



Università degli Studi di Verona
Corso di Laurea in Scienze delle attività motorie e sportive
A.A. 2019-2020

<p><i>Corso Integrato</i> <i>Di Fisiologia Umana</i> <i>12CFU</i></p>	<p><i>Docente</i> <i>Carlo Capelli (coordinatore)</i> <i>Enrico Tam</i></p>
---	---

Ricevimento: Carlo Capelli martedì 14:00- 15:00; Enrico Tam martedì 14:00-15:00

Obiettivi del Corso

- *Apprendere le nozioni fondamentali sul funzionamento del corpo umano inteso come insieme di organi ed apparati integrando e completando le conoscenze già acquisite di fisica, chimica, biochimica, anatomia e biologia.*
- *Acquisire un'idea dell'impostazione critica delle conoscenze derivante dall'applicazione del metodo scientifico, in particolare applicate all'analisi delle risposte fisiologiche all'esercizio.*
- *Individuare lo scopo funzionale degli apparati oggetto del corso comprendendone il ruolo nel mantenimento dell'omeostasi generale dell'organismo umano*
- *Acquisire le fondamentali basi fisiologiche del controllo motorio nell'uomo.*

Programma del Corso

Conoscenze propedeutiche generiche indispensabili:

Per poter comprendere il corso di Fisiologia, è necessario che siano prima state assimilate le nozioni di base della Chimica, Fisica, Biochimica e Matematica, in particolare:

- **Chimica:** il concetto di pH, la molarità, proprietà colligative delle soluzioni, osmolarità e pressione osmotica, diffusione.
- **Biochimica:** concetti di entalpia, entropia, energia libera; le macromolecole biologiche, loro classificazione e funzione, le vie metaboliche principali, le cinetiche enzimatiche e gli enzimi mitocondriali, la fosforilazione ossidativa
- **Fisica:** fisica dei gas, elettrofisica, tensione superficiale, legge di Laplace, nozioni di base di meccanica, statica e dinamica dei fluidi, leggi della termodinamica.
- **Biologia:** caratteristiche biofisiche della membrana cellulare; struttura della cellula e degli organelli cellulari; il codice genetico; trascrizione e traduzione; sintesi proteica; recettori di membrana; i segnali intracellulari e i secondi messaggeri (Proteina G, AMPciclico, Calcio, etc.); meccanismi di rigenerazione cellulare.
- **Matematica:** concetto di logaritmo, concetti di funzione e assi cartesiani, funzioni lineare, potenza, esponenziale; metodi di manipolazione dei logaritmi, concetti di derivata e integrale; unità di misura del sistema internazionale.

Programma Didattico	CFU
1. Principi di biofisica e di fisiologia generale della cellula	
2. Fisiologia e biomeccanica del muscolo striato	
3. Controllo motorio (meccanismi spinali e sopraspinali)	
4. Il sistema nervoso autonomo	
5. Caratteristiche fisico-chimiche del sangue; coagulazione ed emostasi	
6. Fisiologia cardiovascolare: cuore e circolo	
7. Fisiologia della respirazione	
8. Fisiologia renale: filtrazione, riassorbimento, secrezione ed escrezione	
9. Regolazione dell'equilibrio acido-base	
10. Equilibrio idro-elettrolitico	
11. Metabolismo e termoregolazione	
12. Fisiologia del sistema endocrino	
13. Fisiologia dell'esercizio muscolare	

1. Principi di biofisica e di fisiologia generale della cellula

Conoscenze propedeutiche specifiche: principi di elettrofisica: concetto di carica elettrica, potenziale, campo elettrico, resistenza elettrica, condensatore, potenziale, differenza di potenziale e corrente elettrica.

- 1.1 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 all'**osmosi** e ai fenomeni osmotici, principi di biofisica e di fisiologia generale della cellula.
- 1.2 Comprendere l'importanza degli equilibri ionici per conoscere i principi dell'eccitabilità, della conduzione, della trasmissione sinaptica e della contrazione muscolare; raggiungere una conoscenza approfondita sui potenziali di riposo e sui potenziali d'azione, sulla placca motrice, come modello morfofunzionale della trasmissione sinaptica, sulle **sinapsi** elettriche e chimiche eccitatorie ed inibitorie, come base per l'integrazione funzionale del sistema nervoso, integrazione neuronale (sommazione spaziale e temporale), principali neurotrasmettitori e neuromediatrici.

