

Syllabus CdL in Odontoiatria e Protesi Dentaria a.a. 2025-26

C.I. Biochimica e Biologia Molecolare

Modulo di Biochimica

Il anno – I sem. (4 CFU)

ARTICOLAZIONE IN TERMINI DI ORE/CFU

21 ore didattica frontale per le attività teoriche

15 ore didattica frontale per l'applicazione della conoscenza (laboratori ed esercitazioni)

Docente

Prof.ssa Carmelina Daniela ANFUSO

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

L'insegnamento si propone di fornire allo/a studente/ssa le conoscenze fondamentali della biochimica strutturale, metabolica e cellulare necessarie alla comprensione delle basi molecolari dei processi biologici e fisiologici umani. Particolare attenzione sarà dedicata alla struttura e funzione delle macromolecole biologiche, all'attività enzimatica, alla bioenergetica cellulare, alle principali vie metaboliche e ai meccanismi di regolazione ormonale e di trasduzione del segnale. Lo/a studente/ssa acquisirà inoltre gli strumenti necessari per interpretare le alterazioni biochimiche associate ai principali processi fisiopatologici e per comprendere le basi molecolari delle successive discipline biomediche e cliniche.

Conoscenza e comprensione

Lo/la studente/ssa acquisirà conoscenze sui fondamenti della biochimica strutturale, metabolica, cellulare e sistemica, comprendendo: la struttura e le proprietà delle proteine e degli enzimi; i principi della bioenergetica mitocondriale e della produzione di ATP; i principali aspetti del metabolismo glucidico, lipidico, amminoacidico e nucleotidico; i meccanismi di regolazione e integrazione dei metabolismi in condizioni fisiologiche e patologiche; la regolazione ormonale; il ruolo di vitamine e coenzimi nei processi metabolici di interesse medico.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo/la studente/ssa sarà in grado di: interpretare i fenomeni biologici di base e i principali processi fisiologici in termini di reazioni chimiche e interazioni molecolari; applicare le conoscenze biochimiche per comprendere il funzionamento delle proteine, degli enzimi e delle vie metaboliche; correlare alterazioni dei processi biochimici a condizioni funzionali e fisiopatologiche rilevanti; correlare le alterazioni metaboliche ai principali quadri clinici che verranno approfonditi nei corsi successivi.



Autonomia di giudizio

Lo/a studente/ssa svilupperà la capacità di analizzare criticamente i processi metabolici e le loro modalità di regolazione, integrando informazioni provenienti da differenti vie biochimiche e valutando le conseguenze funzionali delle alterazioni molecolari nei diversi contesti fisiologici e patologici.

Abilità comunicative

Lo/la studente/ssa sarà in grado di: descrivere con linguaggio scientifico appropriato strutture molecolari, reazioni enzimatiche e vie metaboliche; utilizzare correttamente la terminologia biochimica in contesti accademici.

Capacità di apprendimento

Lo/la studente/ssa acquisirà: un metodo di studio basato sulla comprensione dei meccanismi molecolari; strumenti utili per integrare le conoscenze biochimiche con gli insegnamenti successivi di fisiologia, patologia e farmacologia.

PREREQUISITI

Propedeuticità come da piano di studi.

