



Corso di Laurea a ciclo unico in Medicina e Chirurgia

Anno Accademico 2026 / 2027

INSEGNAMENTO INTEGRATO (I.I.): BIOCHIMICA

NUMERO DI CFU: 12 CFU

SSD: BIOS-07/A

COORDINATRICE DELL'I.I.: Prof.ssa Ilaria Genovese

E-MAIL: ilaria.genovese@unicamillus.org

MODULO 1: Biochimica

NUMERO DI CFU: 8 CFU

SSD: BIOS-07/A

DOCENTE: Prof.ssa Ilaria Genovese (3 CFU)

e-mail: ilaria.genovese@unicamillus.org

DOCENTE: Prof.ssa Emanuela Stampone (5 CFU)

e-mail: emanuela.stampone@unicamillus.org

MODULO 2: Biologia Molecolare

NUMERO DI CFU: 4 CFU

SSD: BIOS-08/A

DOCENTE: Prof. Alessio Colantoni

e-mail: alessio.colantoni@unicamillus.org

INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Non previsti.

PREREQUISITI

Per poter apprendere i contenuti di questo insegnamento, è necessario avere padronanza dei concetti fondamentali acquisiti nell'insegnamento di **Chimica e Introduzione alla Biochimica**, quali: legami chimici, cinetica chimica, equilibri acido-base in soluzione, pH, reazioni di ossido-riduzione e potenziali elettrochimici, ibridizzazione dell'atomo di carbonio, composti aromatici, proprietà dei principali gruppi funzionali (-OH, -SH, -COH, -C=O, -COOH, -CH₃, -NH₂), isomeria (conformazionale, geometrica, di posizione, di gruppo funzionale, stereoisomeria).

Inoltre, è necessario avere padronanza dei concetti fondamentali acquisiti nell'insegnamento di **Biologia e Genetica**. In particolare: Organizzazione della cellula procariote ed eucariote; Struttura e funzione del DNA e

dell'RNA; Codice genetico e sue proprietà; Ciclo cellulare e sua regolazione; Mutazioni geniche (per sostituzione, inserzione o delezione di nucleotidi).

OBIETTIVI FORMATIVI

Acquisire le conoscenze sulla struttura, la funzione e la regolazione delle macromolecole biologiche. Acquisire le conoscenze dei meccanismi generali di regolazione del metabolismo. Acquisire le conoscenze sulle principali vie e cicli metabolici con particolare riguardo al metabolismo glucidico, lipidico e amminico. Comprendere il significato delle alterazioni metaboliche sia in condizioni lontane dal fisiologico (digiuno prolungato, sforzo fisico) sia in condizioni patologiche.

Acquisire le conoscenze di base sui processi fondamentali della biologia molecolare e loro regolazione, indispensabili per comprendere:

- I meccanismi patogenetici delle malattie;
- I meccanismi molecolari rilevanti per le applicazioni terapeutiche;
- Le applicazioni biotecnologiche di interesse medico, compresi i principali metodi per lo studio degli acidi nucleici e le relative applicazioni a scopo diagnostico e di ricerca.

RISULTATI DELL'APPRENDIMENTO ATTESI

DD1: Conoscenza e capacità di comprensione

Al termine dell'insegnamento la studentessa o lo studente essere in grado di:

- Conoscere la struttura e la funzione delle principali macromolecole biologiche;
- Comprendere i principi della catalisi enzimatica;
- Descrivere i diversi cicli metabolici che si verificano nelle cellule eucariotiche;
- Conoscere il ruolo dei differenti "combustibili" nella produzione di energia;
- Illustrare il ruolo del mitocondrio come centrale energetica della cellula e le basi della disfunzione mitocondriale;
- Descrivere le vie biosintetiche delle principali molecole di interesse biochimico;
- Comprendere le basi molecolari dei processi biologici alla base delle cellule eucariotiche e dei microrganismi;
- Conoscere i meccanismi di regolazione della replicazione del genoma, della sua espressione;
- Definire i meccanismi di riparo al DNA.
- Descrivere struttura e funzione degli acidi nucleici e delle proteine;
- Illustrare le tecniche molecolari fondamentali e le principali applicazioni a scopo diagnostico e di studio.

