammals: regeneration through morphallaxis and epimorphosis; detailed analysis of epimorphic regenerative processes, with particular emphasis on limb, tail, and lens regeneration in amphibians, as well as fingertip regeneration in mammals. The course also covers the role of metaplasia during regenerative processes and cellular plasticity across different organisms. 12 hours • Characteristics of Different Types of Stem Cells: biology of embryonic stem cells, adult stem cells, and induced pluripotent stem cells (iPSCs); differentiation potential, regulation of cell fate, genetic modifications, and the main research and therapeutic applications. 14 hours • Tissue Engineering and the Use of Biomaterials in Regenerative Medicine: study and characterization of biomaterials as three-dimensional scaffolds to enhance stem cell survival, proliferation, and differentiation potential; cell–extracellular matrix interactions and mechanotransduction. 8 hours • Emerging Technologies for Regenerative Medicine: next-generation 3D bioprinting, principles of 3D modeling, and organ-on-chip systems for in vitro tissue reconstruction and the study of cell–cell and cell–environment interactions. 4 hours • Nanomedicine: nanoparticles and drug delivery systems, nanodiagnostics, and nanotechnologies for therapy and personalized medicine, with applications in tissue regeneration. 2 hours • International Regulatory Aspects: overview of the regulatory frameworks governing stem cell research in different countries and their impact on the development of stem cell research and clinical trials.
----------------	---

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Italiano	Materiale didattico fornito dal docenti come file pdf. Il corso si basa sul testo: “Principles of Tissue Engineering” – Robert Lanza, Robert Langer, Joseph P. Vacanti (Fourth Edition, 2020) e su articoli scientifici che verranno indicati durante le lezioni
<i>English</i>	Teaching materials will be provided by the Professor in PDF format. The course is primarily based on the textbook “Principles of Tissue Engineering” by Robert Lanza, Robert Langer, and Joseph P. Vacanti (4th Edition, 2020), supplemented by selected scientific articles that will be assigned and discussed during the lectures.

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza ☐ A distanza

Italiano	Lezioni frontali in aula Agli studenti verranno forniti articoli tratti dalla letteratura scientifica, che saranno discussi collegialmente durante le lezioni in aula.
-----------------	--

English	Classroom lessons. Students will be provided with articles taken from scientific literature, which will be discussed collectively during classroom lessons.
---------	---

MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria ☒ frequenza facoltativa

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

Italiano	Lezioni in aula
English	Class lectures

MODALITÀ DI VALUTAZIONE

☐ Prova scritta ☒ Prova orale ☐ Prova di laboratorio ☐ Prova pratica
☐ Valutazione in itinere ☐ Valutazione di progetto ☐ Valutazione di tirocinio

COMPOSIZIONE DELLA COMMISSIONE VALUTATRICE

Claudia Fuoco, Cesare Gargioli, Sergio Bernardini
--

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Italiano	L'esame consiste in un colloquio orale volto a verificare il livello di conoscenza degli argomenti trattati. Non idoneo: Lo studente presenta importanti carenze e/o inaccuratezze nella conoscenza e comprensione degli argomenti; capacità di analisi e sintesi limitate, frequenti generalizzazioni, capacità critiche e di giudizio insufficienti. Gli argomenti sono esposti in modo non coerente e con linguaggio inappropriato. 18–21: Lo studente dimostra di aver acquisito i concetti di base della disciplina e riesce a presentarli con un linguaggio abbastanza corretto e appropriato. 22–25: Lo studente ha acquisito in maniera approfondita i concetti di base della disciplina ed è adeguatamente in grado di effettuare collegamenti tra le diverse aree disciplinari. Presenta linearità nella strutturazione delle risposte e utilizza un linguaggio appropriato e corretto. 26–29: Lo studente possiede un bagaglio di conoscenze completo e ben strutturato. È in grado di applicare e rielaborare autonomamente le conoscenze acquisite, evidenziando ricchezza di riferimenti e capacità logico-analitiche. 30 e 30 e lode: Lo studente possiede un bagaglio di conoscenze completo e approfondito. Sa applicare le conoscenze a casi e problemi complessi ed estenderle a nuove situazioni. I riferimenti culturali sono ricchi e aggiornati. Presenta le proprie conoscenze in modo brillante e con perfetta proprietà di linguaggio.
----------	--

English	<i>The final oral exam will cover the entire course program and will consist of an oral test, including several questions on the topics addressed during the course.</i> <i>Fail (Not Eligible): The student shows significant gaps and/or inaccuracies in knowledge and understanding of the topics; limited analytical and synthetic skills, frequent generalizations, and insufficient critical and evaluative abilities. Topics are presented incoherently and with inappropriate language.</i> <i>18–21: The student demonstrates basic understanding of the discipline and is able to present concepts using fairly correct and appropriate language.</i> <i>22–25: The student has acquired a solid understanding of the fundamental concepts of the discipline and can adequately make connections between different areas. Answers are structured coherently and language use is correct and appropriate.</i> <i>26–29: The student possesses a comprehensive and well-structured body of knowledge. They can independently apply and reorganize the acquired knowledge, demonstrating rich references and strong logical-analytical skills.</i> <i>30 / 30 cum laude: The student possesses an extensive and in-depth body of knowledge. They can apply knowledge to complex cases and problems and extend it to new situations. Cultural and scientific references are rich and up-to-date. The student presents their knowledge clearly, brilliantly, and with perfect command of language.</i>
---------	---