



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Biomedicina, Neuroscienze e Diagnostica avanzata		
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2023/2024		
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2024/2025		
CORSO DILAUREA MAGISTRALE A CICLO UNICO	MEDICINA E CHIRURGIA		
INSEGNAMENTO	BIOCHIMICA SISTEMATICA UMANA		
TIPO DI ATTIVITA'	A		
AMBITO	50423-Struttura, funzione e metabolismo delle molecole d'interesse biologico		
CODICE INSEGNAMENTO	96505		
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	BIO/10		
DOCENTE RESPONSABILE	LAURICELLA MARIANNA Professore Ordinario Univ. di PALERMO EMANUELE SONIA Professore Associato Univ. di PALERMO DI LIEGRO ITALIA Professore a contratto in Univ. di PALERMO quiescenza		
ALTRI DOCENTI			
CFU	7		
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	105		
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	70		
PROPEDEUTICITA'	17447 - CHIMICA E BIOCHIMICA C.I.		
MUTUAZIONI			
ANNO DI CORSO	2		
PERIODO DELLE LEZIONI	1° semestre		
MODALITA' DI FREQUENZA	Obbligatoria		
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi		
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	DI LIEGRO ITALIA Lunedì 10:00 12:00 Caltanissetta, CEFPAS, padiglione 3, o Palazzo Moncada. Mercoledì 15:00 17:00 Palermo, Viale delle Scienze, Edificio 16 (STEBICEF) Giovedì 15:00 17:00 Palermo, Viale delle Scienze, Edificio 16 (STEBICEF) Venerdì 15:00 17:00 Palermo, Viale delle Scienze, Edificio 16 (STEBICEF) EMANUELE SONIA Giovedì 11:00 13:00 Sezione di Biochimica, Dipartimento BioNeC, Policlinico, via del Vespro 129 90127 Palermo LAURICELLA MARIANNA Lunedì 9:00 11:00 SEzione di Biochimica del BIND		

PREREQUISITI	Conoscenza delle basi biochimiche e molecolari delle attività cellulari e comprensione dei meccanismi che regolano i processi metabolici. In particolare, gli studenti dovranno conoscere le molecole di interesse biologico ed i principali processi metabolici nei quali sono coinvolte; conoscere e comprendere la modalità d'azione degli enzimi, le basi della loro regolazione e della catalisi, le basi della bioenergetica. Lo studente dovrà già saper applicare le conoscenze acquisite per interpretare il comportamento delle molecole in ambito biologico ed avere la capacità di comprendere i meccanismi molecolari alla base dei processi metabolici e della vita. Dovrà infine già conoscere i meccanismi molecolari d'azione dei segnalatori chimici e le principali modalità di trasduzione dei segnali extracellulari.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacità di comprensione: Gli studenti dovranno conoscere le basi biochimiche e molecolari delle attività cellulari e comprendere i meccanismi che regolano i processi metabolici. Dovranno conoscere gli aspetti peculiari della biochimica dei principali tessuti ed organi e comprenderne le interazioni, anche in relazione agli aspetti biochimici delle più gravi e comuni patologie umane, per una adeguata comprensione dei fenomeni biologici significativi in medicina. Essenziale sarà il raggiungimento di un livello conoscitivo tale da garantire la comprensione degli aspetti integrati del metabolismo, con particolare riferimento al ruolo degli ormoni e del sistema nervoso. Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Gli studenti dovrebbero essere capaci di applicare le conoscenze acquisite allo studio delle materie che seguono la biochimica nel loro curriculum di studi. Autonomia di giudizio: Dovrebbero anche essere in grado di formulare ipotesi personali sulle cause e di proporre possibili percorsi di indagine per problemi medici aventi una base biochimica evidente; dovrebbero inoltre essere capaci di ricercare autonomamente le informazioni scientifiche pertinenti e di analizzarle con spirito critico. Abilità comunicative e capacità di apprendimento: Gli studenti dovrebbero, infine, saper comunicare in modo chiaro le conoscenze acquisite e le proprie opinioni ed aver sviluppato capacità di apprendimento che consentano loro di continuare a studiare in modo autonomo.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	Prova orale che consiste in un colloquio volto ad accertare sia la conoscenza e la piena comprensione degli argomenti affrontati nel corso sia le capacità elaborative ed espositive del candidato, in accordo con i risultati attesi (descrittori di Dublino). In particolare, il colloquio mira a verificare la capacità di integrare in maniera sistematica le conoscenze biochimiche relative alle funzioni di ciascun sistema/organo in una visione generale che consenta di comprendere la regolazione complessiva dei processi vitali, soprattutto in considerazione delle implicazioni riguardanti la salute dell'organismo nel suo complesso e le basi delle patologie. Per stimolare ulteriormente la capacità di rielaborazione dell'esaminando, si consiglia di approfondire, durante la preparazione, un tema che abbia particolarmente attratto il suo interesse, mediante lettura di 1-2 articoli a diffusione internazionale e di recente pubblicazione. La valutazione di questo approfondimento, se fatto, sarà