



UNIVERSITÀ DI PISA

BIOCHIMICA E BIOLOGIA MOLECOLARE

ANTONIETTA RAFFAELLA MARIA SABBATINI

Anno accademico 2017/18
CdS MEDICINA E CHIRURGIA
Codice 050EE
CFU 15

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
BIOCHIMICA	BIO/10	LEZIONI	150	SANDRA GHELARDONI ANTONIETTA RAFFAELLA MARIA SABBATINI
BIOLOGIA MOLECOLARE	BIO/11	LEZIONI	37.50	SILVIA PELLEGRINI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Lo studente sarà in grado di interpretare in chiave biochimica i processi biologici normali e patologici, fornendogli le conoscenze necessarie per la comprensione delle caratteristiche chimiche dei composti che costituiscono gli organismi viventi e delle correlazioni struttura-funzione degli stessi composti; delle vie metaboliche, delle loro interrelazioni, della loro regolazione e della loro distribuzione nei compartimenti cellulari; della specializzazione a livello molecolare, sovramolecolare e metabolico di cellule, tessuti ed organi. Lo studente acquisirà inoltre conoscenze sulle principali tecniche di biologia molecolare, sulle modalità di analisi del genoma e del trascrittoma, sulla variabilità del genoma tra individui e le applicazioni in medicina legale, sulla produzione di proteine ricombinanti ad uso terapeutico, sulla terapia genica e la terapia sostitutiva, sulla tecnologia di produzione di OGM. Infine, lo studente apprenderà anche le principali metodologie per lo studio delle proteine.

Modalità di verifica delle conoscenze

L'acquisizione delle conoscenze sarà verificata con un esame scritto (10-12 domande aperte su un ampio argomento) alla fine del corso, per quanto riguarda il modulo di biochimica, e con una prova orale, per quanto riguarda il modulo di biologia molecolare.

Capacità

Lo studente al termine del corso sarà capace di capire e possibilmente analizzare criticamente argomenti riguardanti i processi biochimici e molecolari delle cellule, oltre ad acquisire familiarità con le tecnologie di biologia molecolare e le nuove frontiere terapeutiche.

Modalità di verifica delle capacità

Durante le ore di lezione ed al termine del corso saranno svolti test per verificare la progressiva acquisizione delle capacità richieste.

Comportamenti

Lo studente potrà acquisire sensibilità e spirito analitico riguardo ai processi biochimici e molecolari e al loro significato normale e patologico, oltre alle tecnologie di studio, di analisi e di manipolazione degli acidi nucleici e delle proteine.

Modalità di verifica dei comportamenti

Nel test finale sarà verificato non solo l'apprendimento, ma anche lo spirito analitico e critico riguardo agli argomenti affrontati nel corso.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Conoscenze di chimica e chimica organica; conoscenze di biologia cellulare (cellule procariotiche ed eucariotiche).

Indicazioni metodologiche

Lezioni frontali. Esercitazioni e seminari

Programma (contenuti dell'insegnamento)

PROGRAMMA DEL MODULO DI BIOCHIMICA DEL CORSO INTEGRATO DI BIOCHIMICA E BIOLOGIA MOLECOLARE



UNIVERSITÀ DI PISA

Proteine

Classificazione e funzione delle proteine. Struttura primaria delle proteine. Proprietà del legame peptidico. Struttura secondaria delle proteine (alfa-elica, beta-struttura): proprietà e legami che la stabilizzano. Esempi di proteine fibrose. Struttura terziaria delle proteine e legami che la stabilizzano. Strutture supersecondarie e domini. Struttura quaternaria delle proteine. Esempi di proteine monomeriche e polimeriche. Denaturazione e rinaturazione delle proteine. Le proteine come elettroliti. Proteine trasportatrici di ossigeno: mioglobina ed emoglobina. Struttura dell'eme e rapporto eme-globina. Il legame dell'ossigeno all'eme. Variazioni della struttura terziaria e quaternaria indotte dal legame con l'ossigeno. Curve di ossigenazione di mioglobina ed emoglobina. Effetto Bohr. Basi molecolari della tossicità del CO. Emoglobine fetali. Metaemoglobina.

