



**Università degli Studi di Verona**  
**Corso di Laurea in Scienze delle attività motorie e sportive**  
**A.A. 2007/2008**

*Fisiologia Umana*

**Docente**

Prof. Carlo Capelli  
Prof. Antonio Cevese  
Prof. Mario Buffelli  
Dr.sa Silvia Pogliaghi

**Obiettivi del Corso**

Alla fine del corso lo studente deve essere in grado di:

- ◆ spiegare i fenomeni fisiologici dei vari organi ed apparati, in una visione olistica, che vada dalla cellula all'intero organismo. In particolare, deve conoscere i principi dell'omeostasi ed i meccanismi di controllo che vi presiedono e i principali adattamenti in condizioni non basali
- ◆ lo studente deve apprendere le nozioni fondamentali sul funzionamento del corpo umano, come insieme di organi ed apparati, integrando le conoscenze già acquisite o in corso di apprendimento sulla biologia generale, la genetica, la fisica, la chimica, la biochimica e l'anatomia. Dovrà individuare lo scopo funzionale di ogni apparato, comprendendone il ruolo nel mantenimento dell'omeostasi generale, acquisendo un'idea dell'impostazione critica delle conoscenze derivante dall'applicazione del metodo scientifico

**Programma del Corso**

**PRINCIPI DI BIOFISICA E DI FISILOGIA GENERALE DELLA CELLULA** - Lo studente deve apprendere la definizione di omeostasi cellulare ed individuare i principali meccanismi che ne assicurano il mantenimento. Dalla composizione e dalle caratteristiche biofisiche della membrana plasmatica deve cogliere l'importanza degli scambi transcellulari ed individuare i meccanismi di trasporto passivi ed attivi per le molecole in soluzione, per le sostanze ionizzate e per l'acqua, con esplicito riferimento ai fenomeni osmotici. Comprendere l'importanza degli equilibri ionici per conoscere i principi dell'eccitabilità, della conduzione, della trasmissione sinaptica e della contrazione muscolare; raggiungere una conoscenza essenziale sui potenziali di riposo e sui potenziali d'azione, sulla placca motrice, come modello morfofunzionale della trasmissione sinaptica, sulle sinapsi centrali eccitatorie ed inibitorie, come base per l'integrazione funzionale del sistema nervoso.

**MUSCOLO SCHELETRICO** - rivedere la composizione del sarcomero e le basi molecolari della contrazione; filamenti spessi e sottili, accoppiamento elettromeccanico, con particolare riferimento al ruolo del calcio; contrazione isometrica e isotonica; ciclo dei ponti A-M; modello biomeccanico del muscolo: elementi contrattili, elementi elastici in serie e in parallelo; tipi di contrazione (isometrica, isotonica concentrica ed eccentrica, isocinetica concentrica ed eccentrica), il rapporto tensione-lunghezza; scossa semplice e tetano muscolare; unità motorie; caratteristiche delle diverse unità motorie; organizzazione dell'apparato muscolo-scheletrico: agonisti e antagonisti; muscoli pallidi (fibre veloci) e rossi (fibre lente); ripasso del metabolismo muscolare anche in riferimento ai diversi tipi di fibra muscolare, reclutamento progressivo delle unità motorie e sviluppo della forza.

**APPARATO URINARIO:** definizione, organizzazione funzionale: il nefrone; vascolarizzazione, innervazione. **GLOMERULO:** struttura e funzione: formazione dell'ultrafiltrato; pressione di filtrazione; velocità di filtrazione glomerulare: clearance dell'inulina. **TUBULO CONTORTO PROSSIMALE:** revisione dei principali meccanismi di trasporto; riassorbimento di sodio e acqua e altri ioni; secrezione; clearance dell'acido paramminoippurico.

**CONCENTRAZIONE DELL'INTERSTIZIO RENALE:** funzione dell'ansa di Henle, dei vasa recta e dei dotti collettori; meccanismo a contro-corrente; ruolo dell'urea. **TUBULO CONTORTO DISTALE:** riassorbimento controllato; escrezione di potassio e idrogenioni. **CONCENTRAZIONE DELL'URINA:** meccanismo dell'ormone antidiuretico. **REGOLAZIONE DELLA FUNZIONE RENALE:** autoregolazione del flusso e della velocità di filtrazione; funzioni dell'apparato iuxtaglomerulare; controllo nervoso simpatico. **MINZIONE:** fisiologia della vescica; controllo riflesso; controllo volontario.