DD2: Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Al termine dell'insegnamento la studentessa o lo studente dovrà essere in grado di:

- Applicare il metodo sperimentale allo studio dei processi biologici;
- Interpretare adeguatamente l'importanza delle alterazioni di processi biochimici come causa di vari stati patologici;
- Utilizzare le conoscenze acquisite per l'approfondimento autonomo di aspetti relativi al campo specifico al quale lo studente si dedicherà nell'ambito dell'attività professionale;
- Comprendere le basi molecolari delle patologie umane;
- Comprendere le applicazioni della medicina molecolare e della ricerca traslazionale;
- Comprendere le applicazioni delle tecniche molecolari a scopo diagnostico e di studio.

DD3: Autonomia di giudizio

Al termine dell'insegnamento la studentessa o lo studente dovrà essere in grado di:

- Effettuare delle valutazioni di massima relative agli argomenti trattati;
- Ragionare in modo critico e autonomo sugli argomenti trattati.

DD4: Abilità comunicative

Al termine dell'insegnamento la studentessa o lo studente dovrà essere in grado di comunicare i contenuti scientifici e applicativi in modo chiaro e inequivocabile, utilizzando un linguaggio tecnico appropriato.

DD5: Capacità di apprendimento

La studentessa o lo studente avrà sviluppato capacità e metodi di apprendimento idonei ad approfondire e migliorare le proprie competenze nell'ambito della biochimica e della biologia molecolare, anche attraverso la consultazione della letteratura scientifica.

PROGRAMMA

Syllabus MODULO 1 Biochimica (8 CFU):

- **Richiami di chimica inorganica e organica.**
- **Carboidrati:** struttura e funzione.
- **Lipidi:** struttura e funzione.
- **Purine, pirimidine, nucleosidi e nucleotidi:** struttura e funzione.
- **Aminoacidi,** struttura e funzione. Legame peptidico e sue caratteristiche. Peptidi di rilevanza biologica.
- **Proteine:** struttura e funzione. Classificazione. Struttura primaria. Struttura secondaria: alfa-elica, beta-foglietto, elica di collagene. Struttura terziaria. Struttura quaternaria. Relazione tra struttura primaria e conformazione. Denaturazione e rinaturazione. Folding e misfolding proteico, patologie correlate (β -amiloide, morbo di Alzheimer). Proteine prioniche e proteine intrinsecamente disordinate. Proteine fibrose e globulari.
- **Emoproteine** coinvolte nel trasporto di O_2 , CO_2 . Mioglobina ed Emoglobina: gruppo eme, strutture tridimensionali. Meccanismo del legame ed affinità dell'ossigeno. Curve di saturazione, effetto Bohr, cooperatività, diagramma di Hill, interazioni omotropiche ed eterotropiche. L'effetto di 2,3-DPG. Il modello Monod-Wyman e Changeux (MWC) e il modello sequenziale. Stati T e R. Ossidazione dell'emoglobina e metaemoglobina riduttasi, glutatione ridotto (GSH) e NADPH per il mantenimento delle funzioni dell'emoglobina. Deficit di G-6-PDH, malaria. Emoglobinopatie.
- **Coenzimi e vitamine.** Vitamine liposolubili e idrosolubili. Avitaminosi e patologie correlate.
- **Enzimi** – Classificazione.
- **Catalisi enzimatica e regolazione.** L'equazione di Michaelis-Menten. K_m , V_{max} , numero di turnover, K_{cat} / K_m . Inibizione reversibile e irreversibile. Enzimi multimerici e regolazione allosterica. Complessi multi-enzimatici. Regolazione dell'attività enzimatica. Isoenzimi.
- **Introduzione al metabolismo.** Termodinamica chimica. Bioenergetica, catabolismo e anabolismo. Molecole energeticamente rilevanti e loro ruolo nei cicli cellulari. I cicli metabolici. Esempi di regolazione dei processi metabolici.
- **La Glicolisi.** Reazioni biochimiche e sua regolazione. La famiglia dei trasportatori di glucosio - GLUT. Controllo ormonale del metabolismo del glucosio. Meccanismo di ossidazione del piruvato il

complesso della piruvato deidrogenasi. Glicolisi anaerobica. Regolazione ormonale della glicemia. Diabete.