CONTENUTI DEL CORSO

STRUTTURA DELLE PROTEINE

Struttura, proprietà generali e classificazione degli amminoacidi. Legame peptidico. Definizione di struttura primaria, secondaria, terziaria, quaternaria. Angoli phi, psi, chi, omega. Grafico di Ramachandran. Struttura secondaria: alfa-elica; beta-strand, foglietti beta paralleli, antiparalleli, misti. Ripiegamenti inversi (reverse turn). Strutture supersecondarie. Definizione di dominio proteico. I legami che stabilizzano la struttura terziaria delle proteine. Proteine fibrose e proteine globulari. Classificazione strutturale delle proteine. Proteine fibrose: cheratine, fibroina della seta, collagene, elastina. Il collagene: struttura primaria, struttura secondaria (triplice elica allungata); sintesi e modificazioni post-traduzionali (idrossilazione delle proline e della lisina; ruolo dell'acido ascorbico; glicosilazioni; trasformazione del pro-collagene in collagene; ossidazione delle lisine e formazione di legami crociati). Proteine di membrana. Folding e denaturazione delle proteine. Misfolding proteico e patologie umane. Porfirine e gruppo eme. Struttura della mioglobina, dell'emoglobina e delle catene globiniche. classificazione delle catene globiniche. Curva di saturazione con ossigeno dell'emoglobina e della mioglobina. L'emoglobina come proteina allosterica. Struttura dell'ossiemoglobina e della deossiemoglobina. Effetto Bohr; 2,3 BPG. Emoglobina e trasporto ematico della CO₂. Emoglobina e regolazione dell'equilibrio acido-base. Emoglobina fetale. Basi molecolari delle emoglobinopatie e talassemie. Fondamenti di enzimologia. Termodinamica e Cinetica



delle reazioni chimiche. Energia di attivazione. Cinetiche di Michaelis-Menten e Lineweaver-Burk. Inibizione Competitiva, Incompetitiva e Non competitiva. Controllo cellulare dell'attività enzimatica. Isoenzimi.

BIOENERGETICA MITOCONDRIALE

Richiami di termodinamica chimica; variazione di energia libera standard; chimica dell'ATP e composti ad alta energia; Ruolo dell'ATP nella bioenergetica. Relazione tra variazione di energia libera standard e differenza di potenziale standard di ossidoriduzione.

Coenzimi piridin-nucleotidici: NAD e NADP; struttura e funzione come trasportatori di idrogeno; coenzimi mobili; acido nicotinico e nicotinamide (vitamina PP).

Catena mitocondriale di trasporto degli elettroni: membrana mitocondriale interna ed esterna; potenziali standard di ossidoriduzione dei componenti della catena di trasporto degli elettroni. Organizzazione della catena di trasporto degli elettroni in complessi lipoproteici della membrana interna (complesso I - II - III - IV) e componenti mobili (ubichinone e citocromo C). Coenzimi flavinici (Struttura e funzione come trasportatori di idrogeno; FMN e FAD, riboflavina o vitamina B2); Ferrosolfoproteine; Struttura e funzione dei citocromi; Struttura e funzioni del: Complesso I (NADH- ubichinone ossido reduttasi), Complesso II (succinato-ubichinone ossido reduttasi), Complesso III (ubichinolo-citocromo C ossido reduttasi); Complesso IV (citocromo ossidasi). Inibitori del trasporto degli elettroni. Fosforilazione ossidativa: ATP sintasi mitocondriale (complesso V): struttura e funzione dei fattori F1 e Fo; rapporto P/O; ipotesi dell'accoppiamento chemiosmotico; gradiente elettrochimico di H⁺; controllo respiratorio; disaccoppianti. Termogenina e tessuto adiposo bruno.

VITAMINE E COENZIMI

Tiamina, riboflavina, piridossina, nicotinamide, acido pantotenico, coenzima A, biotina, acido folico, retinolo, calciferolo, acido ascorbico, funzioni della vitamina B12

METABOLISMO GLUCIDICO

Glicidi di importanza biologica: glicogeno, amido, disaccaridi, monosaccaridi.

Glicolisi aerobica ed anaerobica: reazioni chimiche, enzimi e significato funzionale. Regolazione della Glicolisi nel muscolo e nel fegato. Origine dell'acido lattico e lattico deidrogenasi (LDH). Fermentazione alcolica. Bilancio energetico della glicolisi. Glicogeno sintesi e glicogenolisi. Regolazione del metabolismo del glicogeno epatico e muscolare. Gluconeogenesi. Meccanismo d'azione dell'adrenalina, del glucagone e dell'insulina. Metabolismo del fruttosio, del lattosio e del galattosio. Via dei pentosi: ruolo del NADPH nel metabolismo. Favismo. Altre reazioni per la riduzione del NADP (enzima malico e transidrogenasi).