anch'esso oggetto dell'esame orale. La valutazione è in trentesimi. Per superare l'esame, l'esaminando deve ottenere un voto compreso tra 18 e 30. Valutazione e suoi criteri: - Eccellente (ECTS grade A/A+, excellent): eccellente conoscenza dei contenuti del Corso Integrato e delle possibili applicazioni di laboratorio. Lo studente dimostra elevata capacità analitico-sintetica ed è in grado di applicare le conoscenze per risolvere problemi di elevata complessità - Voto: 30/30 e lode; - Ottimo (ECTS grade B, very good): ottima conoscenza dei contenuti dell'insegnamento e ottima proprietà di linguaggio. Lo studente dimostra capacità analitico-sintetica ed è in grado di applicare le conoscenze acquisite per risolvere problemi di complessità medio-alta e, in taluni casi, anche elevata. Voto: 27 – 29; - Buono (ECTS grade C, good): buona conoscenza dei contenuti dell'insegnamento e buona proprietà di linguaggio. Lo studente è in grado di applicare le conoscenze per risolvere problemi di media complessità. Voto: 24 – 26; - Discreto (ECTS grade D satisfactory): Discreta conoscenza dei contenuti dell'insegnamento, in taluni casi limitata agli argomenti principali. Accettabile capacità di utilizzare il linguaggio specifico della disciplina e di applicare autonomamente le conoscenze acquisite. Voto: 21 – 23; - Sufficiente (ECTS grade E sufficient): Minima conoscenza dei contenuti dell'insegnamento, spesso limitata agli argomenti principali. Modesta capacità di utilizzare il linguaggio specifico della disciplina e di applicare autonomamente le

	conoscenze acquisite. Voto: 18 – 20 – Valutazione: - Insufficiente (ECTS grade F, fail): lo studente non possiede una conoscenza accettabile dei contenuti principali dell'insegnamento. Scarsissima o nulla capacità di utilizzare il linguaggio specifico della disciplina e di applicare autonomamente le conoscenze acquisite. Esame non superato.
OBIETTIVI FORMATIVI	Il corso ha l'obiettivo di far acquisire agli studenti una conoscenza integrata delle principali vie metaboliche attive in organi e tessuti diversi dell'organismo umano e dei meccanismi che ne consentono una regolazione interattiva globale, in condizioni normali e patologiche.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali
TESTI CONSIGLIATI	1. Siliprandi N., Tettamanti G. Biochimica Medica, 5a edizione, 2018, Ed. Piccin, ISBN: 8829927910 ; 2. Bassi R. et al., Biochimica, 2019, Edi. Ermes; ISBN: 978-88-7051-536-7; 3. Maccarrone M. Fondamenti di Biochimica Umana, 2021, Ed. Zanichelli; ISBN: 978-88-08-42019-0; 4. Baynes J.W., Dominiczack M.H. Biochimica per le discipline biomediche, 3a ed.; CEA Ambrosiana; ISBN: 8821425932; 5. Devlin T.M. Biochimica con aspetti clinici, Ed. Idelson-Gnocchi, 5a edizione, ISBN: 978-88-214-2593-6; 6. Lieberman M, Marks A.D. Biochimica Medica, 2a edizione, 2010; Casa Editrice Ambrosiana; ISBN: 978-88-08-18217-3. Inoltre, di consultazione, per l'approfondimento di aspetti specifici (In addition, for specific aspects of the Course): 1. Berg J.M., Tymoczko J.L., Stryer L. Biochimica, 8a edizione, 2020, Ed. Zanichelli; ISBN: 9788808520289; 2. Nelson D.L., Cox M.M. I Principi di Biochimica di Lehninger, 7a edizione, 2018, Ed. Zanichelli; ISBN: 978-88-08-92069-0; 3. Garrett R.H., Grisham C.M. Biochimica, Ed. Zanichelli; 5a edizione, 2014, ISBN: 8829922331. Nel corso delle lezioni verranno anche fornite fonti bibliografiche specifiche per approfondimenti non presenti nei libri di testo. In addition, a few updated scientific reviews could be suggested on specific topics not covered in the textbook and/or of special interest to the achievement of the educational goals.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
4	Biochimica del folding proteico: Chaperones molecolari. Sequenze-segnale per lo smistamento delle proteine. Vie secretorie. Meccanismi di degradazione delle proteine: proteasoma. Biogenesi degli organelli.
6	Meccanismi di controllo della proliferazione cellulare: Fattori di crescita. Recettori per fattori di crescita. P21Ras. Cascata delle MAP chinasi. Fattori di trascrizione. Oncogeni e geni oncosoppressori. pRb e ciclo cellulare. P53. Cicline e CDK: ruolo nel ciclo cellulare. Metastasi. Metalloproteasi, TIMP. Fattori angiogenetici ed antiangiogenetici
2	Apoptosi: Recettori di morte cellulare. Attività delle caspasi. Ceramide e sfingomielinasi. Via intrinseca dell'apoptosi. Ruolo dei mitocondri nell'apoptosi. Necroptosi ed infezione virale.
8	Aspetti biochimici della funzione epatica. Funzione glucostatica del fegato. Metabolismo del fruttosio. Chetogenesi e chetolisi. Acidi e sali biliari primari e secondari, ciclo enteroepatico. Acidi colici nella digestione dei lipidi ed emulsione dei grassi; micelle miste. Produzione di bilirubina. Produzione di bilirubinadiglucuronide. Ittero emolitico ed ittero da stasi. Reazioni di detossificazione: reazioni di idrossilazione, metilazione, coniugazione con amminoacidi, solfato attivo ed acido glucuronico. Metabolismo dell'etanolo. Effetti dell'etilismo: deficit della gluconeogenesi, incremento della sintesi di acidi grassi.
