UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Istituzioni di Biologia

2627-1-E0202Q047

Obiettivi

L'insegnamento si propone di fornire allo studente una conoscenza di base della cellula eucariotica da un punto di vista morfo-funzionale e ultrastrutturale, delle proprietà strutturali e funzionali delle cellule animali differenziate e delle loro modalità di associazione nella formazione dei tessuti. L'insegnamento comprende inoltre cenni sui meccanismi dell'evoluzione biologica come quadro concettuale unificante per interpretare strutture, funzioni e processi biologici ai diversi livelli di organizzazione della vita.
In continuità con l'evoluzione moderna delle scienze biologiche e biotecnologiche, il corso introdurrà semplici elementi di interpretazione quantitativa e spaziale dei sistemi cellulari e tissutali. Gli studenti saranno guidati a comprendere come cellule, organelli e tessuti possano essere osservati, descritti e misurati mediante immagini biologiche, e come l'organizzazione spaziale delle cellule nei tessuti contribuisca alla funzione biologica.
Le lezioni frontali sono affiancate da esercitazioni in laboratorio in cui l'utilizzo del microscopio ottico permetterà di osservare preparati istologici, acquisire abilità nel riconoscimento dei principali tessuti e collegare la loro organizzazione microscopica alla funzione.

In particolare, gli obiettivi da raggiungere sono:

1. Conoscenza e capacità di comprensione
Al termine dell'insegnamento, lo studente dovrà conoscere le relazioni fra i livelli molecolare, cellulare, tissutale e organologico in biologia animale, la struttura e la funzione delle componenti della cellula eucariotica e dei tessuti animali, l'uso del microscopio ottico come strumento per l'osservazione, la descrizione e l'interpretazione di cellule e tessuti, e le basi biologiche e i principali meccanismi dell'evoluzione. Dovrà inoltre essere in grado di comprendere la terminologia utilizzata nella biologia cellulare, nella citologia e nell'istologia.
Lo studente dovrà inoltre conoscere il significato di concetti introduttivi rilevanti per la biologia cellulare moderna, quali scala, dimensione, variabilità cellulare, distribuzione spaziale, polarità, organizzazione tissutale, microambiente e relazione tra posizione cellulare e funzione.

2. Capacità di applicare conoscenza e comprensione
Al termine dell'insegnamento, lo studente dovrà essere in grado di applicare le conoscenze acquisite per riconoscere organuli cellulari in immagini di microscopia ottica ed elettronica, utilizzare il microscopio ottico,

riconoscere i principali tessuti e i loro costituenti e interpretare immagini bidimensionali di campioni biologici in termini morfologici, quantitativi e spaziali.

3. Autonomia di giudizio
Al termine dell'insegnamento, lo studente dovrà essere in grado di scegliere criteri e metodologie adeguati all'analisi di specifici aspetti strutturali della cellula e dei tessuti. Dovrà inoltre saper distinguere descrizioni qualitative da misure quantitative semplici e comprendere i limiti interpretativi di una singola immagine biologica. Allo sviluppo di tali abilità concorreranno esercizi guidati dal docente, attività di osservazione al microscopio, interpretazione di immagini e test di autovalutazione.

4. Abilità comunicative
Al termine dell'insegnamento, lo studente avrà sviluppato la capacità di descrivere e rappresentare in modo chiaro e rigoroso gli aspetti morfo-funzionali di cellule e tessuti, utilizzando in modo appropriato la terminologia biologica.

5. Capacità di apprendere
Al termine dell'insegnamento, lo studente avrà le competenze necessarie per affrontare gli insegnamenti successivi che richiedano basi di biologia della cellula e dei tessuti. Lo studente saprà applicare, integrare e collegare le conoscenze acquisite con quanto verrà appreso nel piano di studi, utilizzando in modo consapevole il libro di testo, gli atlanti istologici e citologici, le risorse digitali e, a livello introduttivo, la letteratura scientifica.

