



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Immunology I

2627-2-H4104D011-H4104D01102

Obiettivi

Il modulo di Immunology-I si propone di fornire agli studenti del 2° anno di Medicina e Chirurgia le basi concettuali dell'immunologia generale e molecolare — immunità innata e adattativa — necessarie per affrontare, nei moduli e corsi successivi, lo studio dell'immunopatologia clinica (autoimmunità, ipersensibilità, immunodeficienze, rigetto dei trapianti), che non è oggetto del presente modulo. Gli obiettivi formativi sono articolati secondo i cinque Descrittori di Dublino, calibrati sul livello pre-clinico.

Conoscenza e capacità di comprensione (Knowledge and Understanding)

Lo studente dovrà conoscere l'organizzazione cellulare e molecolare degli organi linfoidi, i meccanismi di riconoscimento dell'antigene da parte dell'immunità innata e adattativa, la struttura e la funzione delle principali molecole immunitarie (anticorpi, TCR, BCR, MHC), i meccanismi molecolari di generazione della diversità recettoriale e i processi di sviluppo e selezione linfocitaria.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate (Applying Knowledge and Understanding)

Lo studente dovrà essere in grado di applicare i concetti molecolari e cellulari acquisiti alla descrizione coerente delle fasi della risposta immunitaria, di correlare la struttura delle molecole immunitarie alla loro funzione, e di riconoscere le basi biologiche che saranno successivamente utilizzate per comprendere i fenomeni di immunopatologia in corsi avanzati.

Autonomia di giudizio (Making Judgements)

Lo studente dovrà sviluppare la capacità di analizzare criticamente i meccanismi molecolari e cellulari dell'immunità, di distinguere tra le diverse fasi e componenti della risposta immunitaria innata e adattativa, e di valutare in modo autonomo la coerenza logica tra meccanismo molecolare e funzione biologica risultante.

Abilità comunicative (Communication Skills)

Lo studente dovrà essere capace di esporre con terminologia scientifica corretta e rigorosa i concetti fondamentali di immunologia generale e molecolare, e di descrivere in modo chiaro e strutturato un meccanismo immunologico complesso (es. ricombinazione V(D)J, selezione timica) a un pubblico di pari livello.

Capacità di apprendere (Learning Skills)

Lo studente dovrà acquisire un metodo di studio basato sull'integrazione tra meccanismi molecolari e cellulari, sviluppando l'autonomia necessaria per affrontare con solide basi i successivi moduli di immunopatologia clinica e le discipline cliniche correlate.

Contenuti sintetici

Il modulo di Immunology-I affronta in modo integrato i principi fondamentali dell'immunologia generale e molecolare, dall'organizzazione degli organi linfoidi ai meccanismi cellulari e molecolari dell'immunità innata (barriere epiteliali, PRR, complemento, infiammazione acuta) e adattativa (presentazione antigenica, MHC, recettori BCR/TCR, generazione della diversità recettoriale, sviluppo e selezione linfocitaria, differenziamento delle popolazioni T helper e citotossiche, risposta umorale). Il modulo si conclude con una sintesi di come tali meccanismi si integrino e si adattino in funzione del tipo di patogeno incontrato, e con un richiamo ai principi biologici della vaccinazione. Il modulo si concentra esclusivamente sui meccanismi fisiologici di base, escludendo deliberatamente i fenomeni di immunopatologia clinica (autoimmunità, ipersensibilità, immunodeficienze, rigetto dei trapianti), che costituiranno oggetto del successivo corso di Pathology and Medicine, garantendo così una progressione didattica coerente e priva di sovrapposizioni.

Programma esteso

Il programma è articolato in 12 lezioni da 2 ore ciascuna (24 ore complessive di didattica frontale), organizzate secondo una progressione concettuale dall'organizzazione generale del sistema immunitario ai meccanismi molecolari e cellulari dell'immunità innata e adattativa, fino alla risposta umorale, alla sintesi integrativa per tipo di patogeno e ai principi di vaccinologia.

Calendario dettagliato delle lezioni

Introduzione al sistema immunitario; organi linfoidi primari e secondari. Concetti generali di immunità innata e adattativa; organizzazione anatomica e funzionale degli organi linfoidi primari (timo, midollo osseo) e secondari (linfonodi, milza, MALT); circolazione linfocitaria e homing.