6	Neurochimica: Metabolismo della cellula cerebrale, con particolare riferimento all'integrazione metabolica neuroni-glia. Esochinasi cerebrale. Metabolismo amminoacidico. Ciclo glutammina-glutammato. Metabolismo del GABA. Barriera ematoencefalica. Metabolismo dei nucleotidi. Trasporto assonale. Insulina ed SNC. Guaina mielinica e lipidi complessi: ruolo nella neurotrasmissione. Meccanismo della neurotrasmissione. Canali per il sodio ed il potassio. Canali del calcio.
6	Neurotrasmettitori. Sintesi e degradazione dell'acetilcolina. Giunzione neuromuscolare e sinapsi colinergiche nicotiniche. Sinapsi colinergiche muscariniche. Recettori per il glutammato. Recettori per il GABA. Recettori per le catecolammine. Serotonina. Enkefaline ed endorfine. Tetano e botulismo. Memoria a breve e lungo termine. Dopamina e cocaina. Miastenia grave. Basi biochimiche delle principali patologie neurodegenerative, con particolare riferimento alle alterazioni dei meccanismi di "folding"/degradazione delle proteine nelle patologie prioniche, nel Morbo di Parkinson e nel Morbo di Alzheimer. Ictus cerebrale. Schizofrenia.
6	Aspetti biochimici della funzione muscolare: metabolismo della cellula muscolare scheletrica e cardiaca. Actine. Miosine. Tropomiosina. Contrazione muscolare. Fibre di tipo I e di tipo II. Distrofie muscolari: basi biochimiche e potenziale terapia genica. Contrazione delle fibre muscolari lisce.
4	Biochimica del tubo gastroenterico Funzioni biochimiche dello stomaco. Pompa protonica. Produzione di pepsina. Colecistochinina. Secretina. Enterochinasi. Enzimi pancreatici. Digestione delle proteine. Digestione dei glucidi. Digestione dei lipidi

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
6	Aspetti biochimici della funzione renale e regolazione della pressione arteriosa. Metabolismo delle cellule tubulari. Processi di riassorbimento: variazioni di volume e di pressione osmotica. Riassorbimento del glucosio, degli amminoacidi e del bicarbonato. Soglia renale. Amminoacidurie. Produzione di bicarbonato e di ammoniaca. Ruolo della vasopressina. Funzioni dell'aldosterone. Renina ed angiotensina. ACE ed ACEinibitori. Catecolammine e loro recettori; alfa- e betabloccanti. Ormoni natriuretici. Sinergismo tra catecolammine ed angiotensina. Sintesi e degradazione delle catecolammine.
2	Sangue. Metabolismo dell'eritrocita. Formazione di acido 2,3-bisfosfoglicerico. Metaemoglobina redattasi. Glutazione ed anione superossido. Proteine plasmatiche. Conversione della protrombina in trombina. Vitamina K. Fibrinogeno.
2	Ormoni. Asse ipotalamo-ipofisi. Fattori di rilascio ipotalamici: meccanismi d'azione. Ormoni ipofisari: meccanismi d'azione.
2	Somatotropo: meccanismo d'azione, nanismo, acromegalia, somatomedine, somatostatina. Prolattina. Asse ipotalamo-ipofisi-surrene; ACTH: azioni dirette ed indirette.
2	Asse ipotalamo-ipofisi-surrene. ACTH: azioni dirette ed indirette. Recettori degli ormoni steroidei e tiroidei: famiglia c-erbA, meccanismi cellulari e molecolari d'azione. Glucocorticoidi: effetti sul metabolismo, azione antinfiammatoria ed immunosoppressiva. Morbo di Addison. Morbo di Cushing.
2	Ormoni tiroidei: Sintesi e funzioni. Ormone tireotropo (TSH). Ipotiroidismo e ipertiroidismo.
4	Proinsulina ed insulina, IRS-1, 3-fosfoinositidi, PKB. Diabete insulino-dipendente e diabete insulinoindipendente. Resistenza all'insulina. Via dei polialcoli. Glicosilazione non enzimatica. Chetoacidosi diabetica. Glucagone: effetti sul metabolismo e meccanismo d'azione.
2	Ormoni sessuali: fattore di rilascio. Gonadotropine: ormone follicolo stimolante (FSH) e luteinizzante (LH). Estrogeni e progestinici. Androgeni. Ciclo sessuale femminile.
2	Metabolismo del calcio. Vitamina D. Paratormone. Calcitonina. Rachitismo. Osteomalacia
2	Metabolismo del ferro e dell'eme. Transferrina e ferritina. Sequenze IRE Regolazione post-trascrizionale ferrodipendente della sintesi delle proteine coinvolte nel metabolismo del ferro e dell'eme. Principali patologie del metabolismo del ferro e dell'eme.