Contenuti sintetici

Citologia e biologia cellulare

1. Introduzione allo studio della citologia e della biologia cellulare moderna
2. Le basi chimiche della materia vivente
3. La membrana plasmatica
4. Il citoplasma, gli organelli e il traffico intracellulare
5. Il citoscheletro, la forma cellulare e la motilità
6. Il nucleo, l'informazione genetica e il ciclo cellulare

Elementi introduttivi di biologia quantitativa e spaziale
Scale dimensionali, proprietà delle immagini biologiche in formato digitali, misure semplici e variabilità cellulare. Organizzazione spaziale dei sistemi cellulari e tissutali: polarità cellulare e tissutale, relazioni cellula-cellula e cellula-matrice.

Evoluzione biologica
Principi generali dell'evoluzione, selezione naturale, variabilità, adattamento, speciazione ed evoluzione molecolare.

Esercitazioni: elementi di istologia

1. Tessuti epiteliali
2. Tessuti connettivi propriamente detti e specializzati
3. Tessuti muscolari
4. Tessuto nervoso

Programma esteso

Citologia e biologia cellulare

1. Introduzione allo studio della citologia e della biologia cellulare moderna
Gerarchia e complessità dell'organizzazione biologica. La cellula come unità fondamentale degli organismi viventi. Morfologia e organizzazione generale della cellula procariotica e della cellula eucariotica animale e vegetale. Ordini di grandezza, unità di misura, limiti di risoluzione e principali tecniche microscopiche per lo studio di cellule e tessuti, con riferimento alla microscopia ottica in luce trasmessa, alla microscopia a fluorescenza e alla microscopia elettronica.
Introduzione all'immagine biologica come fonte di informazione morfologica e quantitativa, con esempi semplici di osservazione e misura in biologia cellulare (dimensione, numero, forma, distribuzione e localizzazione di cellule, organelli o segnali in immagini microscopiche). Concetti di variabilità biologica e tecnica, controllo sperimentale e confronto tra campioni.

2. Le basi chimiche della materia vivente
Struttura e funzione delle principali macromolecole biologiche: carboidrati, lipidi, proteine e acidi nucleici. Acqua, pH, legami chimici e interazioni deboli nei sistemi biologici. Relazione tra struttura molecolare e funzione biologica.

3. La membrana plasmatica
Proprietà e funzioni della membrana plasmatica. Composizione e architettura molecolare: modello a mosaico fluido, domini di membrana e raft lipidici. Permeabilità e meccanismi di trasporto di membrana: diffusione semplice, osmosi, trasporto passivo e attivo, proteine carrier, pompe di membrana, canali ionici e potenziale di membrana.
Recettori, comunicazione tra cellule e trasduzione del segnale. Concetti introduttivi di gradienti extracellulari, localizzazione dei recettori, polarità cellulare e distribuzione spaziale dei segnali come elementi importanti per la funzione cellulare.
Specializzazioni della membrana plasmatica: microvilli, ciglia e flagelli, glicocalice, giunzioni cellulari strette, aderenti, desmosomi e giunzioni comunicanti. Matrice extracellulare e interazioni cellula-matrice: contatti focali ed emidesmosomi.

4. Il citoplasma, gli organelli e il traffico intracellulare
Composizione del citosol, ribosomi e poliribosomi. Sistema delle membrane interne e compartimentalizzazione nelle cellule eucariotiche: reticolo endoplasmatico ruvido e liscio, apparato di Golgi, traffico vescicolare e rivestimenti proteici delle vescicole, lisosomi, endocitosi ed esocitosi. Perossisomi, mitocondri e cloroplasti. Cenni al ruolo dei mitocondri nel metabolismo energetico e all'origine endosimbiotica degli organelli energetici.
Esempi di parametri cellulari misurabili in immagini biologiche: dimensione cellulare, forma, distribuzione degli organelli, localizzazione subcellulare di proteine e confronto tra cellule o condizioni sperimentali.

5. Il citoscheletro, la forma e la motilità cellulari
Struttura e funzione dei microtubuli, centrosoma e MTOC, modello di instabilità dinamica, motori microtubulari, ultrastruttura dell'assonema in ciglia e flagelli. Struttura e funzione dei microfilamenti di actina, assemblaggio e disassemblaggio, interazioni dei filamenti actinici con miosina e proteine leganti actina in cellule muscolari e non muscolari. Struttura e funzione dei filamenti intermedi.
Rapporto tra citoscheletro e altre strutture cellulari. Ruolo del citoscheletro nella forma cellulare, nella polarità, nell'adesione, nella migrazione, nella divisione cellulare e nella risposta meccanica delle cellule. Esempi introduttivi di misure cellulari associate al citoscheletro: area, forma, polarità, orientamento, organizzazione dei filamenti e movimento cellulare.