2. Fisiologia e biomeccanica del muscolo striato.

Conoscenze propedeutiche generiche indispensabili: Anatomia ed istologia del muscolo striato-scheletrico; vie metaboliche della sintesi di ATP; concetti fondamentali di meccanica fisica.

- 2.1 Struttura dell'unità funzionale del muscolo: il sarcomero; filamenti sottili e spessi: struttura ed organizzazione nel sarcomero; struttura e funzione del reticolo sarcoplasmatico; accoppiamento elettro-meccanico; concetto di scossa singola, clone e tetano; modello meccanico del muscolo: elementi contrattili, elementi elastici in serie e in parallelo; determinanti delle prestazioni muscolari, ovvero della potenza: forza e velocità; tipi di contrazione (isometrica, isotonica, isocinetica, concentrica, eccentrica); biomeccanica del muscolo: curve forza-lunghezza e curva forza velocità; lavoro e potenza muscolare, concetto e definizione di unità motoria; tipi di unità motorie e tipi di fibre muscolari; regolazione in vivo della forza muscolare.

3. Controllo motorio

Conoscenze propedeutiche specifiche: conoscenza dettagliata dell'anatomia del midollo spinale e del SNC e della fisiologia e biomeccanica del muscolo striato scheletrico.

- 3.1 Organizzazione dei MN e degli interneuroni spinali; Attività motorie spinali: riflessi e *central pattern generator* della locomozione.
- 3.2 Sistemi sensoriali muscolari: recettori di tensione ed allungamento; I fusi neuromuscolari FN) recettori di stiramento che rilevano lunghezza muscolare e velocità di contrazione; Circuito del MN gamma; Organi tendinei di Golgi (OTG): recettori di tensione;

- 3.3 Riflessi spinali (riflesso miotatico o di stiramento, riflesso miotatico inverso, riflesso flessorio da evitamento); Funzioni del tronco encefalico nel controllo della postura.
- 3.4 Cenni su: vie del tronco encefalico; localizzazione, organizzazione somatotopica, cellulare e topografica della corteccia motoria; vie discendenti corticospinali e corticobulbari.
- 3.5 Cenni su correlati anatomico-funzionali del cervelletto: lobi cerebellari localizzazione topografica delle funzioni cerebellari; nuclei profondi del cervelletto; afferenze e efferenze nucleari; generali di funzionamento dei circuiti cerebellari; corteccia cerebellare, cellule del Purkinje, fibre rampicanti e muscoidi.
- 3.6 I gangli della base.

4. Il sistema nervoso autonomo.

Conoscenze propedeutiche specifiche: conoscenza dettagliate dello schema anatomico del sistema nervoso autonomo.

- 4.1 Organizzazione anatomico-funzionale del SNA; mediatori chimici e recettori pregangliari e postgangliari; panoramica sulle funzioni; farmacologia del SNA (cenni); la midollare del surrene; il meccanismo di controllo a retroazione negativa: esempi di riflessi autonomi: il baroriflesso.

5. Caratteristiche fisico-chimiche del sangue; coagulazione ed emostasi.

Conoscenze propedeutiche specifiche: Concetto di pressione osmotica, osmolarità ed osmolalità, proprietà colligative delle soluzioni, pressione idrostatica e osmotica, concentrazione di una soluzione (molare e molale), concetto di equivalente.

- 5.1 Caratteristiche dei globuli rossi: formazione, vita media, regolazione dell'eritropoiesi; serie bianca; piastrine.
- 5.2 Proprietà fisiche del sangue: densità e viscosità, composizione del plasma (concentrazione e tipi di proteine plasmatiche, pressione osmotica, pressione colloidale-osmotica).
- 5.3 coagulazione ed emostasi.

6. Fisiologia cardiovascolare: il cuore ed il circolo.

Conoscenze propedeutiche specifiche: anatomia funzionale del cuore e del circolo; elementi di fisica dei fluidi (statica e dinamica dei fluidi, legge di Hagen-Poiseuille, teorema di Bernoulli, flusso laminare e turbolento, viscosità e densità dei fluidi), organizzazione anatomica del tronco dell'encefalo e del sistema nervoso autonomo.

