



UNICAMILLUS

## Corso di Laurea Magistrale in Medicina e Chirurgia

Insegnamento: **Biochimica**

SSD Insegnamento: **BIOS-07/A**,

Coordinatore del Corso: [Barbara Tavazzi](#)

mail: [barbara.tavazzi@unicamillus.org](mailto:barbara.tavazzi@unicamillus.org)

Numero di CFU: **10**

### Docenti:

Nome Docente: <a href="#"><u>Giacomo Lazzarino</u></a>	<b>(3 CFU)</b>	mail: <a href="mailto:giacomo.lazzarino@unicamillus.org"><u>giacomo.lazzarino@unicamillus.org</u></a>
Nome Docente: <a href="#"><u>Barbara Tavazzi</u></a>	<b>(3 CFU)</b>	mail: <a href="mailto:barbara.tavazzi@unicamillus.org"><u>barbara.tavazzi@unicamillus.org</u></a>
Nome Docente: <a href="#"><u>Lorenzo Di Rienzo</u></a>	<b>(4 CFU)</b>	mail: <a href="mailto:lorenzo.dirienzo@unicamillus.org"><u>lorenzo.dirienzo@unicamillus.org</u></a>

### 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, titolazioni, sistemi tampone, ibridizzazione dell'atomo di carbonio, composti aromatici, proprietà dei principali gruppi funzionali (-OH, -SH, -COH, -C=O, -COOH, -CH<sub>3</sub>, -NH<sub>2</sub>), isomeria (conformazionale, geometrica, di posizione, di gruppo funzionale, stereoisomeria), .

### 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, amminoacidico e nucleotidico. Comprendere il significato delle alterazioni metaboliche sia in condizioni lontane dal fisiologico (digiuno prolungato, sforzo fisico, ecc.) sia in condizioni patologiche (dismetabolismi, malattie metaboliche, errori congeniti del metabolismo).

### RISULTATI DELL'APPRENDIMENTO ATTESI

#### Conoscenza e capacità di comprensione

Alla fine di questo insegnamento lo studente dovrà:

- Conoscere la struttura e la funzione delle principali macromolecole biologiche;
- Conoscere la struttura e funzione delle proteine; in particolare delle emoproteine;
- Composizione e struttura delle Membrane, Dinamica delle membrane, Trasporto dei soluti attraverso le membrane;
- Conoscere i principi della catalisi enzimatica;
- Conoscere i diversi cicli metabolici che si verificano nelle cellule eucariotiche;
- Conoscere il ruolo delle differenti "molecole energetiche" nella produzione di energia;
- Conoscere il ruolo del mitocondrio come centrale energetica della cellula e le basi della disfunzione mitocondriale;
- Conoscere 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 le tecniche biochimiche fondamentali e le principali applicazioni a scopo diagnostico e di studio.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Al termine dell'insegnamento lo studente sarà in grado di:

- 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 biochimico-molecolari delle patologie umane;
- Comprendere le applicazioni della medicina molecolare e della ricerca traslazionale;

### Abilità comunicative

Alla fine dell'insegnamento lo studente dovrà:

- Essere in grado di comunicare i contenuti scientifici e applicativi in modo chiaro e inequivocabile, utilizzando un linguaggio tecnico appropriato.

### Autonomia di giudizio

Alla fine dell'insegnamento lo studente dovrà sapere:

- Effettuare delle valutazioni di massima relative agli argomenti trattati.

### Capacità di apprendimento

Riconoscere le possibili applicazioni delle competenze acquisite nella futura carriera.

Valutare l'importanza delle conoscenze acquisite nel processo generale di educazione medica.

## PROGRAMMA

Richiami di chimica inorganica e organica - Legami chimici. Carboidrati: struttura e funzione. Lipidi - struttura e funzione. Purine, pirimidine, nucleosidi e nucleotidi, - struttura e funzione. Amminoacidi - 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. Struttura terziaria. Struttura quaternaria. Relazione tra struttura primaria e conformazione. Denaturazione e rinaturazione. Folding proteico. Misfolding proteico e patologie correlate,  $\beta$ -amiloide, morbo di Alzheimer. Proteine fibrose, loro particolari strutture (cheratina e collagene). Proteine globulari.