- **Via dei pentosi fosfato.** Reazioni e sua regolazione. Sua importanza negli eritrociti. Glutazione. Deficit di G6PD e favismo.
- **Metabolismo del glicogeno.** Reazioni della glicogenosintesi e glicogenolisi. Regolazione mediante controllo ormonale.
- **Gluconeogenesi e altre vie biosintetiche dei carboidrati.** Reazioni e regolazione epatica.
- **Ciclo dell'acido citrico.** Reazioni e regolazione del ciclo. Reazioni anaplerotiche del ciclo di Krebs.
- **Fosforilazione ossidativa.** Il mitocondrio come centrale energetica della cellula. La scala del potenziale redox di molecole biologicamente rilevanti. Catena di trasporto degli elettroni: struttura e funzione dei complessi I, II, III e IV. I centri di ferro-zolfo. Il ciclo Q nel complesso III. Il potenziale elettrochimico nel trasporto di elettroni. L'ATP sintasi e la catalisi rotazionale. La stechiometria del trasporto di elettroni, trasporto di protoni, consumo di ossigeno e produzione di ATP.
- **Stress ossidativo.** Specie reattive dell'ossigeno (ROS). I sistemi di difesa antiossidante del nostro corpo e nutrizione. Patologie correlate ai ROS.
- **Metabolismo dei lipidi.** Mobilizzazione dei triacilgliceroli di riserva. Attivazione e trasporto di acidi grassi nei mitocondri. Il ruolo della carnitina. La beta-ossidazione degli acidi grassi a catena pari e dispari e la sua regolazione. Il metabolismo dei corpi chetonici: chetogenesi, chetolisi. Biosintesi degli acidi grassi e sua regolazione. Biosintesi dei triacilgliceroli. Biosintesi del colesterolo e sua regolazione a breve e lungo termine. Le lipoproteine: struttura e funzione di chilomicroni, VLDL, LDL e HDL.
- **Metabolismo degli amminoacidi e ciclo dell'urea.** Aspetti biochimici della digestione delle proteine. Proteolisi e destino metabolico degli amminoacidi. Reazioni di transaminazione. Deaminazione ossidativa. Esempi selezionati di biotrasformazioni di amminoacidi: produzione di dopamina, adrenalina e noradrenalina da tirosina; arginina come fonte di ossido nitrico. Ciclo dell'urea e sua regolazione a breve e lungo termine. Relazione tra ciclo di Krebs e ciclo dell'urea.
- **Metabolismo dei nucleotidi purinici e pirimidinici.** Biosintesi dei nucleotidi purinici e sua regolazione. Catabolismo dei nucleotidi purinici: formazione dell'acido urico e gotta. Biosintesi dei nucleotidi pirimidinici e sua regolazione. Catabolismo dei nucleotidi pirimidinici. Vie di salvataggio delle purine e pirimidine. Cenni agli errori congeniti del metabolismo delle purine e pirimidine.
- **Metabolismo dell'eme.** Biosintesi e catabolismo. I pigmenti biliari. Ittero.
- **Alterazioni del metabolismo energetico in condizioni patologiche, con particolare riferimento alle neoplasie.** Caratteristiche metaboliche delle cellule tumorali, effetto Warburg; metabolismo delle cellule staminali tumorali; definizione di oncometaboliti e loro ruolo a supporto della proliferazione tumorali e metastatizzazione; le varie funzioni dei più noti enzimi metabolici nel cancro; tecnologie utilizzate in ricerca per lo studio della biochimica dei tumori. Diagnosi di neoplasie e identificazione di nuove terapie mirate su base biochimica.