Enzimi e coenzimi

Enzimi: definizione, natura, nomenclatura e classificazione. Meccanismi di catalisi enzimatica. Cinetica enzimatica: teoria di Michaelis e Menten. L'equazione di Michaelis e Menten: K_m e V_{max} . Determinazione dell'attività enzimatica, definizione di unità enzimatica. Fattori che influenzano l'attività enzimatica. Inibizione enzimatica. Regolazione dell'attività enzimatica. Sistemi multienzimatici. Isoenzimi. Concetto di coenzima e rapporto coenzimi-vitamine idrosolubili.

Glucidi

Monosaccaridi, disaccaridi e polisaccaridi. Acidi aldonici, saccarici e uronici. Glicoproteine e proteoglicani.

Lipidi

Vari tipi di lipidi. Acidi grassi saturi, insaturi e ramificati. Acidi grassi essenziali. Eicosanoidi. Stereoisomeria dei gliceridi. Triacilgliceroli. Fosfogliceridi e acido fosfatidico. Sfingolipidi. Gli steroli e gli steroidi: colesterolo, acidi biliari e derivati.

Nucleotidi e introduzione al metabolismo

Significato e struttura dei ribonucleotidi e dei desossiribonucleotidi. Nucleosidi di- e trifosfati. ATP ed altri composti ad alta energia di idrolisi. Concetto di metabolismo: catabolismo ed anabolismo. Reazioni esoergoniche ed endoergoniche. Reazioni accoppiate. Ruolo centrale dell'ATP nel metabolismo energetico. Gli stadi idrolitici ed ossidativi del catabolismo. Struttura e funzione dei coenzimi piridinici e flavinici. Sintesi dei monomeri e dei polimeri. Rapporti tra anabolismo e catabolismo.

Metabolismo glucidico

Utilizzazione e ruolo del glucosio nel metabolismo. Reazioni della glicolisi. I destini metabolici del piruvato. Reazione generale della glicolisi. Regolazione della glicolisi. Gluconeogenesi e sua regolazione. Substrati della gluconeogenesi. Ruolo del glicogeno. Glicogenolisi e glicogenosintesi. Glicogeno fosforilasi e glicogeno sintasi come modelli di enzimi interconvertibili. Regolazione del metabolismo del glicogeno. Utilizzazione e sintesi di zuccheri diversi dal glucosio (galattosio, fruttosio, pentosi).

Processi ossidativi: ciclo di Krebs e via dei pentosi fosfati

Decarbossilazione ossidativa del piruvato. Struttura, meccanismo di azione e regolazione della piruvato deidrogenasi. I coenzimi coinvolti nell'ossidazione del piruvato e nel ciclo di Krebs. Reazioni ed enzimi del ciclo di Krebs. Reazione globale, resa energetica e regolazione. Ruolo biosintetico del ciclo di Krebs. Ruolo della via dei pentosi nella genesi di NADPH e di zuccheri a 4, 5, 7 atomi di carbonio. Reazioni e loro regolazione. Ruolo del NADPH nel metabolismo.

Trasporto degli elettroni e fosforilazione ossidativa

I costituenti della catena respiratoria: organizzazione in complessi, potenziali di ossidoriduzione. Le flavoproteine. Il coenzima Q. Citocromi a, b, c. La catena respiratoria: struttura e funzione dei complessi I, II, III e IV. Meccanismo molecolare della fosforilazione ossidativa. Regolazione della catena respiratoria e della fosforilazione ossidativa. Gli inibitori della catena respiratoria e della fosforilazione ossidativa; agenti disaccoppianti. Trasporto degli elettroni dal citoplasma al mitocondrio (sistemi navetta). Trasporto dell'ATP formato nel mitocondrio. Altri enzimi che utilizzano l'ossigeno: ossigenasi, ossidasi, perossidasi. Meccanismo di idrossilazione e ruolo del citocromo P450. Le specie reattive dell'ossigeno (ROS): natura chimica e meccanismi biochimici del danno cellulare. Sistemi difensivi enzimatici e non enzimatici.

Metabolismo lipidico

Ossidazione degli acidi grassi: funzione, attivazione, trasporto mitocondriale e beta-ossidazione. La carnitina. Resa energetica. Beta-ossidazione perossisomiale; catabolismo degli acidi grassi insaturi, a numero dispari di atomi di carbonio e ramificati. Formazione e destino del propionil-CoA. Formazione dei corpi chetonici e loro utilizzazione. Sintesi del palmitato: reazioni, enzimi e regolazione. Allungamento ed insaturazione degli acidi. Sintesi e degradazione dei trigliceridi, fosfogliceridi e sfingolipidi. Metabolismo degli eicosanoidi. Sintesi del colesterolo e sua regolazione. Esteri del colesterolo. Metabolismo e ruolo degli acidi biliari. Trasporto dei lipidi nel sangue. Classificazione, struttura, funzione delle lipoproteine plasmatiche. Aspetti biochimici del trasporto di membrana.