Emoproteine coinvolte nel trasporto dei gas ( $O_2$ ,  $CO_2$ ). Il gruppo eme. Strutture tridimensionali di mioglobina ed emoglobina. Meccanismo di legame dell'ossigeno a mioglobina ed emoglobina. Affinità dell'ossigeno. Curve di saturazione, effetto Bohr, cooperatività, diagramma di Hill, interazioni omotropiche ed eterotropiche. L'effetto del 2,3-DPG. Il modello Monod-Wyman e Changeux (MWC) e il modello sequenziale. Stati T e R. Eterogeneità dell'emoglobina circolante. Ossidazione dell'emoglobina e metaemoglobina reduttasi, glutazione ridotto (GSH) e NADPH per il mantenimento delle funzioni dell'emoglobina. Emoglobinopatie.

Coenzimi e 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. Composizione e struttura delle Membrane biologiche, Dinamica delle membrane, struttura ed attività dei meccanismi di trasporto dei soluti attraverso le membrane: trasporto attivo (pompe di trasporto) e passivo (canali, canali ionici, trasportatori, trasportatori di glucosio - GLUT.).

Introduzione al metabolismo e organizzazione generale. Comprensione di percorsi e mappe

metaboliche. Catabolismo e anabolismo. Bioenergetica. Molecole energeticamente rilevanti. Uso di energia all'interno della cellula. Esempi di regolazione dei processi metabolici.

Glucosio come combustibile per la produzione di energia. Le reazioni biochimiche della glicolisi e sua regolazione. Controllo ormonale del metabolismo del glucosio. Glicolisi e cancro - Effetto Warburg. Utilizzo di altri carboidrati nella via glicolitica. Gluconeogenesi

Metabolismo del glicogeno: biosintesi e degradazione; glicogeno fosforilasi e suo controllo ormonale.

Reazioni della via dei pentoso-fosfati e sua importanza biochimica, deficit di G-6-PDH, malaria.

Fermentazione lattica e fermentazione alcolica. Metabolismo anaerobico. Meccanismo di ossidazione del piruvato - il complesso della piruvato deidrogenasi.

Reazioni del ciclo dell'acido citrico e sua regolazione.

Fosforilazione ossidativa - Il mitocondrio come centrale energetica della cellula. La scala del potenziale redox di molecole biologicamente rilevanti. Il macchinario per il trasporto di 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. Utilizzo dell'ossigeno. L'ATP sintasi: struttura e meccanismo d'azione. La stechiometria del trasporto di elettroni, trasporto di protoni, consumo di ossigeno e produzione di ATP. I mitocondri come generatori di specie reattive dell'ossigeno (ROS). Stress ossidativo, antiossidanti e cenni di biochimica nutrizionale.

Assorbimento e trasporto di lipidi alimentari (trigliceridi e colesterolo esogeni): le Lipoproteine. Attivazione della lipolisi e trasporto di acidi grassi liberi. Attivazione e trasporto di acidi grassi liberi nei mitocondri. Il ruolo della carnitina. Le reazioni di beta-ossidazione. Chetogenesi. Sintesi di acidi grassi - Regolazione del metabolismo degli acidi grassi. La biosintesi dei fosfolipidi e lipidi di membrana. Metabolismo del colesterolo e sua regolazione. Struttura e funzione dei sali biliari.

Transaminazione e trans-deaminazione degli aminoacidi. Esempi selezionati di bio-trasformazioni di aminoacidi: produzione di dopamina, adrenalina e noradrenalina da tirosina; arginina come fonte di ossido nitrico. Il ciclo dell'urea.

Metabolismo di purine e pirimidine. Degradazione dei nucleotidi.

