

<b>FACOLTÀ</b>	Scienze motorie
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2009-2010
<b>CORSO DI LAUREA</b>	Scienze delle attività motorie e sportive
<b>INSEGNAMENTO</b>	Fisiologia umana
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	“Di base” e “Caratterizzante”
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Biomedico
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	01583
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	SI
<b>NUMERO MODULI</b>	2
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	BIO/09
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b> Modulo I ( <i>Di base</i> )	Gennaro Gravante Professore Associato Università di Palermo
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b> Modulo II ( <i>Caratterizzante</i> )	Gennaro Gravante Professore Associato Università di Palermo
<b>CFU</b>	12
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	204
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	96
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Anatomia, Biochimica
<b>ANNO DI CORSO</b>	II
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Via Maggiore Pietro Toselli 87/b - Aula 1
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, Dimostrazioni in aula
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova scritta ed orale.
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Primo e secondo semestre
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Da stabilire in funzione della disponibilità degli spazi
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Venerdì, ore 15 – 17 – Sezione di Fisiologia umana – Dipartimento di Medicina Sperimentale

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Conoscenza globale ed integrata del corpo umano, della sua composizione, dei suoi sistemi d'organi, dei processi che lo fanno funzionare e dei meccanismi di controllo di questi in condizioni normali. Da parte dello studente si richiede uno studio razionale, fondato sulla comprensione dei meccanismi e dei processi e sulla capacità di mettere in relazione le conoscenze acquisite.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

La memorizzazione di dati spesso obbligata, per esempio dei valori di parametri fisiologici dell'organismo, alcuni da considerare "cruciali", sarà finalizzata alla comprensione dei processi studiati e del loro controllo al fine dell'omeostasi, nozione fondamentale della Fisiologia umana e sottostante ad ogni tema trattato. Capacità di schematizzare e di rielaborare le nozioni acquisite.

**Autonomia di giudizio**

Capacità di valutare e comparare autonomamente le soluzioni di un quesito o problema di limitata complessità.

**Abilità comunicative**

Capacità di organizzarsi in gruppi di lavoro. Capacità di comunicare efficacemente in forma scritta e/o orale.

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Il corso si propone di dare agli studenti una visione globale ed integrata del corpo umano, dei suoi sistemi d'organi, dei processi che lo fanno funzionare e dei meccanismi di controllo di questi in condizioni normali. Gli argomenti trattati richiedono da parte dello studente uno studio fondato non unicamente o prevalentemente sulla capacità di ricordare (cioè, mnemonico), ma uno studio razionale, fondato sulla comprensione dei meccanismi e dei processi illustrati e sulla capacità di mettere in relazione le conoscenze acquisite. La memorizzazione di dati spesso sarà obbligata, per esempio dei valori di parametri fisiologici dell'organismo, alcuni da considerare "cruciali", ma sarà finalizzata alla comprensione dei processi studiati e del loro controllo al fine dell'omeostasi, nozione fondamentale della fisiologia e sottostante ad ogni tema trattato.

Alla fine del corso lo studente deve dimostrare di avere compreso il funzionamento dei diversi organi del corpo umano, la loro integrazione negli apparati, i meccanismi generali di controllo di questi in condizioni normali.

## PROGRAMMA

### Modulo Fisiologia umana I (Disciplina di base) CFU 6

#### FISIOLOGIA GENERALE

Osmosi e tonicità. Pressione osmotica *ed unità di misura*. Osmolarità (*unità di misura, sua differenza dalla Molarità*). Confronto dell'osmolarità di due soluzioni. Osmolarità normale dell'organismo umano. Equilibrio osmotico tra compartimenti separati da una membrana biologica selettivamente permeabile (soluti diffusibili e soluti indiffusibili). Equilibrio di Gibbs-Donnan. Effetti dell'osmolarità della soluzione esterna sul volume cellulare (definizione di tonicità).