2	Eicosanoidi. Prostaglandine, prostacicline, endoperossidi e trombossani. Leucotrieni.

PREREQUISITI	Conoscenza delle basi biochimiche e molecolari delle attività cellulari e comprensione dei meccanismi che regolano i processi metabolici. In particolare, gli studenti dovranno conoscere le molecole di interesse biologico ed i principali processi metabolici nei quali sono coinvolte; conoscere e comprendere la modalità d'azione degli enzimi, le basi della loro regolazione e della catalisi, le basi della bioenergetica. Lo studente dovrà già saper applicare le conoscenze acquisite per interpretare il comportamento delle molecole in ambito biologico ed avere la capacità di comprendere i meccanismi molecolari alla base dei processi metabolici e della vita. Dovrà infine già conoscere i meccanismi molecolari d'azione dei segnalatori chimici e le principali modalità di trasduzione dei segnali extracellulari.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacità di comprensione: Gli studenti dovranno conoscere le basi biochimiche e molecolari delle attività cellulari e comprendere i meccanismi che regolano i processi metabolici. Dovranno conoscere gli aspetti peculiari della biochimica dei principali tessuti ed organi e comprenderne le interazioni, anche in relazione agli aspetti biochimici delle più gravi e comuni patologie umane, per una adeguata comprensione dei fenomeni biologici significativi in medicina. Essenziale sarà il raggiungimento di un livello conoscitivo tale da garantire la comprensione degli aspetti integrati del metabolismo, con particolare riferimento al ruolo degli ormoni e del sistema nervoso. Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Gli studenti dovrebbero essere capaci di applicare le conoscenze acquisite allo studio delle materie che seguono la biochimica nel loro curriculum di studi. Autonomia di giudizio: Dovrebbero anche essere in grado di formulare ipotesi personali sulle cause e di proporre possibili percorsi di indagine per problemi medici aventi una base biochimica evidente; dovrebbero inoltre essere capaci di ricercare autonomamente le informazioni scientifiche pertinenti e di analizzarle con spirito critico. Abilità comunicative e capacità di apprendimento: Gli studenti dovrebbero, infine, saper comunicare in modo chiaro le conoscenze acquisite e le proprie opinioni ed aver sviluppato capacità di apprendimento che consentano loro di continuare a studiare in modo autonomo
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	Prova orale che consiste in un colloquio volto ad accertare sia la conoscenza e la piena comprensione degli argomenti affrontati nel corso sia la capacità elaborativa ed espositiva del candidato, in accordo con i risultati attesi (descrittori di Dublino). In particolare, il colloquio mira a verificare la capacità di integrare in maniera sistematica le conoscenze biochimiche relative alle funzioni di ciascun sistema/organo in una visione generale che consenta di comprendere la regolazione complessiva dei processi vitali, soprattutto in considerazione delle implicazioni riguardanti la salute dell'organismo nel suo complesso e le basi delle patologie. Per stimolare ulteriormente la capacità di rielaborazione dell'esaminando, si consiglia di approfondire, durante la preparazione, un tema che abbia particolarmente attratto il suo interesse, mediante lettura di 1-2 articoli a diffusione internazionale e di recente pubblicazione. La valutazione di questo approfondimento, se fatto, sarà anch'esso oggetto dell'esame orale. La valutazione è in trentesimi. Per superare l'esame, l'esaminando deve ottenere un voto compreso tra 18 e 30. Valutazione e suoi criteri: - Eccellente (ECTS grade A/A+, excellent): eccellente conoscenza dei contenuti del Corso Integrato e delle possibili applicazioni di laboratorio. Lo studente dimostra elevata capacità analitico-sintetica ed è in grado di applicare le conoscenze per risolvere problemi di elevata complessità. - Voto: 30/30 e lode; - Ottimo (ECTS grade B, very good): ottima conoscenza dei contenuti dell'insegnamento e ottima proprietà di linguaggio. Lo studente dimostra capacità analitico-sintetica ed è in grado di applicare le conoscenze acquisite per risolvere problemi di complessità medio-alta e, in taluni casi, anche elevata. Voto: 27 – 29; - Buono (ECTS grade C, good): buona conoscenza dei contenuti dell'insegnamento e buona proprietà di linguaggio. Lo studente è in grado di applicare le conoscenze per risolvere problemi di media complessità. Voto: 24 – 26; - Discreto (ECTS grade D satisfactory): Discreta conoscenza dei contenuti dell'insegnamento, in taluni casi limitata agli argomenti principali. Accettabile capacità di utilizzare il linguaggio specifico della disciplina e di applicare autonomamente le conoscenze acquisite. Voto: 21 – 23; - Sufficiente (ECTS grade E sufficient): Minima conoscenza dei contenuti dell'insegnamento, spesso limitata agli argomenti principali. Modesta capacità di utilizzare il linguaggio specifico della disciplina e di applicare autonomamente le conoscenze acquisite. Voto: 18 – 20 – Valutazione:

	- Insufficiente (ECTS grade F, fail): lo studente non possiede una conoscenza accettabile dei contenuti principali dell'insegnamento. Scarsissima o nulla capacita' di utilizzare il linguaggio specifico della disciplina e di applicare autonomamente le conoscenze acquisite. Esame non superato.