**EQUILIBRIO IDROELETTRolitico E ACIDO-BASE:** definizione; compartimenti idrici; ruolo delle pompe ioniche e della permeabilità di membrana nel controllo della composizione dei liquidi; movimenti passivi di acqua; controllo del volume del liquido extracellulare. Regolazione ormonale dell'equilibrio idrosalino (renina-angiotensina, aldosterone, ADH, ormone natriuretico atriale). Definizione di pH e di sostanze tampone; valori normali, acidosi e alcalosi respiratorie e metaboliche. Controllo integrato del pH da parte del rene e del sistema respiratorio; acidosi e alcalosi respiratorie e metaboliche.

**IL SANGUE** - conoscere le informazioni essenziali per l'emodinamica e per il funzionamento del sistema circolatorio come sistema di trasporto; globuli rossi: formazione, vita media, regolazione dell'eritropoiesi; serie bianca; piastrine. Emostasi e coagulazione. Proprietà fisiche del sangue: densità e viscosità.

**IL SISTEMA CARDIOCIRCOLATORIO** - individuare il ruolo funzionale del sistema e gli elementi costitutivi. Modello semplificato del sistema circolatorio. Suddivisione dei vasi per categoria: morfologia di parete e funzione. Descrivere la caduta pressoria nel letto circolatorio e la velocità del flusso nelle diverse sezioni; concetto di pressione circolatoria media e di distribuzione del volume ematico in funzione della capacità.

**IL CUORE** - conoscere nel dettaglio i particolari che distinguono i fenomeni elettrici cardiaci da quelli delle altre cellule eccitabili: suddivisione in miocardio comune, tessuto di conduzione e miocardio di lavoro; comprendere bene le basi per l'automatismo cardiaco e per la conduzione dello stato di eccitamento nel cuore; elementi di elettrocardiografia: definizione e spiegazione fenomenologica, derivazioni elettrocardiografiche; descrizione delle onde di un ECG standard; cosa dice e cosa non dice l'ECG. Ritmo sinusale e principali alterazioni del ritmo. Fibrillazione ventricolare e il problema della morte improvvisa.

Descrivere analiticamente, anche con rappresentazione grafica, gli eventi meccanici del ciclo cardiaco: suddivisione in sistole e diastole; ulteriore suddivisione nei diversi periodi, con riferimento allo sviluppo di pressione, alle variazioni di volume, al comportamento delle valvole;

Comprendere il funzionamento del cuore come pompa meccanica: preparato cuore-polmoni e legge di Starling, fenomenologia e meccanismi; concetto di contrattilità e sua regolazione; regolazione della gettata cardiaca e della frequenza; effetto della stimolazione del vago e del simpatico; controllo umorale. Il lavoro del cuore.

**PRINCIPI DI EMODINAMICA** - Richiamo delle principali leggi della fluidodinamica. Legge di Poiseuille e ruolo determinante della viscosità e del raggio dei vasi; resistenze in serie e in parallelo; flusso laminare e turbolento; velocità del sangue nelle diverse sezioni del sistema circolatorio. Compliance e capacità. Volume di riempimento e volume in eccesso.

**PRESSIONE ARTERIOSA** - Ruolo dell'elasticità delle arterie nel mantenimento della pressione in diastole; compliance arteriosa; onda sfigmica: definizione, origine e propagazione; funzionamento dello sfigmomanometro; valori pressori normali e patologici.

**MICROCIRCOLAZIONE** - individuare nei capillari la destinazione funzionale del sistema circolatorio, attraverso un'analisi degli elementi strutturali che permettono gli scambi e delle forze che li regolano; concetto di permeabilità capillare e applicazione delle leggi della diffusione; equilibrio di Starling per lo scambio dei liquidi: le quattro pressioni che entrano in gioco; pressione interstiziale; cenni sulla formazione, la composizione e la circolazione della linfa.

**CIRCOLAZIONE PERIFERICA E SUO CONTROLLO** - muscolo liscio vasale come effettore dei meccanismi di controllo delle resistenze e della capacità dei vasi; meccanismi intrinseci ed estrinseci; attività vasomotoria bulbare; riflessi baro- e chemocettivi; altri riflessi cardiovascolari

**CIRCOLAZIONI DISTRETTUALI** - acquisire concetti generali sugli elementi che caratterizzano la regolazione del flusso a ciascun organo, studiando nel dettaglio:

- la circolazione cutanea, con riferimento anche alla funzione di termoregolazione;
- la circolazione del muscolo scheletrico, con riferimento all'adattamento nel lavoro muscolare e agli effetti dell'allenamento;
- la circolazione coronarica, con riferimento al lavoro e al rendimento cardiaco;
- la circolazione cerebrale,
- la circolazione renale.