Diffusione. Gradiente di concentrazione o gradiente chimico. Coefficiente di diffusione. Diffusione attraverso la membrana biologica. Diffusione e Legge di Fick. Flusso o trasporto passivo. Gradiente elettrico e flussi ionici. Diffusione (o trasporto) facilitata. Trasporto attivo primario (diretto) e attivo secondario (indiretto). Specificità, competizione e saturazione dei trasporti mediati da carrier. Trasporto vescicolare (eso- ed endocitosi, riciclaggio di membrana). Trasporto attraverso un epitelio.

Potenziale di membrana a riposo. Concentrazioni ioniche intra- ed extracellulari. Permeabilità della membrana biologica al  $K^+$ , al  $Cl^-$  e al  $Na^+$ . Conduttanza di membrana ai vari ioni. Potenziale d'equilibrio elettrochimico dei vari ioni. Equazione di Nernst. Equazione di Goldman. Flussi ionici attivi. Pompa al  $Na^+ - K^+$ .

Potenziale d'azione. Variazioni della permeabilità della membrana delle cellule eccitabili. Ruolo dei canali ionici a cancello. Potenziali graduati ed intensità dello stimolo. Zona trigger ed eccitabilità. Parametri dello stimolo (reobase e cronassia). Genesi, evoluzione e propagazione del potenziale d'azione nelle fibre amieliniche e mieliniche. Conduttanza al  $Na^+$  e al  $K^+$ , ciclo d'eccitabilità della membrana durante il potenziale d'azione. Rapporto intensità dello stimolo e frequenza dei potenziali d'azione. Classificazione e caratteristiche delle fibre nervose. Potenziale d'azione composto.

Comunicazione elettrica intercellulare. Le sinapsi. Proprietà generali della trasmissione sinaptica. Sinapsi interneuroniche. Le sinapsi elettriche e le sinapsi chimiche. Il ruolo del calcio nelle sinapsi chimiche. Mediatori chimici e recettori sinaptici Potenziale postsinaptico eccitatorio (EPSP) ed eccitazione postsinaptica. Potenziale postsinaptico inibitorio (IPSP) ed inibizione postsinaptica. Inibizione presinaptica. Sommazione spaziale e temporale dei potenziali postsinaptici, facilitazione ed occlusione, convergenza e divergenza.

La giunzione (sinapsi) neuromuscolare. Eccitazione sinaptica nei motoneuroni spinali. Genesi del potenziale d'azione del motoneurone. Struttura della giunzione neuromuscolare. Liberazione d'acetilcolina (Ach). Azione postsinaptica dell'Ach. Potenziale e corrente di placca. Liberazione quantale del trasmettitore. Potenziali miniatura. Azione dei farmaci sulla trasmissione neuromuscolare. Accoppiamento eccitazione-contrazione della fibra muscolare. I recettori per la diidropiridina (DHP) e della rianodina (RyR). Il ruolo del calcio nell'accoppiamento eccitazione-contrazione.

Muscolo scheletrico e contrazione muscolare. Equazione di Hill. Componente contrattile. Componente elastica in serie. Componente elastica in parallelo. Struttura delle miofibrille. Struttura dei filamenti di actina e miosina. Modello di Huxley della contrazione muscolare.

Interazione actina e miosina ed idrolisi dell'ATP: ciclo biochimico di scissione dell'ATP e ciclo meccanico di interazione actina-miosina. Ruolo delle proteine regolatrici troponina e tropomiosina nello scorrimento dei filamenti. Scossa semplice. Contrazioni isometriche ed isotoniche. Sommazione delle scosse semplici, contrazioni cloniche e tetaniche. Relazione forza-velocità. Relazione tensione

(attiva e passiva) e lunghezza. L'unità motoria. Meccanismi nervosi di graduazione della forza di contrazione (codice di frequenza e reclutamento). Meccanismo di reclutamento delle unità motorie (principio della dimensione di Henneman). Specializzazione funzionale delle unità motorie; classificazione istochimica delle fibre muscolari; classificazione funzionale delle unità motorie; meccanismi responsabili della specializzazione funzionale delle unità motorie.

Muscolo cardiaco. Caratteristiche strutturali, meccaniche ed elettrofisiologiche. Caratteri comuni e differenze dal muscolo striato scheletrico.