6. Il nucleo, l'informazione genetica e il ciclo cellulare
Struttura del nucleo interfasico al microscopio ottico ed elettronico. Involucro nucleare e pori nucleari. Scambi tra nucleo e citoplasma. Nucleolo. Struttura della cromatina. Eterocromatina costitutiva e facoltativa. Cromosomi metafasici e cariotipo.
Cenni sulla struttura e funzione dei principali RNA. Codice genetico. Cenni sulla duplicazione del DNA, trascrizione e traduzione dell'informazione genica. Introduzione ai concetti di genotipo, fenotipo, mutazione, variabilità genetica e regolazione dell'espressione genica.
Il ciclo cellulare: fasi e cenni sulla regolazione. La fase M: tappe della mitosi e citocinesi. Cenni a semplici misure cellulari e nucleari utilizzabili nello studio del ciclo cellulare, quali dimensione del nucleo, morfologia della

cromatina, indice mitotico e frazione di cellule proliferanti. La riproduzione sessuata: cellule somatiche e cellule germinali. Meiosi, gametogenesi e struttura dei gameti.

Elementi introduttivi di biologia cellulare quantitativa e spaziale
Introduzione al concetto di misura in biologia cellulare e alla distinzione tra osservazione qualitativa, descrizione morfologica e dato quantitativo. Variabilità biologica e variabilità tecnica. Campione, controllo, confronto tra condizioni e normalizzazione a livello introduttivo.
Esempi semplici ricavabili da immagini biologiche: numero e dimensione delle cellule, area nucleare, forma cellulare, intensità e localizzazione di segnali, distribuzione degli organelli, indice mitotico e densità cellulare. Interpretazione di semplici grafici biologici e riconoscimento dei limiti di una “immagine rappresentativa”.
Introduzione al concetto di organizzazione spaziale nei sistemi biologici: posizione delle cellule nei tessuti, polarità, relazioni cellula-cellula e cellula-matrice, microambiente, gradienti e compartimenti tissutali. Esempi saranno discussi in relazione a epiteli, connettivi, muscolo, tessuto nervoso e sangue. Cenni a tecnologie moderne per lo studio dei tessuti nel loro contesto spaziale, quali immunofluorescenza multiplex e atlanti cellulari, a livello concettuale e non specialistico.

Cenni di evoluzione biologica
Panorama delle forme viventi. Le categorie sistematiche. Genotipo, fenotipo, fitness, selezione naturale e artificiale. Analogia e omologia. Coevoluzione e mimetismo. Legge di Hardy-Weinberg. Mutazioni, deriva genetica e flusso genico. Significato evolutivo della riproduzione sessuata. Speciazione. Evoluzione molecolare. Le prove storiche dell’evoluzione. Lamarckismo, darwinismo e neodarwinismo. Gradualismo ed equilibri intermittenti.
Saranno inoltre discussi esempi semplici che collegano l’evoluzione alla biologia moderna e alle biotecnologie, quali resistenza agli antibiotici, evoluzione virale, domesticazione, adattamento e variabilità biologica.

Esercitazioni: elementi di istologia
Studio dell’organizzazione tissutale attraverso l’osservazione guidata di preparati istologici e immagini digitali. Le esercitazioni saranno dedicate al riconoscimento di cellule, tessuti e compartimenti, al confronto tra immagini diverse e alla descrizione della relazione tra architettura microscopica e funzione. In modo trasversale alle diverse esercitazioni, saranno introdotti a livello semplice e guidato alcuni aspetti morfologici, morfometrici e spaziali, quali densità cellulare, distribuzione delle cellule, polarità e organizzazione della matrice extracellulare.

1. Tessuti epiteliali
Classificazione strutturale e funzionale degli epiteli. Polarità morfo-funzionale delle cellule epiteliali. Membrana basale. Epiteli di rivestimento. Epiteli ghiandolari.