**CIRCOLAZIONE POLMONARE** - struttura della membrana alveolo-capillare e dei capillari polmonari; emodinamica polmonare: circuito a bassa resistenza; distribuzione della gettata del ventricolo destro; regolazione del circolo polmonare: ruolo dell'innervazione, risposta all'ipossia localizzata o generale; circolazione polmonare nel feto e variazioni funzionali e strutturali alla nascita

**FUNZIONE RESPIRATORIA** - Comprendere il ruolo del sistema respiratorio come apparato che svolge una funzione vegetativa servendosi di muscoli volontari: individuare gli elementi costitutivi del sistema, con un cenno anche alle vie aeree;

**GENERALITA'**- Nozioni di fisica dei gas (legge di Avogadro, legge di Henry, equazione di stato, legge di Dalton, correzione dei volumi dei gas, legge di Fick applicata ai gas), composizione dell'aria ambiente

**MECCANICA RESPIRATORIA** – volumi polmonari e metodi di determinazione, ventilazione polmonare totale, muscoli inspiratori ed espiratori e loro meccanismo d'azione; statica polmonare: curve pressione – volume del sistema toraco-polmonare in toto, del polmone, della cassa toracica (pressioni esofagea o pleurica, transpolmonare, transtoracica, alveolare); compliance polmonare e del sistema respiratorio; ruolo e funzione del surfactant, determinati della compliance polmonare; distribuzione distrettuale della ventilazione; dinamica polmonare; resistenze al flusso respiratorio; analisi delle pressioni alveolare, transpolmonare ed intrapleurica nel ciclo respiratorio spontaneo; lavoro respiratorio.

**SCAMBI RESPIRATORI** - ventilazione polmonare ed alveolare: spazio morto anatomico e fisiologico; equazione dell'aria alveolare (semplificata), conoscere alcuni numeri, sia pure arrotondati, che indicano la composizione dell'aria, sia in termini percentuali, sia in pressioni parziali, dall'atmosfera, agli alveoli, al sangue (cascata dell'ossigeno); gradienti di pressione per gli scambi respiratori; differenze arterovenose nel contenuto di ossigeno e di anidride carbonica; consumo di ossigeno, produzione di anidride carbonica e quoziente respiratorio; capacità di diffusione; equilibrio dei gas respiratori a livello dei capillari a riposo, durante esercizio ed in ipossia; rapporto ventilazione – perfusione e sua curva di distribuzione, alterato rapporto ventilazione – perfusione come possibile causa di ipossiemia; shunt anatomico e fisiologico.

**TRASPORTO DELL'OSSIGENO** - attraverso una descrizione dettagliata della curva di dissociazione dell'ossiemoglobina, lo studente deve comprendere come il sangue funzioni sia da trasportatore sia da cedente di ossigeno; valori normali del contenuto di emoglobina del sangue e della capacità per l'ossigeno; fattori fisiologici che spostano la curva a destra, in particolare durante il lavoro muscolare.

**TRASPORTO DELL'ANIDRIDE CARBONICA** - lo studente deve aver chiaro che il sangue accumula CO<sub>2</sub> soprattutto in forma di bicarbonato e deve conoscere le diverse forme di trasporto e i passaggi che portano alla formazione del bicarbonato; conoscere e descrivere la curva del trasporto della CO<sub>2</sub> e l'effetto Haldane; conoscere il contenuto di CO<sub>2</sub> nel sangue arterioso e venoso; spiegare il concetto di quoziente respiratorio e conoscerne i valori in diverse condizioni metaboliche

**ADATTAMENTI FUNZIONALI DEL SISTEMA RESPIRATORIO** - all'aumento della gettata cardiaca: riduzione di resistenze e reclutamento di unità alveolo-capillari; ottimizzazione del rapporto ventilazione/perfusione; riduzione relativa della velocità del sangue nei capillari. Accenni ad adattamenti specifici nel lavoro

**CONTROLLO DEL RESPIRO** - resosi conto del fatto che la funzione respiratoria è certamente controllata, lo studente deve individuare i meccanismi e le modalità del controllo. Controllo nervoso: centri respiratori, generazione del ritmo respiratorio. Controllo chimico: chemocettori centrali e periferici.