Syllabus MODULO 2 Biologia Molecolare (4 CFU):

- **Struttura del DNA e dell'RNA.** Proprietà chimico-fisiche dei nucleotidi e degli acidi nucleici. Proprietà topologiche del DNA. Superavvolgimento del DNA e numero di legame. Istoni e nucleosomi, struttura della cromatina, eucromatina ed eterocromatina. Struttura secondaria e modifiche chimiche dell'RNA. Il genoma dei procarioti e degli eucarioti.
- **Duplicazione del DNA.** Sintesi semiconservativa e bidirezionale del DNA. Meccanismo d'azione delle DNA polimerasi. Correzione degli errori durante la polimerizzazione. Duplicazione dei filamenti leading e lagging, frammenti di Okazaki. Enzimi e proteine coinvolti nella replicazione. Topoisomerasi. Telomeri e telomerasi. Stress replicativo e approcci terapeutici che mirano ad esso.

- **Fonti di danno al DNA e meccanismi di riparo.** Aggiornamento del danno (sintesi translesione), inversione del danno, rimozione del danno (BER, MMR, NER, NHEJ, HR). Risposta al danno al DNA. Letalità sintetica.
- **Trascrizione.** Inizio, allungamento e terminazione. Struttura dei promotori della RNA polimerasi procariotica e della RNA pol II eucariotica. Fattori di trascrizione basali e specifici/regolatori. Enhancer, insulator, silencer. Interazione tra proteine e solco maggiore o minore del DNA. Assemblaggio dei complessi di trascrizione e ruolo dei fattori di trascrizione. Regolazione della trascrizione nei procarioti e negli eucarioti. Regolazione epigenetica dell'espressione genica (acetilazione e metilazione degli istoni, metilazione del DNA). Farmaci epigenetici.
- **Maturazione dell'RNA.** Capping, poliadenilazione, rimozione degli introni (splicing). Il complesso dello spliceosoma. Editing dell'RNA. Traslocazione nucleo-citoplasma. Maturazione di rRNA e tRNA.
- **RNA non codificante a funzione regolatoria.** RNA interference e microRNA. Long non-coding RNA.
- **Il codice genetico.** Codoni, universalità, degenerazione e codoni sinonimi, fase di lettura. Mutazioni nonsense, missense e sinonime. Indels e frame shift. Mutazioni cromosomiche.
- **Sintesi proteica (traduzione).** Attivazione degli amminoacidi, amminoacil-tRNA sintetasi. Ribosomi. Inizio, allungamento e terminazione della traduzione nei procarioti e negli eucarioti, con fattori di inizio, allungamento e terminazione. Regolazione della traduzione.
- **Tecniche di biologia molecolare.** Plasmidi, enzimi di restrizione, clonaggio, vettori di espressione, elettroforesi, ibridazione di acidi nucleici, blotting, PCR, sequenziamento di prima, seconda e terza generazione, editing genetico tramite ZFN, TALEN, CRISPR/Cas-9. Applicazione delle tecnologie del DNA ricombinante allo studio ed alla terapia delle malattie umane. Aspetti etici legati all'applicazione dell'editing genetico.

MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

L'insegnamento si svolge in presenza ed è strutturato in 120 ore di didattica frontale (80 di biochimica e 40 di biologia molecolare), suddivise in base al calendario accademico. La didattica frontale prevede lezioni teoriche sugli argomenti del programma. E' prevista una frequenza minima del 67% sul totale delle ore di lezione.

MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

L'esame finale consisterà di una prova scritta seguita da una prova orale. Il test scritto sarà composto da 30 domande con risposte a scelta multipla (20 domande di biochimica e 10 di biologia molecolare). Per ogni risposta esatta verrà assegnato 1 punto. Non sono considerate penalità per risposte errate o mancanti, in questi casi verranno assegnati zero punti. Il punteggio finale della prova scritta sarà dato dalla somma dei punteggi delle risposte corrette e sarà espresso in trentesimi. Per accedere all'esame orale, lo studente dovrà rispondere correttamente ad almeno la metà delle domande previste per ciascun modulo, conseguendo un punteggio complessivo di almeno 15 punti.