Muscolo liscio. Caratteristiche strutturali, meccaniche ed elettrofisiologiche. Distribuzione ed innervazione. Caratteri comuni e differenze dal muscolo striato.

## NEUROFISIOLOGIA

### FUNZIONI SENSORIALI

Recettori - Struttura e classificazioni. Trasduzione: potenziale generatore e potenziale di recettore, effetti dell'intensità dello stimolo, adattamento. Modalità sensoriale. Soglia sensoriale (fisiologica e psicologica). Acuità sensoriale. Campo recettivo. Densità d'innervazione periferica. Codificazione delle informazioni (localizzazione, inibizione laterale, intensità).

Classificazione e meccanismi nervosi della sensibilità somatica (funzione meccanocettiva, funzione propriocettiva, funzione termocettiva, funzione nocicettiva). Nervi periferici e potenziale composto.

Sistemi sensoriali - Organizzazione e meccanismi generali (pretalamici, talamo-corticali).

### FUNZIONI MOTORIE

Organizzazione generale dei sistemi motori (movimenti riflessi, automatici ritmici, volontari). Integrazione delle informazioni sensoriali con i comandi motori.

Funzioni motorie del midollo spinale. Definizione e proprietà generali dei riflessi spinali somatici (muscolari scheletrici). Gli elementi costitutivi dei riflessi spinali. Riflessi somatici profondi (d'origine muscolare): riflesso del fuso neuromuscolare (da stiramento o miotatico); circuiti neuronali implicati nel riflesso da stiramento; motoneuroni gamma e loro controllo sui fusi neuromuscolari; funzioni del riflesso da stiramento nel controllo del tono muscolare e durante l'esecuzione dei movimenti. Circuiti riflessi attivati dall'organo muscolo-tendineo di Golgi. Riflessi somatici superficiali (d'origine cutanea). Il riflesso di flessione o nocicettivo: circuiti neuronali e proprietà. Interneuroni spinali e proprietà dell'innervazione reciproca (semplice e doppia). Riflesso assonico. Generatori centrali di pattern motori ritmici; cenni sui centri spinali della locomozione. Conseguenze della sezione trasversa del midollo spinale: "shock spinale".

Funzioni motorie del tronco dell'encefalo. Organizzazione anatomo-funzionale del tronco encefalico; funzioni ascendenti e discendenti della formazione reticolare. Meccanismi di controllo del tono posturale; animale decerebrato e rigidità estensoria. Riflessi tronco-encefalici con particolare riferimento ai riflessi d'origine vestibolare.

Funzioni motorie della corteccia cerebrale, dei gangli della base e del cervelletto.

Area motoria primaria e aree motorie secondarie (area motoria supplementare, corteccia premotoria).

Cervelletto: circuiti neuronali della corteccia cerebellare. Ruolo del cervelletto nell'apprendimento motorio. Divisioni funzionali del cervelletto; principali afferenze ed efferenze del cervelletto; funzioni del vestibolo, dello spino- e del cerebro-cerebello.

Gangli della base: composizione anatomica, circuiti neuronali.

### FUNZIONI INTEGRATIVE DEL S.N.C.

Struttura della corteccia cerebrale: principali afferenze ed efferenze. Classificazione funzionale delle aree corticali: aree motorie e sensoriali primarie e d'ordine superiore, aree associative. Rappresentazione somatotopica motoria e sensoriale (omunculo motorio e sensoriale).

### **Modulo Fisiologia umana II (disciplina caratterizzante) CFU 6**

#### FUNZIONI VEGETATIVE

Sistema Nervoso Vegetativo (SNV): organizzazione anatomica, mediatori chimici e funzioni delle sezioni simpatica e parasimpatica. Centri vegetativi del tronco encefalico nel controllo della pressione arteriosa sistemica e della respirazione.

#### APPARATO CARDIOVASCOLARE

Il sangue. Componenti e funzioni. Emostasi. Gruppi sanguigni.

Organizzazione dell'apparato circolatorio. Distribuzione del flusso ematico nei vari distretti corporei. Principi fisici della circolazione: emodinamica. Il principio di Pascal, la pressione idrostatica. La formula di Poiseuille, relazioni tra flusso, pressione e resistenza; la velocità. Flusso laminare e flusso turbolento.