- 6.1 Generalità: individuare il ruolo funzionale del sistema e gli elementi costitutivi; comprendere il modello semplificato del sistema circolatorio e la 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; comprendere il concetto di pressione circolatoria media e di distribuzione del volume ematico in funzione della capacitance.
- 6.2 Il Cuore-elettrofisiologia cardiaca: conoscere nel dettaglio i particolari che distinguono i fenomeni elettrici cardiaci da quelli delle altre cellule eccitabili: suddividere il miocardio in miocardio comune, tessuto di conduzione e miocardio di lavoro; comprendere bene le basi per l'automatismo cardiaco, la conduzione dello stato di eccitamento nel cuore, la regolazione della frequenza cardiaca.
- 6.3 Il Cuore-elettrocardiografia: conoscere i principali elementi di elettrocardiografia: definizione e spiegazione fenomenologia; il triangolo di Einthoven; derivazioni elettrocardiografiche standard, amplificate e precordiali; descrizione delle onde di un ECG standard, con analisi della loro origine. Utilizzazione pratica dell'ECG in ambito motorio, a riposo e sotto sforzo; cosa dice e cosa non dice l'ECG. Ritmo sinusale e principali alterazioni del ritmo.
- 6.4 Il Cuore, ovvero la pompa cardiaca: 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 (fonocardiogramma). Modificazioni della funzione di pompa sotto sforzo. 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 a riposo e durante diversi tipi di esercizio fisico (dinamico e isometrico); energetica cardiaca (lavoro del cuore, determinati del consumo energetico del cuore; rendimento del cuore); fisiopatologia dello scompenso cardiaco e dimensioni cardiache.

- 6.5 Il circolo-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.
- 6.6 Il circolo-la pressione arteriosa: determinanti della pressione arteriosa; pressione arteriosa sistolica, media e diastolica; ruolo dell'elasticità delle arterie nel mantenimento della pressione in diastole; compliance arteriosa; onda sfigmica: definizione, origine e propagazione; funzionamento dello sfigmomanometro; regolazione a breve e a lungo termine della pressione arteriosa (riflesso barocettivo, riflesso chemocettivo); risposta alle variazioni posturali; valori pressori normali e patologici.
- 6.7 Il circolo – la 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.
- 6.8 Il circolo – la circolazione periferica e il suo controllo: muscolo liscio vasale come effetto dei meccanismi di controllo delle resistenze e della capacità dei vasi; autoregolazione dei vasi; regolazione metabolica; regolazione nervosa: vasocostrizione e vasodilatazione; attività vasomotoria bulbare.
- 6.9 Il circolo-Le 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;
 - la circolazione polmonare (emodinamica polmonare: circuito a bassa resistenza; distribuzione della gettata del ventricolo destro; reclutamento e distensione dei capillari; modello a tre zone di West; regolazione del circolo polmonare: ruolo dell'innervazione, risposta all'ipossia localizzata o generale; circolazione polmonare nel feto e variazioni funzionali e strutturali alla nascita).

7. Fisiologia della respirazione

Conoscenze propedeutiche specifiche: Anatomia funzionale del sistema respiratorio, caratteristiche fisico – chimiche del sangue (ematocrito, concentrazione di emoglobina, coefficiente di legame per l'ossigeno dell'emoglobina), struttura dell'emoglobina, concetti di base di fisica meccanica e di fisica dei fluidi, il circolo polmonare, concetto di pH, sostanze tampone, organizzazione anatomica del tronco dell'encefalo e del sistema nervoso autonomo.

- 7.1 Generalità: nozioni di fisica dei gas (Legge di Boyle, legge di Avogadro, legge di Henry, equazione di stato, legge di Dalton, correzione dei volumi dei gas (ATPS; STPD; BTPS), legge di Fick applicata ai gas), composizione dell'aria ambiente.
- 7.2 Ventilazione: volumi polmonari e metodi di determinazione, ventilazione polmonare totale, ventilazione alveolare, spazio morto anatomico, alveolare e fisiologico e loro determinazione (metodo di Fowler ed equazione di Bohr).
- 7.3 Meccanica polmonare: 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 surfactante ed equilibrio alveolare; determinanti della compliance polmonare; distribuzione distrettuale della ventilazione. Dinamica polmonare; resistenze al flusso respiratorio; volume polmonare di chiusura; analisi delle pressioni alveolare, transpolmonare ed intrapleurica nel ciclo respiratorio spontaneo; lavoro respiratorio.