2. Tessuti connettivi propriamente detti e specializzati
Tessuti connettivi propriamente detti: cellule proprie e migranti; matrice extracellulare; biosintesi e organizzazione delle componenti extracellulari. Funzioni. Tessuto connettivo fibroso lasso e denso, reticolare, elastico e adiposo. Tessuti connettivi di sostegno: cartilagine; tessuto osseo spugnoso e compatto; funzioni meccaniche e di omeostasi metabolica; ossificazione, accrescimento e rimodellamento dell’osso. Sangue, plasma ed elementi figurati.

3. Tessuti muscolari
Tessuto muscolare striato scheletrico: organizzazione istologica e basi ultrastrutturali della contrazione muscolare. Tessuto muscolare striato cardiaco: organizzazione strutturale e ultrastrutturale, dischi intercalari. Tessuto muscolare liscio: organizzazione istologica, distribuzione e funzioni.

4. Tessuto nervoso
Cenni sull’organizzazione generale del sistema nervoso. Struttura del neurone e delle cellule gliali. Polarità neuronale, organizzazione delle cellule gliali e connettività.

Prerequisiti

Conoscenze di base di biologia acquisite nella scuola secondaria.

Nessuna propedeuticità richiesta.

Modalità didattica

L’insegnamento prevede 28 lezioni frontali, per un totale di 56 ore di didattica erogativa (DE), dedicate alla presentazione dei concetti fondamentali della biologia moderna. Le lezioni saranno integrate da brevi attività di didattica interattiva (DI) finalizzate a verificare la comprensione degli argomenti, collegare i diversi livelli di organizzazione biologica e applicare i concetti a immagini, dati semplici e casi di studio.
Sono inoltre previste esercitazioni in laboratorio, per un totale di 10 ore, dedicate all’uso del microscopio ottico, al riconoscimento dei principali tessuti animali e all’interpretazione guidata di immagini biologiche, anche digitali. Le esercitazioni comprenderanno una prima parte introduttiva, volta a fornire le basi teoriche dell’attività (DE), e una parte applicativa e interattiva (DI), nella quale gli studenti saranno guidati nell’osservazione, descrizione e interpretazione morfo-funzionale, quantitativa semplice e spaziale di preparati istologici.

Tutte le attività si svolgono in presenza.

Lingua di erogazione dell’insegnamento: Italiano.

Materiale didattico

Il materiale mostrato a lezione sarà disponibile sulla pagina eLearning dell’insegnamento come supporto allo studio.
Sulla pagina eLearning verranno inoltre resi disponibili materiali integrativi, esercizi di autovalutazione e siti web selezionati per facilitare lo studio individuale e il riconoscimento di cellule, strutture cellulari e tessuti.

Come libri di testo suggeriti si segnalano le seguenti opzioni:
Citologia e Istologia. I. Dalle Donne, S. Beninati, P. Bonfanti et al. II edizione EdiSES 2025
Biologia cellulare e molecolare. Concetti ed esperimenti. G. Karp. EdiSes affiancato da Istologia ed Elementi di Anatomia Microscopica - Dalle Donne et al., EdiSES. II edizione
Biologia molecolare della cellula. Alberts B., et al. Zanichelli affiancato da Istologia ed Elementi di Anatomia Microscopica - Dalle Donne et al., EdiSES. II edizione
Beker: Il mondo della cellula - 10Ed. - Hardin, Lodolce- Pearson affiancato da Istologia ed Elementi di Anatomia Microscopica - Dalle Donne et al., EdiSES. II edizione
Per la parte di Evoluzione: Biologia Evoluzionistica e biodiversità. S.L. Wolfe et al. Ed. EdiSEs

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Primo semestre.

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Esame orale articolato in tre fasi.

La prima fase valuterà la capacità di riconoscere e descrivere immagini biologiche di cellule e tessuti. Il superamento di questa fase è necessario per accedere alle fasi successive dell'esame.

La seconda fase valuterà in modo approfondito le conoscenze relative agli elementi di istologia trattati a lezione e durante le esercitazioni.

La terza e ultima fase verterà su tutti gli altri argomenti svolti a lezione e sarà finalizzata a verificare le capacità di rielaborazione, di collegamento tra i diversi argomenti trattati, la chiarezza espositiva e la padronanza della terminologia biologica.

Non sono previsti compiti in itinere.

Orario di ricevimento

Previo appuntamento via e-mail.

Sustainable Development Goals

SALUTE E BENESSERE | ISTRUZIONE DI QUALITÁ