**IL DOLORE** - Fibre afferenti, vie ascendenti; controllo della percezione dolorifica; il dolore riferito; iper ed ipo estesie, parestesie; l'arto fantasma.

**LA TERMOREGOLAZIONE e il METABOLISMO** – Animali omeotermi e poichilotermi, temperatura corporea normale, fattori che determinano la temperatura corporea: i) produzione di calore (metabolismo); ii) meccanismi fisici e fisiologici di scambio di calore tra organismo ed ambiente (evaporazione, convezione, irradiazione); iii) trasporto di calore all'interno dell'organismo (convezione circolatoria e condizionale); iv) regolazione da parte dei centri nervosi che mantengono l'omeotermia (centri ipotalamici, temperatura set point, termorecettori: per il caldo e per il freddo); difesa dal freddo; difesa dal caldo; circolazione cutanea, febbre, ipertermia e colpo di calore; ipotermia., esercizio muscolare; metabolismo: concetto di energia interna posseduta dagli alimenti; distribuzione dell'energia alimentare; rendimento lordo, netto e delta rendimento dell'esercizio muscolare; misura dell'energia apportata con gli alimenti (bomba calorimetrica; calcolo dell'equivalente energetico dell'ossigeno dei singoli alimenti); misura del dispendio energetico in vivo: metodi diretti (calorimetro umano) ed indiretti (scambi gassosi; calcolo dell'equivalente energetico in vivo dell'ossigeno); metabolismo basale.

**APPARATO DIGERENTE e NUTRIZIONE**- le tre funzioni: motilità, secrezione, assorbimento. Muscolatura liscia viscerale: cenni strutturali e funzionali. Regolazione: innervazione intrinseca ed estrinseca. Attività contrattile tonica, peristaltica e onde di rimescolamento. Funzioni della bocca, faringe, esofago; lo sfintere esofageo inferiore. Funzioni dello stomaco: cellule specializzate; formazione dell'acido cloridrico; funzioni del pepsinogeno e del fattore intrinseco; regolazione della motilità e della secrezione gastrica. Intestino tenue: pliche, villi, vasi chiliferi; motilità: regolazione e controllo; succo enterico; assorbimento. Intestino crasso: assorbimento dell'acqua; ruolo della flora batterica; motilità: regolazione e controllo. Retto; defecazione; riflessi; controllo degli sfinteri. **ORGANI ANNESSI**: ghiandole salivari: composizione della saliva; regolazione e controllo; fegato: struttura, vascolarizzazione; generalità sulle funzioni di regolazione metabolica dell'organismo; formazione e secrezione della bile; ruolo della bile nella digestione dei grassi; circolo entero-epatico. Funzioni della cistifellea: deposito e concentrazione della bile; regolazione. **Pancreas esocrino**: dotti pancreatici: controllo della secrezione; secrezione di acqua e bicarbonato; secrezioni enzimatiche. **ORMONI GASTROINTESTINALI**: gastrina, secretina, pancreozimina, enterogastrone, enterocromina. **DIGESTIONE E ASSORBIMENTO**: gli alimenti; generalità sull'assorbimento: scambio di acqua.

Le classi di nutrienti e le loro fonti alimentari. Adeguatezza energetica e nutrizionale della dieta. La dieta corretta per i sedentari. La dieta corretta per gli atleti di diverse tipologie. Alimentazione prima, durante e dopo uno sforzo. L'idratazione. Integratori e supplementi per i praticanti sport.

**SISTEMA NERVOSO AUTONOMO** - conoscere lo schema generale delle due componenti: nuclei di origine, fibre pre-gangliari, gangli, fibre post-gangliari; mediatori chimici e recettori ai diversi livelli; panoramica sulle funzioni; la midollare del surrene; ipotalamo e sistema limbico; la termoregolazione; regolazione omeostatica: fame e sete.

### **Modalità d'esame**

L'esame è scritto e consiste in un test a risposta multipla con 100 quiz a risposta multipla

### **Testi consigliati**

Fisiologia Dell'uomo,  
P.E. di Prampero e A. Veicsteinas  
Edi-ermes Milano, 2002

### **e-mail:**

Carlo Capelli: [carlo.capelli@univr.it](mailto:carlo.capelli@univr.it)  
Antonio Cevese: [antonio.cevese@univr.it](mailto:antonio.cevese@univr.it)  
Mario Buffelli: [mario.buffelli@univr.it](mailto:mario.buffelli@univr.it)  
Silvia Pogliagh: [silvia.pogliaghii@univr.it](mailto:silvia.pogliaghii@univr.it)