Immunità innata: barriere epiteliali, cellule e recettori di riconoscimento (PRR). Barriere fisiche, chimiche e microbiologiche; cellule dell'immunità innata (neutrofili, macrofagi, cellule dendritiche, NK); Pattern Recognition Receptors (PRR): TLR, NOD-like, RIG-like, C-type lectin; PAMPs e DAMPs.

Il sistema del Complemento e l'infiammazione acuta. Vie classica, alternativa e lectinica di attivazione del complemento; opsonizzazione, anafilattossine, complesso di attacco alla membrana; cinetica e mediatori della risposta infiammatoria acuta.

Cellule presentanti l'antigene (APC) e processazione dell'antigene. Cellule dendritiche, macrofagi e linfociti B come APC; vie di processazione antigenica endogena ed esogena; cross-presentazione; maturazione e migrazione delle cellule dendritiche.

Il Complesso Maggiore di Istocompatibilità (MHC) classe I e II: genetica e struttura. Organizzazione genica del locus MHC umano (HLA); struttura molecolare delle proteine MHC di classe I e II; polimorfismo genico e sue implicazioni funzionali; presentazione lipidica via CD1.

Struttura dei recettori per l'antigene: BCR e anticorpi (classi e funzioni). Struttura molecolare del B-Cell Receptor (BCR) e delle immunoglobuline solubili; classi e sottoclassi anticorpali (IgM, IgG, IgA, IgE, IgD); relazione struttura-funzione e funzioni effettrici.

Generazione della diversità dei recettori (ricombinazione V(D)J). Organizzazione genica dei loci delle immunoglobuline e del TCR; meccanismo molecolare della ricombinazione V(D)J; ruolo di RAG1/RAG2; diversità combinatoria e giunzionale del repertorio recettoriale.

Il recettore delle cellule T (TCR) e la sinapsi immunologica. Struttura del TCR e complesso CD3; corecettori CD4 e CD8; formazione e organizzazione molecolare della sinapsi immunologica; segnali di attivazione (segnale 1,

2, 3) e vie di trasduzione.

Maturazione, selezione positiva e negativa dei linfociti T nel timo. Linfopoiesi T; stadi di differenziamento timocitario (doppio negativo, doppio positivo, singolo positivo); meccanismi di selezione positiva e negativa; generazione del repertorio T self-tolerante.

Maturazione e selezione dei linfociti B nel midollo osseo. Linfopoiesi B; riarrangiamento genico delle immunoglobuline; checkpoint di selezione B e tolleranza centrale; transizione da linfocita B immaturo a B naïve maturo.

Attivazione e differenziazione dei linfociti T helper (Th1, Th2, Th17, Treg) e citotossici. Citochine polarizzanti e fattori di trascrizione lineage-specifici; funzioni effettrici dei sottotipi Th1, Th2, Th17; cenni sui linfociti T regolatori (Treg); meccanismi di killing dei linfociti T citotossici.

Risposta umorale e memoria immunologica. Cooperazione T-B e ruolo dei linfociti T follicular helper; organizzazione del centro germinativo; class switch recombination e ipermutazione somatica; generazione di plasmacellule e linfociti B memory;

Integrazione della risposta immunitaria; Vaccini. Sintesi di come le risposte innate e adattative si combinano in funzione del tipo di patogeno (virus, batteri extracellulari, patogeni intracellulari, funghi, elminti); cenni sui principi biologici della vaccinazione e sulla memoria immunologica indotta dai vaccini.

Prerequisiti

Per la corretta comprensione dei contenuti del modulo, è indispensabile che lo studente possieda conoscenze propedeutiche relative alle seguenti discipline di base, normalmente acquisite nel 1° anno del Corso di Laurea:

- Biologia cellulare: struttura e funzione della cellula eucariotica, comunicazione intercellulare, recettori di membrana e vie di trasduzione del segnale, ciclo cellulare.
- Istologia: organizzazione dei tessuti epiteliali e connettivali, struttura microscopica degli organi linfoidi primari e secondari.
- Genetica: principi di base della genetica molecolare, organizzazione del genoma, meccanismi di trascrizione e traduzione, ricombinazione genica.
- Biochimica: struttura e funzione delle proteine, enzimologia di base, principi di biochimica delle membrane biologiche.