Metabolismo degli aminoacidi

Digestione delle proteine: proteasi, endo ed esopeptidasi. Degradazione intracellulare delle proteine: degradazione lisosomiale e sistema dell'ubiquitina. Destino metabolico degli aminoacidi. Aminoacidi essenziali. Reazioni di transaminazione e deaminazione e loro ruolo. Reazione e regolazione della glutammato deidrogenasi. Decarbossilazione degli aminoacidi e poliammine. Destino metabolico dell' NH_3 . Reazioni e regolazione del ciclo dell'urea. Correlazione tra ciclo dell'urea e ciclo di Krebs. Aminoacidi gluco e lipogenetici. I principali coenzimi del metabolismo dell'azoto. Porfirine. Sintesi e catabolismo dell'eme. Formazione dell'acido-amminolevulinico e regolazione. Pigmenti biliari (origine, coniugazione ed escrezione).

Metabolismo dei nucleotidi e degli acidi nucleici

Sintesi de novo dei nucleotidi purinici: origine degli atomi dell'anello purinico; reazione generale, richiesta energetica e regolazione. Formazione del PRPP e suo impiego nella sintesi dei nucleotidi purinici e pirimidinici. Sintesi dell'AMP e del GMP da IMP. Regolazione. Reazioni di fosforilazione dei nucleosidi purinici e pirimidinici mono e difosfati. Reimpiego delle basi e dei nucleosidi purinici. Catabolismo dei nucleotidi purinici ad acido urico. Sintesi dei nucleotidi pirimidinici: origine degli atomi dell'anello pirimidinico, reazione generale, richiesta energetica e



UNIVERSITÀ DI PISA

regolazione. Catabolismo dei nucleotidi pirimidinici. Sintesi dei deossiribonucleotidi e sua regolazione. Il DNA: l'elica del DNA e le forze che la stabilizzano. Interazioni fra DNA e proteine. Replicazione del DNA nei procari e negli eucarioti: enzimi coinvolti e meccanismi biochimici che assicurano la fedeltà della replicazione. Tipi di RNA e loro struttura. I ribozimi e la catalisi da RNA. Sintesi dell'RNA (trascrizione) nei procari e negli eucarioti: RNA polimerasi, fattori di trascrizione generali e specifici, co-attivatori. Modificazioni post-trascrizionali dell'RNA (splicing alternativo, editing dell'RNA e regolazione da parte di microRNA). Il turnover dell'RNA.

Sintesi proteica

Enzimologia e regolazione della sintesi proteica. RNA transfer e loro aminoacilazione. Interazioni fra ribosomi, mRNA, tRNA e fattori solubili della sintesi proteica. Velocità e richiesta energetica per la sintesi. Acquisizione della struttura tridimensionale. Modificazioni della catena polipeptidica dopo la sintesi. Esportazione delle proteine.

Meccanismi biochimici di trasduzione del segnale

Recettori di membrana: classificazione. Recettori a 7 segmenti transmembrana, recettori catalitici, recettori ionotropici. Le proteine G e vie di trasduzione del segnale da essi attivate. Proteine chinasi e proteine fosfatasi. Meccanismi di amplificazione e di modulazione del segnale. Recettori intracellulari: struttura e funzione. Concetto di ormone e neurotrasmettitore. Analisi delle caratteristiche biochimiche (struttura, metabolismo e vie di trasduzione del segnale attivate) delle seguenti sostanze: insulina, glucagone, catecolamine, ormoni tiroidei, ormoni steroidei (glucocorticoidi, mineralcorticoidi, androgeni, estrogeni, progestinici), acido retinoico, fattori di crescita, NO e vitamina D.

Biochimica sistematica umana

Biochimica del fegato, del rene, del muscolo, del cuore, del tessuto adiposo, del sistema nervoso e del sangue.