OBIETTIVI FORMATIVI	Il corso ha l'obiettivo di far acquisire agli studenti una conoscenza integrata delle principali vie metaboliche attive in organi e tessuti diversi dell'organismo umano e dei meccanismi che ne consentono una regolazione interattiva globale, in condizioni normali e patologiche.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	lezioni frontali
TESTI CONSIGLIATI	1. Siliprandi N., Tettamanti G. Biochimica Medica, 2018, Ed. Piccin; 2. Bassi R. et al., Biochimica, 2019, Edi. Ermes; 3. Maccarrone M. Fondamenti di Biochimica Umana, 2021, Ed. Zanichelli 4 Baynes JW., Dominiczak MH. Biochimica per le discipline biomediche, CEA Ambrosiana 5. Devlin T.M. Biochimica con aspetti clinici, Ed. Idelson-Gnocchi 6. Lieberman M, Marks A.D. Biochimica Medica, seconda edizione, Casa Editrice Ambrosiana Inoltre, di consultazione, per l'approfondimento di aspetti specifici (In addition, for specific aspects of the Course): 1. Berg J.M., Tymoczko J.L., Stryer L. Biochimica, 5a ed. italiana 2003, Ed. Zanichelli 2. Nelson D.L., Cox M.M. I Principi di Biochimica di Lehninger, 2018, Ed. Zanichelli 3. Garrett R.H., Grisham C.M. Biochimica, Ed. Zanichelli Nel corso delle lezioni verranno anche fornite fonti bibliografiche specifiche per approfondimenti non presenti nei libri di testo. In addition, a few updated scientific reviews could be suggested on specific topics not covered in the textbook and/or of special interest to the achievement of the educational goals

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
4	Biochimica del folding proteico: Chaperones molecolari. Sequenze-segnale per lo smistamento delle proteine. Vie secretorie. Meccanismi di degradazione delle proteine: proteasoma. Biogenesi degli organelli.
6	Meccanismi di controllo della proliferazione cellulare: Fattori di crescita. Recettori per fattori di crescita. P21Ras. Cascata delle MAP chinasi. Fattori di trascrizione. Oncogeni e geni oncosoppressori. pRb e ciclo cellulare. P53. Cicline e CDK: ruolo nel ciclo cellulare. Metastasi. Metalloproteasi, TIMP. Fattori angiogenetici ed antiangiogenetici
2	Apoptosi: Recettori di morte cellulare. Attivita' delle caspasi. Ceramide e sfingomielinasi. Via intrinseca dell'apoptosi. Ruolo dei mitocondri nell'apoptosi. Necroptosi ed infezione virale.
4	Aspetti biochimici della funzione epatica. Funzione glucostatica del fegato. Metabolismo del fruttosio. Chetogenesi e chetolisi. Acidi e sali biliari primari e secondari, ciclo enteroepatico. Acidi colici nella digestione dei lipidi ed emulsione dei grassi; micelle miste.
4	Produzione di bilirubina. Produzione di bilirubinadiglucuronide. Ittero emolitico ed ittero da stasi. Reazioni di detossificazione: reazioni di idrossilazione, metilazione, coniugazione con amminoacidi, solfato attivo ed acido glucuronico. Metabolismo dell'etanolo. Effetti dell'etilismo: deficit della gluconeogenesi, incremento della sintesi di acidi grassi.
6	Aspetti biochimici della funzione renale e regolazione della pressione arteriosa Metabolismo della cellula del tubulo. Generalita' dei processi di riassorbimento. Variazioni di volume e pressione osmotica del tubulo. Soglia renale. Riassorbimento del glucosio, degli amminoacidi e dei bicarbonato. Ciclo del gamma-glutammina. Amminoacidurie. Produzione di bicarbonato e di ammoniaca. Ruolo della vasopressina. Funzioni dell'aldosterone. Renina ed angiotensina. ACE ed ACE-inibitori. Catecolammine e loro recettori; alfa- e beta-bloccanti. Ormone natriuretico. Sinergismo tra catecolammine ed angiotensina. Sintesi e degradazione delle catecolammine.
6	Neurochimica: Metabolismo della cellula cerebrale, con particolare riferimento all'integrazione metabolica neuroni-glia. Esochinasi cerebrale. Metabolismo amminoacidico. Ciclo glutammina-glutammato. Metabolismo del GABA. Barriera ematoencefalica. Metabolismo dei nucleotidi. Trasporto assonale. Insulina ed SNC. Guaina mielinica e lipidi complessi: ruolo nella neurotrasmissione. Meccanismo della neurotrasmissione. Canali per il sodio ed il potassio. Canali del calcio.
6	Neurotrasmettitori. Sintesi e degradazione dell'acetilcolina. Giunzione neuromuscolare e sinapsi colinergiche nicotiniche. Sinapsi colinergiche muscariniche. Recettori per il glutammato. Recettori per il GABA. Recettori per le catecolammine. Serotonina. Enkefaline ed endorfine. Tetano e botulismo. Memoria a breve e lungo termine. Dopamina e cocaina. Miastenia grave. Basi biochimiche delle principali patologie neurodegenerative, con particolare riferimento alle alterazioni dei meccanismi di "folding"/degradazione delle proteine nelle patologie prioniche, nel Morbo di Parkinson e nel Morbo di Alzheimer. Ictus cerebrale. Schizofrenia.
6	Aspetti biochimici della funzione muscolare Metabolismo della cellula muscolare scheletrica e cardiaca. Metabolismo cardiaco in condizioni di ipossia ed anossia, infarto del miocardio. Actine. Miosine. Tropomiosina. Contrazione muscolare. Fibre di tipo I e II. Contrazione delle fibre muscolari lisce.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Sangue. Metabolismo dell'eritrocita. Formazione di acido 2,3-bisfosfoglicerico. Metaemoglobina redattasi. Glutazione ed anione superossido. Proteine plasmatiche. Conversione della protrombina in trombina. Vitamina K. Fibrinogeno.