Metabolismo dell'eme: biosintesi, degradazione e patologie correlate.

Bioenergetica e regolazione del metabolismo energetico; condizioni lontane dal fisiologico (digiuno prolungato, sforzo fisico, ecc.) e condizioni patologiche (dismetabolismi, malattie metaboliche, errori congeniti del metabolismo).

## MODALITÀ DI INSEGNAMENTO

L'insegnamento è strutturato in 100 ore di didattica frontale, suddivise in base al calendario accademico. La didattica frontale prevede lezioni teoriche sugli argomenti del programma.

## 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. Per ogni risposta esatta verrà assegnato 1 punto; non sono previste penalità quindi per risposte errate o mancanti verranno 0 punti. Il punteggio finale della prova scritta sarà espresso in trentesimi. Per accedere all'esame orale lo studente dovrà rispondere correttamente almeno alla metà delle domande, corrispondenti ad un punteggio pari a 15 punti. La prova scritta avrà una durata di 45 minuti.

Durante la prova orale la Commissione esaminatrice valuterà la capacità da parte dello studente di esporre correttamente le conoscenze acquisite durante l'insegnamento di biochimica e la capacità di applicarle in ambito medico. Saranno inoltre valutati: autonomia di giudizio, abilità comunicative e capacità di apprendimento) secondo quanto indicato nei descrittori di Dublino.



Il punteggio finale dell'esame sarà espresso in trentesimi.

L'esame sarà considerato superato se lo studente totalizza un punteggio finale pari o superiore a 18/30.

I criteri di valutazione considerati saranno: conoscenze acquisite, autonomia di giudizio, abilità comunicative e capacità di apprendimento.

Complessivamente, la prova di esame sarà valutata secondo i seguenti criteri:

**Non idoneo:** Scarsa o carente conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi, frequenti generalizzazioni dei contenuti richiesti; incapacità di utilizzo del linguaggio tecnico.

**18-20:** Appena sufficiente conoscenza e comprensione degli argomenti, con evidenti imperfezioni; appena sufficienti capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio; scarsa capacità di utilizzo del linguaggio tecnico.

**21-23:** Sufficiente conoscenza e comprensione degli argomenti; sufficiente capacità di analisi e sintesi con capacità di argomentare con logica e coerenza i contenuti richiesti; sufficiente capacità di utilizzo del linguaggio tecnico.

**24-26:** Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; discreta capacità di analisi e sintesi con capacità di argomentare in modo rigoroso i contenuti richiesti; discreta capacità di utilizzo del linguaggio tecnico.

**27-29:** Buona conoscenza e comprensione dei contenuti richiesti; buona capacità di analisi e sintesi con capacità di argomentare in modo rigoroso i contenuti richiesti; buona capacità di utilizzo del linguaggio tecnico.

**30-30L:** Ottimo livello di conoscenza e comprensione dei contenuti richiesti con un'ottima capacità di analisi e sintesi con capacità di argomentare in modo rigoroso, innovativo e originale, i contenuti richiesti; ottima capacità di utilizzo del linguaggio tecnico.

## ATTIVITÀ DI SUPPORTO

Oltre all'attività di didattica frontale, gli studenti potranno usufruire delle ore di ricevimento con i docenti di biochimica (Prof. Di Rienzo, Prof. Lazzarino e Prof.ssa Tavazzi).

Il ricevimento studenti avviene previo appuntamento ottenuto mediante invio di una email.

## TESTI CONSIGLIATI:

- Jeremy M Berg, John L Tymoczko, Gregory J. Gatto, Lubert Stryer. **Biochimica**. Ottava edizione italiana condotta sulla nona edizione americana, Zanichelli editore.
- David L Nelson, Michael M Cox. **I principi di biochimica di Lehninger**, Ottava edizione italiana, Zanichelli editore
- Mathews, Van Holde, Appling, Cahill. **Biochimica**. Piccin editore.