DECARBOSSILAZIONE OSSIDATIVA DELL'ACIDO PIRUVICO CICLO DI KREBS.

Il Complesso della Piruvato deidrogenasi e la sua regolazione. Il ciclo degli acidi tricarbossilici o ciclo di Krebs: reazioni e bilancio energetico. Localizzazione mitocondriale degli enzimi. Regolazione delle reazioni di Decarbossilazione ossidativa.

METABOLISMO LIPIDICO

Digestione di lipidi; lipasi pancreatiche; sali biliari; micelle ed assorbimento intestinale dei lipidi; composizione del succo pancreatico; composizione della bile; colecistochinina-pancreozimina; secretina; steatorrea (da insufficienza pancreatica e insufficienza biliare). Biosintesi dei trigliceridi a livello intestinale (via dei monogliceridi); chilomicroni; biosintesi trigliceridi (fegato e tessuto adiposo); metodi di separazione delle lipoproteine (separazione elettroforetica su gel di agarosio; separazione per ultracentrifugazione a densità crescenti); classificazione e composizione chimica delle lipoproteine (chilomicroni, VLDL, LDL, HDL); ruolo delle lipoproteine nel trasporto dei grassi di origine esogena ed endogena; lipasi lipoproteica; trasporto ematico di acidi grassi non esterificati (NEFA) sotto forma di complessi con l'albumina; endocitosi delle LDL mediata da recettori; regolazione della sintesi del colesterolo e dei recettori delle LDL da parte del colesterolo intracellulare. Beta-ossidazione degli acidi grassi (ruolo della carnitina, reazioni chimiche, resa energetica, ossidazione degli acidi grassi con numero dispari di atomi di carbonio e ruolo della vit B12, ossidazione degli acidi grassi insaturi, beta-ossidazione perossisomale, alfa-ossidazione). Lipolisi, lipasi adipolitica e sua regolazione.

Biosintesi dei corpi chetonici; utilizzazione dei corpi chetonici; chetoacidosi diabetica.

Biosintesi acidi grassi: trasporto di acetyl-CoA dal mitocondrio al citoplasma (ruolo del citrato e della carnitina), acetyl-carbossilasi e biotina, sintasi degli acidi grassi e proteina trasportatrice di acili, regolazione della sintesi degli acidi grassi, reazioni di allungamento della catena (sistema microsomiale e mitocondriale); meccanismo della desaturazione degli acidi grassi; acidi grassi essenziali; derivati dell'acido arachidonico (eicosanoidi): prostaglandine, prostaciclina, trombassani, leucotrieni. Patogenesi molecolare delle iperlipidemie.

METABOLISMO DEGLI AMINOACIDI

Digestione delle proteine: meccanismo della secrezione di HCl nello stomaco; proteasi gastriche (pepsina); proteasi pancreatiche (tripsina, chimotripsina, elastasi, carbossipeptidasi); peptidasi intestinali (aminopeptidasi, tripeptidasi, dipeptidasi); assorbimento intestinale degli aminoacidi

Aminoacidi essenziali e non essenziali. Bilancio azotato, richiesta minima proteica giornaliera, valore biologico delle proteine.

Catabolismo degli aminoacidi: desaminazione ossidativa e transaminazione degli aminoacidi; glutamina sintetasi, glutaminasi e funzioni della glutamina; alanina e ciclo "muscolo-fegato"; eliminazione dell'azoto nelle varie specie animali; ciclo dell'urea; correlazione tra ciclo dell'urea e ciclo degli acidi tricarbossilici; aminoacidi glucogenetici e chetogenetici.



Biosintesi dell'eme (vedi metabolismo emoglobina); ruolo nella biogenesi della creatina, del glutatione e nella biosintesi nucleotidi purinici.

Metabolismo della fenilalanina e della tirosina: catabolismo fino a fumarato ed acetoacetato; cenni su biosintesi della melanina; biosintesi catecolamine (dopamina, noradrenalina ed adrenalina). Degradazione catecolamine. Fenilchetonuria, alcaptonuria, albinismo.