4	Biochimica del tubo gastroenterico Funzioni biochimiche dello stomaco. Pompa protonica. Produzione di pepsina. Colecistochinina. Secretina. Enterochinasi. Enzimi pancreatici. Digestione delle proteine. Digestione dei glucidi. Digestione dei lipidi
2	Ormoni. Asse ipotalamo-ipofisi. Fattori di rilascio ipotalamici: meccanismi d'azione. Ormoni ipofisari: meccanismi d'azione.
2	Somatotropo: meccanismo d'azione, nanismo, acromegalia, somatomedine, somatostatina. Prolattina.
2	Asse ipotalamo-ipofisi-surrene. ACTH: azioni dirette ed indirette. Recettori degli ormoni steroidei e tiroidei: famiglia c-erbA, meccanismi cellulari e molecolari d'azione. Glucocorticoidi: effetti sul metabolismo, azione antinfiammatoria ed immunosoppressiva. Morbo di Addison. Morbo di Cushing.
2	Ormoni tiroidei: Sintesi e funzioni. Ormone tireotropo (TSH). Ipotiroidismo e ipertiroidismo.
4	Proinsulina ed insulina, IRS-1, 3-fosfoinositidi, PKB. Diabete insulino-dipendente e diabete insulinoindipendente. Resistenza all'insulina. Via dei polialcoli. Glicosilazione non enzimatica. Chetoacidosi diabetica. Glucagone: effetti sul metabolismo e meccanismo d'azione.
2	Ormoni sessuali: fattore di rilascio. Gonadotropine: ormone follicolo stimolante (FSH) e luteinizzante (LH). Estrogeni e progestinici. Androgeni. Ciclo sessuale femminile.
2	Metabolismo del calcio. Vitamina D. Paratormone. Calcitonina. Rachitismo. Osteomalacia
2	Metabolismo del ferro e dell'eme. Transferrina e ferritina. Sequenze IRE Regolazione post-trascrizionale ferro-dipendente della sintesi delle proteine coinvolte nel metabolismo del ferro e dell'eme. Principali patologie del metabolismo del ferro e dell'eme.
2	Prostaglandine, prostacicline, endoperossidi e trombossani

PREREQUISITI	Conoscenza delle basi biochimiche e molecolari delle attività cellulari e comprensione dei meccanismi che regolano i processi metabolici. In particolare, gli studenti dovranno conoscere le molecole di interesse biologico ed i principali processi metabolici nei quali sono coinvolte; conoscere e comprendere la modalità d'azione degli enzimi, le basi della loro regolazione e della catalisi, le basi della bioenergetica. Lo studente dovrà già saper applicare le conoscenze acquisite per interpretare il comportamento delle molecole in ambito biologico ed avere la capacità di comprendere i meccanismi molecolari alla base dei processi metabolici e della vita. Dovrà infine già conoscere i meccanismi molecolari d'azione dei segnalatori chimici e le principali modalità di trasduzione dei segnali extracellulari.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacità di comprensione: Gli studenti dovranno conoscere le basi biochimiche e molecolari delle attività cellulari e comprendere i meccanismi che regolano i processi metabolici. Dovranno conoscere gli aspetti peculiari della biochimica dei principali tessuti ed organi e comprenderne le interazioni, anche in relazione agli aspetti biochimici delle più gravi e comuni patologie umane, per una adeguata comprensione dei fenomeni biologici significativi in medicina. Essenziale sarà il raggiungimento di un livello conoscitivo tale da garantire la comprensione degli aspetti integrati del metabolismo, con particolare riferimento al ruolo degli ormoni e del sistema nervoso. Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Gli studenti dovrebbero essere capaci di applicare le conoscenze acquisite allo studio delle materie che seguono la biochimica nel loro curriculum di studi. Autonomia di giudizio: Dovrebbero anche essere in grado di formulare ipotesi personali sulle cause e di proporre possibili percorsi di indagine per problemi medici aventi una base biochimica evidente; dovrebbero inoltre essere capaci di ricercare autonomamente le informazioni scientifiche pertinenti e di analizzarle con spirito critico. Abilità comunicative e capacità di apprendimento: Gli studenti dovrebbero, infine, saper comunicare in modo chiaro le conoscenze acquisite e le proprie opinioni ed aver sviluppato capacità di apprendimento che consentano loro di continuare a studiare in modo autonomo.