Si fa presente che durante lo svolgimento della prova scritta non è consentito utilizzare o tenere presso la propria postazione dispense, manuali, appunti, tavole, dispositivi elettronici (tablet, auricolari, telefoni cellulari, smart-watches, occhiali o penne smart) o altri materiali di consultazione.

Al momento in cui viene riconosciuto ed evidenziato allo studente il possesso e/o l'utilizzo di tali dispositivi o materiali, nonché il mancato rispetto delle regole previste per lo svolgimento della prova, si provvederà all'immediato annullamento della prova stessa, quindi nessun ottenimento di risultato e nessuna possibilità di accedere alla prova orale.

Durante la prova orale la Commissione esaminatrice valuterà la capacità da parte dello studente di esporre correttamente le conoscenze acquisite durante l'insegnamento integrato della biochimica e della biologia molecolare, e la capacità di applicarle in ambito medico. Saranno inoltre valutati: autonomia di giudizio

(making judgements), abilità comunicative (communication skills) e capacità di apprendimento (learning skills) secondo quanto indicato nei descrittori di Dublino.

Non idoneo	Importanti carenze e/o inaccuratezze nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi; argomentazione assente o frequentemente errata.
18–20	Conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficienti, con possibili imperfezioni; capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio sufficienti.
21–23	Conoscenza routinaria degli argomenti; capacità di analisi e sintesi corrette con argomentazione logica coerente.
24–26	Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; buone capacità di analisi e sintesi; argomentazioni espresse in modo rigoroso.
27–29	Conoscenza completa degli argomenti; notevoli capacità di analisi e sintesi; buona autonomia di giudizio.
30–30L	Ottimo livello di conoscenza e comprensione. Notevoli capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio. Argomentazioni originali ed espresse con piena padronanza del lessico specialistico.

Per gli studenti con Disturbi Specifici dell'Apprendimento o Bisogni Educativi Speciali certificati ai competenti uffici di Ateneo, sono previste le misure compensative e le modalità di prova indicate nella certificazione stessa. Gli studenti dovranno far visionare con congruo anticipo il materiale da utilizzare come strumento compensativo all'Ufficio preposto dall'Ateneo nonché ai Docenti del corso integrato per poterlo utilizzare durante l'esame.

ATTIVITÀ DI SUPPORTO

Oltre all'attività di didattica frontale, gli studenti potranno usufruire delle ore di ricevimento con i docenti di biochimica e di biologia molecolare. Il ricevimento studenti avviene previo appuntamento scrivendo via email.

TESTI CONSIGLIATI E BIBLIOGRAFIA

Testi MODULO 1 Biochimica

- David L. Nelson; Michael M. Cox. "I principi di biochimica di Lehninger", Ottava edizione italiana, 2022, Zanichelli Editore.
- Voet D, Voet JG, Pratt CW. "Fondamenti di biochimica", Quarta edizione italiana condotta sulla quinta edizione americana, 2017, Zanichelli Editore.
- Jeremy M Berg, John L Tymoczko, Gregory J. Gatto, Lubert Stryer "Biochimica", Ottava edizione italiana condotta sulla nona edizione americana, 2020, Zanichelli editore.

Testi MODULO 2 Biologia Molecolare

- Allison. Fondamenti di biologia molecolare (Edizione 2 condotta sulla terza edizione americana). 2023. Zanichelli.
- Amaldi, Benedetti, Pesole, Plevani. Biologia Molecolare (Edizione 3). 2018. Zanichelli.
- Alberts, Heald, Johnson, Morgan, Raff, Roberts, Walter. Biologia Molecolare della cellula (Edizione 7). 2025. Zanichelli.