Decarbossilazione degli aminoacidi: ornitina e biosintesi delle poliamine; biosintesi catecolamine; serotonina; istamina, GABA. Metabolismo dell'arginina e sintesi di NO. Metabolismo degli aminoacidi a catena ramificata (valina, isoleucina, leucina). Biosintesi, trasporto e degradazione delle proteine.

INTEGRAZIONE E CONTROLLO ORMONALE DEL METABOLISMO GLICIDICO, LIPIDICO E PROTIDICO DURANTE IL CICLO DIGIUNO-ALIMENTAZIONE

METABOLISMO DELL'EMOGLOBINA.

Biosintesi e catabolismo dell'eme. Metabolismo del ferro. Bilirubina diretta e indiretta. Iperbilirubinemie.

VIE DI TRASDUZIONE DEL SEGNALE

Recettori a sette tratti transmembrana, proteine G, enzimi effettori (adenilato ciclastasi, fosfolipasi C), secondi messaggeri (cAMP, IP3, DAG, Ca⁺⁺). Ciclo dei fosfoinositidi. PKA e PKC. GMP ciclico e NO. Recettori ad attività tirosinchinasica. Cascate chinasiche. Vie di trasduzione attraverso PI3K/PKB. Via delle MAP chinasi. Via JAK-STAT.

BIOCHIMICA ORMONALE

Biosintesi e degradazione, rilascio, effetti metabolici e fisiologici, recettori, vie di trasduzione del segnale dei seguenti ormoni: Glucagone, insulina, adrenalina e noradrenalina, ormoni ipofisari ed ipotalamici, ormoni tiroidei, ormoni steroidei (glucocorticoidi, mineralcorticoidi, ormoni sessuali), paratormone, calcitonina e vit. D. Sistema renina-angiotensina. Regolazione ormonale dell'equilibrio idro-salino.

ATTIVITÀ INTEGRATIVE

Discussioni di gruppo (es. problematiche inerenti alla ricerca), studio e revisione guidata della letteratura scientifica, Approfondimento argomenti del programma.

VALUTAZIONE

Modalità di valutazione

La prova consiste in un colloquio in cui saranno poste n. 4 domande principali che vertono su almeno n. 4 diversi argomenti del programma. Nel corso della risposta alle domande principali saranno poste delle domande secondarie collegate alla domanda principale che consentano allo studente di correggere eventuali errori, di chiarire eventuali risposte parziali o di integrare esposizioni carenti. La prova permette di verificare: i) il livello di conoscenza

e comprensione delle reazioni chimiche e delle interazioni molecolari alla base dei fenomeni biologici e dei principali processi fisiologici e fisiopatologici umani come elaborata storicamente dalle discipline biochimiche; ii) la capacità di applicare tali conoscenze per la risoluzione di problemi specifici inerenti la ricerca biomedica e la pratica clinica (problem solving e autonomia di giudizio); iii) la chiarezza espositiva; iv) la proprietà di linguaggio medico- scientifico.

Per l'attribuzione del voto finale si terrà conto dei seguenti parametri:

Voto 29-30 e lode: lo studente ha una conoscenza approfondita delle basi biochimiche dei principali processi della biologia umana, riesce prontamente e correttamente a integrare e analizzare criticamente le situazioni presentate, risolvendo autonomamente problemi anche di elevata complessità; ha ottime capacità comunicative e padroneggia il linguaggio medico-scientifico.