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	Prova orale che consiste in un colloquio volto ad accertare sia la conoscenza e la piena comprensione degli argomenti affrontati nel corso sia le capacità elaborative ed espositive del candidato, in accordo con i risultati attesi (descrittori di Dublino). In particolare, il colloquio mira a verificare la capacità di integrare in maniera sistematica le conoscenze biochimiche relative alle funzioni di ciascun sistema/organo in una visione generale che consenta di comprendere la regolazione complessiva dei processi vitali, soprattutto in considerazione delle implicazioni riguardanti la salute dell'organismo nel suo complesso e le basi delle patologie. Per stimolare ulteriormente la capacità di rielaborazione dell'esaminando, si consiglia di approfondire, durante la preparazione, un tema che abbia particolarmente attratto il suo interesse, mediante lettura di 1-2 articoli a diffusione internazionale e di recente pubblicazione. La valutazione di questo approfondimento, se fatto, sarà anch'esso oggetto dell'esame orale. La valutazione è in trentesimi. Per superare l'esame, l'esaminando deve ottenere un voto compreso tra 18 e 30. Valutazione e suoi criteri: -Eccellente (ECTS grade A/A+, excellent): eccellente conoscenza dei contenuti del Corso Integrato e delle possibili applicazioni di laboratorio. Lo studente dimostra elevata capacità analitico-sintetica ed è in grado di applicare le conoscenze per risolvere problemi di elevata complessità - Voto: 30/30 e lode; -Ottimo (ECTS grade B, very good): ottima conoscenza dei contenuti dell'insegnamento e ottima proprietà di linguaggio. Lo studente dimostra capacità analitico-sintetica ed è in grado di applicare le conoscenze acquisite per risolvere problemi di complessità medio-alta e, in taluni casi, anche elevata. Voto: 27 – 29; -Buono (ECTS grade C, good): buona conoscenza dei contenuti dell'insegnamento e buona proprietà di linguaggio. Lo studente è in grado di applicare le conoscenze per risolvere problemi di media complessità. Voto: 24 – 26; -Discreto (ECTS grade D satisfactory): Discreta conoscenza dei contenuti dell'insegnamento, in taluni casi limitata agli argomenti principali. Accettabile capacità di utilizzare il linguaggio specifico della disciplina e di applicare autonomamente le conoscenze acquisite. Voto: 21 – 23; -Sufficiente (ECTS grade E sufficient): Minima conoscenza dei contenuti dell'insegnamento, spesso limitata agli argomenti principali. Modesta capacità di utilizzare il linguaggio specifico della disciplina e di applicare autonomamente le

	conoscenze acquisite. Voto: 18 – 20 – Valutazione: - Insufficiente (ECTS grade F, fail): lo studente non possiede una conoscenza accettabile dei contenuti principali dell'insegnamento. Scarsissima o nulla capacità di utilizzare il linguaggio specifico della disciplina e di applicare autonomamente le conoscenze acquisite. Esame non superato.
OBIETTIVI FORMATIVI	Il corso ha l'obiettivo di far acquisire agli studenti una conoscenza integrata delle principali vie metaboliche attive in organi e tessuti diversi dell'organismo umano e dei meccanismi che ne consentono una regolazione interattiva globale, in condizioni normali e patologiche.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali
TESTI CONSIGLIATI	1.Siliprandi N., Tettamanti G. Biochimica Medica, 5a edizione, 2018, Ed. Piccin, ISBN: 8829927910 ; 2.Bassi R. et al., Biochimica, 2019, Edi. Ermes; ISBN: 978-88-7051-536-7; 3.Maccarrone M. Fondamenti di Biochimica Umana, 2021, Ed. Zanichelli; ISBN: 978-88-08-42019-0; 4.Baynes J.W., Dominiczack M.H. Biochimica per le discipline biomediche, 3a ed.; CEA Ambrosiana; ISBN: 8821425932; 5.Devlin T.M. Biochimica con aspetti clinici, Ed. Idelson-Gnocchi, 5a edizione, ISBN: 978-88-214-2593-6; 6.Lieberman M, Marks A.D. Biochimica Medica, 2a edizione, 2010; Casa Editrice Ambrosiana; ISBN: 978-88-08-18217-3. Inoltre, di consultazione, per l'approfondimento di aspetti specifici (In addition, for specific aspects of the Course): 1.Berg J.M., Tymoczko J.L., Stryer L. Biochimica, 8a edizione, 2020, Ed. Zanichelli; ISBN: 9788808520289; 2.Nelson D.L., Cox M.M. I Principi di Biochimica di Lehninger, 7a edizione, 2018, Ed. Zanichelli; ISBN: 978-88-08-92069-0; 3.Garrett R.H., Grisham C.M. Biochimica, Ed. Zanichelli; 5a edizione, 2014, ISBN: 8829922331. Nel corso delle lezioni verranno anche fornite fonti bibliografiche specifiche per approfondimenti non presenti nei libri di testo. In addition, a few updated scientific reviews could be suggested on specific topics not covered in the textbook and/or of special interest to the achievement of the educational goals.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
4	Biochimica del folding proteico: Chaperones molecolari. Sequenze-segnale per lo smistamento delle proteine. Vie secretorie. Meccanismi di degradazione delle proteine: proteasoma. Biogenesi degli organelli.
6	Meccanismi di controllo della proliferazione cellulare: Fattori di crescita. Recettori per fattori di crescita. P21Ras. Cascata delle MAP chinasi. Fattori di trascrizione. Oncogeni e geni oncosoppressori. pRb e ciclo cellulare. P53. Cicline e CDK: ruolo nel ciclo cellulare. Metastasi. Metalloproteasi, TIMP. Fattori angiogenetici ed antiangiogenetici
2	Apoptosi: Recettori di morte cellulare. Attività delle caspasi. Ceramide e sfingomielinasi. Via intrinseca dell'apoptosi. Ruolo dei mitocondri nell'apoptosi. Necroptosi ed infezione virale.