La viscosità del sangue. La legge di Laplace e la distensibilità dei vasi.

Elettrofisiologia del miocardio ed eventi elettrici del ciclo cardiaco: potenziale di riposo e potenziale d'azione nel miocardio di lavoro e negli altri tipi cellulari, potenziale di pacemaker e autoritmicità cardiaca, sistema di conduzione e attivazione elettrica del cuore, effetti del SNV sulle proprietà elettrofisiologiche del miocardio. Elettrocardiogramma (ECG).

Contrattilità del miocardio ed eventi meccanici del ciclo cardiaco: accoppiamento eccitazione-contrazione e processo contrattile nel miocardio, modulazione della contrattilità cardiaca, relazioni tensione-lunghezza e pressione-volume, legge e preparato cuore-polmoni di Starling, ciclo cardiaco nel diagramma di Wiggers e nel diagramma pressione-volume, lavoro ventricolare.

Circolazione sistemica: pressione, volume, resistenza e velocità nelle varie sezioni del circolo sistemico. Pressione circolatoria di riempimento e suo significato. Proprietà delle arterie. Pressione arteriosa: andamento, fattori determinanti, misura e registrazione diretta; misura indiretta; polso arterioso. Proprietà delle vene, pressione venosa centrale, polso venoso, ritorno venoso.

Microcircolazione: organizzazione della rete capillare, meccanismi degli scambi a livello dei capillari, drenaggio linfatico, controllo locale del flusso, autoregolazione.

Meccanismi di controllo cardiovascolare: generalità sui sistemi di controllo (feed-back negativo).

Centri nervosi del controllo cardiovascolare. Controllo nervoso riflesso della pressione arteriosa (a breve termine), barocettori arteriosi, recettori atriali e dell'arteria polmonare, chemocettori, azioni del SNV, controllo umorale, controllo renale (a lungo termine).

Gittata cardiaca e ritorno venoso. Metodi di misura della gittata cardiaca. Meccanismo di Franck - Starling e regolazione intrinseca della gittata cardiaca, regolazione estrinseca. Il gradiente presso rio del ritorno venoso. Curve della gittata cardiaca e del ritorno venoso in funzione della pressione atriale destra.

Circoli distrettuali: circolo coronarico, cerebrale, cutaneo, muscolare, epatosplancnico, renale.

#### APPARATO RESPIRATORIO

Anatomia funzionale delle vie aeree. Processi implicati nella respirazione.

Meccanica della respirazione - Volumi e capacità polmonari: metodi di misura. Muscoli della respirazione. Funzione dei muscoli delle prime vie respiratorie (laringe). Proprietà elastiche del polmone; pressione intrapleurica, curve pressione-volume, compliance, compliance specifica, tensione superficiale, surfactant polmonare. Proprietà elastiche della gabbia toracica: curva pressione-volume in rilasciamento del sistema toraco-polmonare. Compliance statica e dinamica. Resistenze al flusso nelle vie aeree: fattori determinanti. Sede principale delle resistenze delle vie aeree nell'uomo. Pressioni durante il ciclo respiratorio. Pressione transmurale. Compressione dinamica delle vie aeree. Lavoro respiratorio. Ventilazione e gas respiratori. Ventilazione polmonare e ventilazione alveolare. Spazio morto anatomico e fisiologico: significato e metodi di misura. Pressione parziale dei gas nell'aria ambiente, inspirata, alveolare, espirata.

Per fusione polmonare. Organizzazione, caratteristiche emodinamiche, meccanismi di regolazione e funzioni del circolo polmonare.

Rapporto ventilazione-perfusione. Rapporto "medio". Distribuzione della ventilazione, della perfusione e del loro rapporto nei polmoni. Cause e conseguenze di un alterato rapporto ventilazione/perfusione. Meccanismi fisiologici di compenso.

Diffusione alveolare. Fattori che controllano la diffusione alveolare dei gas (proprietà dei gas, caratteristiche geometriche della membrana alveolo-capillare). Capacità di diffusione polmonare per  $O_2$  ( $DLO_2$ ): significato e metodi di misura.