Voto 26-28: lo studente ha una buona conoscenza delle basi biochimiche dei principali processi della biologia umana, riesce a integrare e analizzare in modo critico e lineare le situazioni presentate, riesce a risolvere in modo abbastanza autonomo problemi complessi ed espone gli argomenti in modo chiaro utilizzando un linguaggio medico-scientifico appropriato; Voto 22-25: lo studente ha una discreta conoscenza delle basi biochimiche dei principali processi della biologia umana, anche se limitata agli argomenti principali; riesce a integrare e analizzare in modo critico ma non sempre lineare le situazioni presentate ed espone gli argomenti in modo abbastanza chiaro con una discreta proprietà di linguaggio;

Voto 18-21: lo studente ha la minima conoscenza delle basi biochimiche dei principali processi della biologia umana, ha una modesta capacità di integrare e analizzare in modo critico le situazioni presentate ed espone gli argomenti in modo sufficientemente chiaro sebbene la proprietà di linguaggio sia poco sviluppata;

Esame non superato: lo studente non possiede la conoscenza minima richiesta dei contenuti principali dell'insegnamento. La capacità di utilizzare il linguaggio specifico è scarsissima o nulla e non è in grado di applicare autonomamente le conoscenze acquisite.

Esempi di domande e/o esercizi frequenti

- Glicolisi aerobia e anaerobia
- Ciclo di Krebs e sua regolazione. Correlazione con lipogenesi e sua regolazione.
- Beta ossidazione degli acidi grassi
- Regolazione della chetogenesi.
- Metabolismo del Glicogeno
- Gluconeogenesi
- Ormoni e loro meccanismo d'azione: Insulina e suoi recettori. Meccanismo d'azione degli ormoni glucocorticoidi dell'adrenalina e del glucogene
- Ciclo extramitocondriale del citrato

TESTI ADOTTATI



1. Nelson Cox. I principi di Biochimica di Lehninger. Zanichelli
2. Siliprandi-Tettamanti. Biochimica Medica. Piccin.
3. Devlin. Biochimica con aspetti clinici. EdiSES Materiale didattico fornito dai docenti.

MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Lezioni frontali e teorico-pratiche, seminari di approfondimento.

Insegnamento cooperativo (studente-docente) tramite condivisione di materiale didattico e supporti multimediali.

MODALITA' DI FREQUENZA

Obbligo di frequenza

PROGRAMMAZIONE DEL CORSO

Argomenti	Riferimenti testi
LE PROTEINE. La struttura degli aminoacidi. Il legame peptidico. Organizzazione strutturale delle proteine. collagene, elastina, cheratina. Le immunoglobuline e le lipoproteine plasmatiche.	Testo 1: cap. 4; Testo 2: capp. 3 e 4. Testo 3: cap. 3
CROMOPROTEINE TRASPORTATRICI DI OSSIGENO. La struttura dell'Eme. Mioglobina ed Emoglobina. Il trasporto dell'ossigeno e del biossido di carbonio. L'effetto Bohr. Il 2,3-bisfosfoglicerato e suo ruolo fisiologico. Funzione tampone dell'emoglobina. Emoglobine patologiche	Testo 2: cap. 25. Testo 3: cap. 9
Fondamenti di enzimologia: La curva e l'equazione di Michaelis-Menten; l'inibizione enzimatica e le sue applicazioni in Medicina	Testo 1: cap. 6; Testo 2: cap. 7. Testo 3: cap. 10
BIOENERGETICA MITOCONDRIALE Richiami di termodinamica chimica; variazione di energia libera standard; chimica dell'ATP e composti ad alta energia; Ruolo dell'ATP nella bioenergetica. Relazione tra variazione di energia libera standard e differenza di potenziale redox	Testo 1: cap. 13. Testo 3: cap. 14
Fosforilazione ossidativa: ATP sintasi mitocondriale (complesso V): struttura e funzione dei fattori F1 e Fo; rapporto P/O; ipotesi dell'accoppiamento chemiosmotico; gradiente elettrochimico di H ⁺ ; controllo respiratorio; disaccoppianti.	Testo 1: cap. 19. Testo 3: cap. 14.