8	Aspetti biochimici della funzione epatica. Funzione glucostatica del fegato. Metabolismo del fruttosio. Chetogenesi e chetolisi. Acidi e sali biliari primari e secondari, ciclo enteroepatico. Acidi colici nella digestione dei lipidi ed emulsione dei grassi; micelle miste. Produzione di bilirubina. Produzione di bilirubinadiglucuronide. Ittero emolitico ed ittero da stasi. Reazioni di detossificazione: reazioni di idrossilazione, metilazione, coniugazione con amminoacidi, solfato attivo ed acido glucuronico. Metabolismo dell'etanolo. Effetti dell'etilismo: deficit della gluconeogenesi, incremento della sintesi di acidi grassi.
6	Neurochimica: Metabolismo della cellula cerebrale, con particolare riferimento all'integrazione metabolica neuroni-glia. Esochinasi cerebrale. Metabolismo amminioacidico. Ciclo glutammina-glutammato. Metabolismo del GABA. Barriera ematoencefalica. Metabolismo dei nucleotidi. Trasporto assonale. Insulina ed SNC. Guaina mielinica e lipidi complessi: ruolo nella neurotrasmissione. Meccanismo della neurotrasmissione. Canali per il sodio ed il potassio. Canali del calcio.
6	Neurotrasmettitori. Sintesi e degradazione dell'acetilcolina. Giunzione neuromuscolare e sinapsi colinergiche nicotiniche. Sinapsi colinergiche muscariniche. Recettori per il glutammato. Recettori per il GABA. Recettori per le catecolammine. Serotonina. Enkefaline ed endorfine. Tetano e botulismo. Memoria a breve e lungo termine. Dopamina e cocaina. Miastenia grave. Basi biochimiche delle principali patologie neurodegenerative, con particolare riferimento alle alterazioni dei meccanismi di "folding"/degradazione delle proteine nelle patologie prioniche, nel Morbo di Parkinson e nel Morbo di Alzheimer. Ictus cerebrale. Schizofrenia.
6	Aspetti biochimici della funzione muscolare: metabolismo della cellula muscolare scheletrica e cardiaca. Actine. Miosine. Tropomiosina. Contrazione muscolare. Fibre di tipo I e di tipo II. Distrofie muscolari: basi biochimiche e potenziale terapia genica. Contrazione delle fibre muscolari lisce.
4	Biochimica del tubo gastroenterico Funzioni biochimiche dello stomaco. Pompa protonica. Produzione di pepsina. Colecistochinina. Secretina. Enterochinasi. Enzimi pancreatici. Digestione delle proteine. Digestione dei glucidi. Digestione dei lipidi

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
6	Aspetti biochimici della funzione renale e regolazione della pressione arteriosa. Metabolismo delle cellule tubulari. Processi di riassorbimento: variazioni di volume e di pressione osmotica. Riassorbimento del glucosio, degli amminoacidi e del bicarbonato. Soglia renale. Amminoacidurie. Produzione di bicarbonato e di ammoniaca. Ruolo della vasopressina. Funzioni dell'aldosterone. Renina ed angiotensina. ACE ed ACEinibitori. Catecolammine e loro recettori; alfa- e betabloccanti. Ormoni natriuretici. Sinergismo tra catecolammine ed angiotensina. Sintesi e degradazione delle catecolammine.
2	Sangue. Metabolismo dell'eritrocita. Formazione di acido 2,3-bisfosfoglicerico. Metaemoglobina redattasi. Glutazione ed anione superossido. Proteine plasmatiche. Conversione della protrombina in trombina. Vitamina K. Fibrinogeno.
2	Ormoni. Asse ipotalamo-ipofisi. Fattori di rilascio ipotalamici: meccanismi d'azione. Ormoni ipofisari: meccanismi d'azione.
2	Somatotropo: meccanismo d'azione, nanismo, acromegalia, somatomedine, somatostatina. Prolattina.
2	Asse ipotalamo-ipofisi-surrene. ACTH: azioni dirette ed indirette. Recettori degli ormoni steroidei e tiroidei: famiglia c-erbA, meccanismi cellulari e molecolari d'azione. Glucocorticoidi: effetti sul metabolismo, azione antinfiammatoria ed immunosoppressiva. Morbo di Addison. Morbo di Cushing.
2	Ormoni tiroidei: Sintesi e funzioni. Ormone tireotropo (TSH). Ipotiroidismo e ipertiroidismo
4	Proinsulina ed insulina, IRS-1, 3-fosfoinositidi, PKB. Diabete insulino-dipendente e diabete insulinoindipendente. Resistenza all'insulina. Via dei polialcoli. Glicosilazione non enzimatica. Chetoacidosi diabetica. Glucagone: effetti sul metabolismo e meccanismo d'azione.
2	Ormoni sessuali: fattore di rilascio. Gonadotropine: ormone follicolo stimolante (FSH) e luteinizzante (LH). Estrogeni e progestinici. Androgeni. Ciclo sessuale femminile.
2	Metabolismo del calcio. Vitamina D. Paratormone. Calcitonina. Rachitismo. Osteomalacia
2	Metabolismo del ferro e dell'eme. Transferrina e ferritina. Sequenze IRE Regolazione post-trascrizionale ferrodipendente della sintesi delle proteine coinvolte nel metabolismo del ferro e dell'eme. Principali patologie del metabolismo del ferro e dell'eme.
2	Prostaglandine, prostacicline, endoperossidi e trombassani