Trasporto dei gas respiratori nel sangue. Trasporto d' $O_2$  - Legge di Henry e curva di saturazione dell'emoglobina con l'ossigeno. Fattori che modificano l'affinità dell'emoglobina per l'ossigeno. Trasporto di  $CO_2$ . Reazioni chimiche della  $CO_2$  nel sangue. Curva di dissociazione del sangue per l'anidride carbonica.

Respirazione tessutale. Apporto, estrazione e consumo d'ossigeno da parte dei tessuti: meccanismi di regolazione.

Controllo della respirazione. Controllo bulbo-pontino della respirazione. Genesi del ritmo respiratorio. Meccanismi periferici. Fattori meccanici (recettori dei muscoli respiratori e relativi riflessi; recettori delle vie aeree e relativi riflessi; riflesso di Hering - Breuer. Fattori chimici (chemocettori periferici ed effetti di  $PO_2$ ,  $PCO_2$  e pH). Altri fattori che regolano la respirazione (afferenze somatiche e viscerali; dolore; esercizio fisico; sonno).

Meccanismi centrali - Chemocettori centrali, cenni su influenze centrali "non chimiche".

## I LIQUIDI CORPOREI E LA FUNZIONE RENALE

I liquidi dell'organismo. Acqua corporea totale. Bilancio idrico. I compartimenti liquidi dell'organismo e loro misura. Costituenti del liquido extracellulare (LEC) ed intracellulare. (LIC). Mantenimento dell'equilibrio osmotico fra i liquidi extracellulare ed intracellulare.

Anatomia funzionale del rene. Circolo renale. Funzioni del nefrone. Formazione dell'urina: filtrazione glomerulare, funzione tubulare e depurazione del plasma.

Filtrazione glomerulare. Velocità di filtrazione glomerulare (VFG). Fattori che influenzano la VFG. Concetto di "clearance plasmatica". La clearance dell'inulina come misura della velocità di filtrazione glomerulare. La clearance dell'acido paraminoippurico (PAI) come misura del flusso ematico attraverso i reni.

Funzione tubulare. Meccanismi di riassorbimento e secrezione tubulare. Riassorbimento e secrezione delle varie sostanze nei diversi segmenti dei tubuli. Trasporto tubulare di: glucosio, aminoacidi, urea, acido urico,  $Na^+$ ,  $K^+$ , fosfati,  $HCO_3^-$  e  $H^+$ .

Riassorbimento dell'acqua. Meccanismi renali per la concentrazione e la diluizione dell'urina. Azione dell'ADH.

Ruolo del rene nel controllo dell'osmolarità, del volume e della composizione del sangue e del liquido extracellulare. Meccanismi fondamentali per il controllo della volemia e dell'osmolarità.

Controllo della concentrazione del  $Na^+$  nel liquido extracellulare. Controllo della concentrazione extracellulare di  $K^+$ . Controllo della concentrazione extracellulare d'altri ioni.

Regolazione dell'equilibrio acido-base. I sistemi tampone dei liquidi corporei. Regolazione respiratoria dell'equilibrio acido-base. Regolazione renale della concentrazione idrogenionica. Correzione dell'alcalosi e dell'acidosi ad opera del rene.  
Minzione. Il riflesso della minzione.

#### L'APPARATO DIGERENTE

Funzioni e processi di digestione, assorbimento gastro-intestinale e loro controllo. I principi nutritivi calorici e acalorici. I fabbisogni. Il bilancio energetico.

#### LA TERMOREGOLAZIONE.

### **ESERCITAZIONI E DIMOSTRAZIONI IN AULA**

Proposizione di esercizi, problemi e quesiti fisiologici, con il supporto di materiale didattico e di rilevamento strumentale di alcuni parametri fisiologici.

Utilizzo di materiale audio-visivo.

#### TESTI CONSIGLIATI

D. U. Silverthorn

Fisiologia

*Un approccio integrato*

Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 2007

W. J. Germann, C. L. Stanfield

FisiologiaEdiSES, Napoli, 2006

AA. VV.

Fisiologia dell'Uomo

Edi-Ermes, Milano, 2002