Vitamine e coenzimi. Tiamina, riboflavina, piridossina, nicotinamide, acido pantotenico, coenzima A, biotina, acido folico, retinolo, calciferolo, acido ascorbico, funzioni della vitamina B12	Testo 2: cap. 8. Testo 3: cap. 26
IL METABOLISMO GLUCIDICO: glicolisi, le fermentazioni e LDH. Ciclo di Cori e dell'alanina. Il destino metabolico del piruvato.	Testo 1: capp. 7, 12, 14, 15, 16, 19; Testo 2: cap. 7, 19 (I). Testo 3: cap. 15 e 16.
Il ciclo degli acidi tricarbossilici o ciclo di Krebs: reazioni e bilancio energetico. Glicogeno sintesi e glicogenolisi. Regolazione del metabolismo del glicogeno epatico e muscolare. Gluconeogenesi. Meccanismo d'azione dell'adrenalina, del glucagone e dell'insulina. Metabolismo del fruttosio, del lattosio e del galattosio. Via dei pentosi: ruolo del NADPH nel metabolismo. Favismo. Altre reazioni per la riduzione del NADP (enzima malico e transidrogenasi).	Testo 1: cap. 16. Testo 2: cap. 19. Testo 3: cap. 14 e 15.

Argomenti	Riferimenti testi
Metabolismo lipidico beta-ossidazione degli acidi grassi (ruolo della carnitina, reazioni chimiche, resa energetica, ossidazione degli acidi grassi insaturi, beta-ossidazione perossisomale. Lipolisi, lipasi adipolitica e sua regolazione. Biosintesi dei corpi chetonici e loro utilizzazione; chetoacidosi diabetica. Biosintesi acidi grassi. Biosintesi dei trigliceridi. Vie metaboliche di conversione degli zuccheri in grassi. Biosintesi e degradazione dei fosfolipidi, sfingolipidi e glicolipidi.	Testo 1: cap. 17 e cap. 21; Testo 2: cap. 13; Testo 3: cap. 17;
Catabolismo degli aminoacidi: desaminazione ossidativa e transaminazione degli aminoacidi; glutamina sintetasi, glutaminasi e funzioni della glutamina; alanina e ciclo "muscolo-fegato"; eliminazione dell'azoto nelle varie specie animali; ciclo dell'urea; correlazione tra ciclo dell'urea e ciclo degli acidi tricarbossilici; aminoacidi glucogenetici e chetogenetici. Biosintesi aminoacidi non essenziali. Metabolismo della fenilalanina e della tirosina: catabolismo fino a fumarato ed acetoacetato.	Testo 1: cap. 18 e 22; testo 2: cap. 14; testo 3: cap. 19.
Metabolismo dell'emoglobina. Biosintesi e catabolismo dell'eme. Metabolismo del ferro. Bilirubina diretta e indiretta. Iperbilirubinemie.	Testi 1: cap. 22; testo 2: cap 15; testo 3: cap. 19.



Metabolismo dei nucleotidi Biosintesi "de novo" dei nucleotidi pirimidinici e sua regolazione. Biosintesi de novo dei nucleotidi purinici e interconversione. Trasformazione dei ribonucleotidi in deossiribonucleotidi. Via di recupero delle basi. Catabolismo dei nucleotidi purinici ed acido urico; le iperuricemie (gota primaria, secondaria).	Testo 1: cap. 22.4; testo 2: cap. 16; testo 3: cap. 20.
Vie di trasduzione dei segnali. Recettori a sette tratti transmembrana, proteine G, enzimi effettori (adenilato ciclasi, fosfolipasi C), secondi messaggeri (cAMP, IP3, DAG, Ca ⁺⁺). Ciclo dei fosfoinositidi. PKA e PKC. GMP ciclico e NO. Recettori ad attività tirosinchinasica. Cascade chinasiche. Vie di trasduzione attraverso PI3K/PKB. Via delle MAP chinasi. Via JAK-STAT.	Testo 1: cap. 12; testo 2: cap. 21; testo 3: cap. 13.
Biochimica ormonale. Biosintesi e degradazione, recettori, vie di trasduzione del segnale dei seguenti ormoni: Glucagone, insulina, adrenalina e noradrenalina, ormoni ipofisari ed ipotalamici, ormoni tiroidei, ormoni steroidei (glucocorticoidi, mineralcorticoidi, ormoni sessuali), paratormone, calcitonina e vit. D.	Testo 1: 23; testo 2: cap. 22; testo 3: cap. 22