Modalità didattica

- Lezioni frontali (12 lezioni × 2 ore, per un totale di 24 ore), con supporto di presentazioni multimediali strutturate e schemi riassuntivi dei meccanismi molecolari e cellulari trattati.
- Utilizzo della piattaforma di e-learning di Ateneo per la condivisione di materiale didattico (slide delle lezioni, articoli scientifici di approfondimento, schemi riassuntivi) e per quiz di autovalutazione formativa.
- Momenti di didattica interattiva (domande guidate, quesiti a risposta rapida durante la lezione) per favorire la partecipazione attiva e il monitoraggio in itinere dell'apprendimento.
- Stretto coordinamento didattico con il modulo Immunology-II, al fine di garantire la coerenza concettuale tra teoria di base e applicazione metodologica.

Materiale didattico

Libri di testo di riferimento

- Abbas A.K., Lichtman A.H., Pillai S. — Immunologia cellulare e molecolare (edizione italiana più recente), Edra.
- Murphy K., Weaver C. — Janeway's Immunobiology (edizione inglese più recente), Garland Science.

- Mak T.W., Saunders M.E., Jett B.D. — Primer to the Immune Response, Academic Cell.

Materiale integrativo

- Diapositive delle lezioni rese disponibili sulla piattaforma di e-learning di Ateneo dopo ciascuna lezione.
- Selezione di articoli scientifici di approfondimento (review aggiornate, es. Nature Reviews Immunology) relativi a specifici argomenti del programma.
- Schemi riassuntivi e mappe concettuali predisposti dal docente per i meccanismi molecolari più complessi (es. ricombinazione V(D)J, selezione timica).

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Il modulo Immunology-I viene erogato nel corso del **Secondo Semestre** del 2° anno del Corso di Laurea Magistrale a ciclo unico in Medicina e Chirurgia, secondo il calendario didattico approvato annualmente dal Consiglio di Corso di Studio. Si raccomanda l'erogazione del modulo Immunology-I in via propedeutica o contestuale al modulo Immunology-II, al fine di garantire l'integrazione tra teoria di base e applicazione metodologica.

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Struttura dell'esame

- Prova scritta propedeutica, costituita da un test a risposta multipla (in genere 20–25 quesiti, con un'unica risposta corretta tra quattro opzioni proposte), volta a verificare l'acquisizione delle conoscenze di base sui meccanismi molecolari e cellulari trattati nel modulo. Il superamento della prova scritta (soglia minima di norma fissata al 60% di risposte corrette) costituisce condizione necessaria per l'accesso alla prova orale integrata.
- Colloquio orale integrato, condotto in sede unica con il modulo Immunology-II (la valutazione finale dell'insegnamento di Immunologia tiene conto in modo integrato dei contenuti di entrambi i moduli da 2 CFU), finalizzato a verificare la capacità dello studente di esporre in modo organico i meccanismi immunologici di base e di stabilire collegamenti tra i diversi argomenti del programma.

Criteri di valutazione

La valutazione finale è espressa in trentesimi, con eventuale attribuzione della lode per prestazioni di eccellenza, e tiene conto in modo integrato della prestazione nei due moduli (Immunology-I e Immunology-II). Il voto finale tiene conto dei seguenti criteri:

- Correttezza e completezza delle conoscenze esposte nella prova scritta e nel colloquio orale.
- Capacità di ragionamento integrato tra i diversi argomenti del programma di immunologia generale e molecolare.
- Proprietà di linguaggio scientifico e chiarezza espositiva.
- La lode viene attribuita in presenza di una prestazione che, oltre a soddisfare pienamente i criteri precedenti, dimostri particolare autonomia di giudizio critico e capacità di collegamento interdisciplinare tra i due moduli.

Orario di ricevimento

Il docente riceve gli studenti secondo le seguenti modalità:

- Ricevimento settimanale in presenza, previo appuntamento concordato via e-mail istituzionale, presso lo studio del docente.
- Disponibilità per ricevimento a distanza (videoconferenza tramite piattaforma di Ateneo), su richiesta motivata e concordata anticipatamente.

- Comunicazioni asincrone tramite e-mail istituzionale e tramite gli strumenti di messaggistica della piattaforma di e-learning del corso, con risposta garantita nei tempi tecnici ordinari.
- L'orario settimanale di ricevimento in presenza viene comunicato all'inizio di ogni semestre tramite la piattaforma di e-learning del corso.

Sustainable Development Goals

SALUTE E BENESSERE | ISTRUZIONE DI QUALITÀ | PARTNERSHIP PER GLI OBIETTIVI