PROGRAMMA DEL MODULO DI BIOLOGIA MOLECOLARE DEL CORSO INTEGRATO DI BIOCHIMICA E BIOLOGIA MOLECOLARE

Introduzione. Breve storia della Biologia Molecolare. Esperimenti di Griffith, di Avery, di Hershey e Chase per l'identificazione del DNA come depositario dell'informazione genetica. Modello della doppia elica del DNA di Watson e Crick. Collocazione temporale della messa a punto delle principali metodiche utilizzate in Biologia Molecolare.

Impatto della Biologia Molecolare in Medicina.

Analisi del DNA. Tecnologia del DNA ricombinante: clonaggio in cellule batteriche, tipi di vettori utilizzati (plasmidi, fagi, cosmidi, BAC, YAC, MAC): Sistemi di clonaggio per studiare l'espressione genica. Ibridazione di acidi nucleici: principi e applicazioni. Costruzione di librerie genomiche, a cDNA e di espressione, vaglio delle genoteche (utilizzo di sonde degenerate, sonde EST, anticorpi). PCR (Polymerase Chain Reaction), PCR-RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism), PCR-ARMS (Amplification Refractory Mutation System), PCR-SSCP (Single Strand Conformation Polymorphism), Real-time PCR. Metodi di sequenziamento del DNA: metodo di Sanger manuale ed automatizzato. Next generation sequencing: tecnologia pyrosequencing, Illumina e ABI solid.

Genoma Umano: Organizzazione ed obiettivi del Progetto Genoma Umano. Il mappaggio del genoma: mappe genetiche e fisiche. Sequenziamento e annotazione del genoma: approccio gerarchico (top down) e approccio shotgun. Identificazione dei geni: il sequenziamento delle EST (Expressed Sequence Tags), la ricerca delle ORF (Open Reading Frames). Identificazione degli elementi funzionali presenti nella sequenza del Genoma Umano: progetto ENCODE.

Caratteristiche delle sequenze genomiche (sequenze uniche, ripetute e polimorfiche).

Variabilità del genoma. I polimorfismi genetici (VNTR, SNP, CNV). I polimorfismi come fattori di suscettibilità genetica a malattie complesse o come responsabili della diversa risposta ai trattamenti con i farmaci. Studi di associazione per l'identificazione di fattori di rischio polimorfici. Identificazione dei principali aplotipi umani: progetto HAPMAP e progetto 1000 GENOMES. La tipizzazione del DNA: utilizzo dei microsatelliti come marcatori per l'identificazione forense dei campioni di DNA (DNA fingerprinting). Forensic DNA phenotyping. Profilo genetico e comportamento violento, nuove implicazioni della genetica in ambito forense.

Analisi dell'RNA. Northern blotting. Ibridazione in situ. Saggio di protezione dalla RNasi. RT-PCR (Reverse Trascrittasi-PCR). Real-time PCR a partire da RNA. Analisi del trascrittoma: microarray a DNA (principio e metodi). RNAseq.

Studio della funzione dei geni nell'era postgenomica. Studi di espressione genica differenziale. Correlazioni genotipo-fenotipo. Inattivazione o modificazione selettiva dei geni. Creazione ed utilizzo di organismi geneticamente modificati per lo studio della funzione dei geni (animali transgenici, knockout, knockin, knockdown, knockout condizionali). Identificazione di geni-malattia.

Terapia genetica. Farmaci, proteine e vaccini ricombinanti. Cellule staminali e loro impieghi terapeutici. Principi di terapia genica: vettori virali, RNA e oligonucleotidi terapeutici. Successi e insuccessi della terapia genica.

Analisi delle proteine. Tecniche cromatografiche: cromatografia a scambio ionico, per filtrazione e per affinità. Elettroforesi su gel di SDS. Elettroforesi bidimensionale. Spettrometria di massa per l'identificazione delle proteine. Metodi per lo studio delle interazioni tra proteine: doppio ibrido, phage display. Tecniche immunologiche: Western blotting, ELISA, immunistochimica.

Bibliografia e materiale didattico

Libri di testo consigliati:

Mathews C.K., Van Holde K.E., Ahern K.G.: *"Biochimica"*, edizione Piccin 2014.

Genetica molecolare umana. T. Strachan, A. Read. ZANICHELLI

Introduzione alla Genomica. A.M. Lesk ZANICHELLI

L'essenziale di Biologia Molecolare della Cellula B. Alberts et al. ZANICHELLI

Modalità d'esame

Verifiche periodiche scritte di apprendimento. Esame finale scritto per la parte di biochimica e orale per la parte di biologia molecolare.