- 7.4 Transfer alveolo – capillare: equazione di Fick applicata alla diffusione dei gas, capacità di diffusione del monossido di carbonio e dell'ossigeno; transfer alveolo – capillare limitato dalla diffusione e dalla perfusione; transfer alveolo – capillare dell'ossigeno in condizioni normali, durante esercizio, in ipossia e tempo di transito nel capillare polmonare.
- 7.5. Trasporto dell'ossigeno e dell'anidride carbonica: curva di dissociazione dell'ossiemoglobina, capacità di trasporto totale del sangue per l'ossigeno, fattori fisiologici allosterici che condizionano l'affinità per l'ossigeno; avvelenamento da CO. Trasporto dell'anidride carbonica nel sangue, curva di dissociazione del sangue per la CO₂ totale, effetto Haldane.
- 7.6 Scambi respiratori: equazione dell'aria alveolare (semplificata). Cascata dell'ossigeno: 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); cause di ipossiemia: ipoventilazione, shunt veno-arterioso anatomico e fisiologico, ipodiffusione alveolo-capillare, maldistribuzione del rapporto ventilazione-perfusione. Rapporto ventilazione – perfusione e sua curva di distribuzione. Differenze arterovenose nel contenuto di ossigeno e di anidride carbonica; consumo di ossigeno, produzione di anidride carbonica e quoziente respiratorio; determinazione della gettata cardiaca con il principio di Fick.
- 7.7 Controllo neurale e chimico della ventilazione: meccanismi e modalità del controllo. Controllo nervoso: centri respiratori, generazione del ritmo respiratorio. Controllo chimico: chemocettori centrali e periferici; risposte funzionali all'ipossia, all'ipercarbia e all'acidosi.
- 7.8 Risposte ventilatorie all'esercizio: iperventilazione, equivalente ventilatorio per l'ossigeno e l'anidride carbonica durante esercizio; riduzione delle resistenze vascolari e reclutamento di unità alveolo-capillari; ottimizzazione del rapporto ventilazione/perfusione; riduzione relativa della velocità del sangue nei capillari. Adattamenti specifici nel lavoro muscolare (la funzione respiratoria in corso di esercizio fisico, volumi respiratori, meccanica della respirazione, scambi gassosi e trasporto dei gas durante esercizio, ^[1]_[2]meccanismi di controllo nervoso e umorale del respiro durante esercizio).

8. Fisiologia renale

Conoscenze propedeutiche specifiche: anatomia funzionale del rene e delle vie urinarie, concetti di pressione osmotica, osmolarità e osmolalità, concetto definizione di pH, sostanze tampone.

- 8.1 Filtrazione renale: definizione, organizzazione funzionale del nefrone; vascolarizzazione, innervazione. Struttura e funzione del glomerulo; formazione dell'ultrafiltrato; pressione di filtrazione; velocità di filtrazione glomerulare: clearance dell'inulina, frazione di filtrazione.
- 8.2 Funzione tubulare nel tubulo prossimale e distale: secrezione e riassorbimento tubulari; clearance del PAI; riassorbimento di aa, glucosio, sodio, potassio e acqua; secrezione degli idrogenioni, riassorbimento del bicarbonato.
- 8.3 Riassorbimento obbligatorio e facoltativo dell'acqua: funzione ansa di Henle e meccanismo di moltiplicazione controcorrente, funzione dei vasa recta e dei dotti collettori; ruolo dell'urea, meccanismo di azione, funzione e regolazione della produzione dell'ormone antidiuretico.
- 8.4 Regolazione della funzione renale: autoregolazione del flusso e della velocità di filtrazione; funzioni dell'apparato iuxtaglomerulare; controllo nervoso simpatico.

9. Equilibrio idro-elettrolitico

Conoscenze propedeutiche specifiche

Concetti di pressione osmotica, osmolarità e osmolalità.

- 9.1 Compartimenti idrici; applicazione del metodo di diluizione per la determinazione del volume dei compartimenti idrici; ruolo delle pompe ioniche e della permeabilità di membrana nel controllo della composizione dei liquidi; principio di isotonicità e movimenti passivi di acqua; controllo del volume del liquido extracellulare e dell'escrezione del sodio

10. Regolazione dell'equilibrio acido-base

Conoscenze propedeutiche specifiche: Concetto e definizione di pH, sostanze tampone.

- 10.1 Equazione di Henderson-Hasselbalch, tamponi corporei e potere tampone, sistema bicarbonati-CO₂;
- 10.2 Diagramma di Davenport; valori normali, acidosi e alcalosi respiratorie e metaboliche.
- 11.3 Controllo integrato del pH da parte del rene e del sistema respiratorio; acidosi e alcalosi respiratorie e metaboliche.

11. Metabolismo e Termoregolazione

Conoscenze propedeutiche specifiche: conoscenza delle principali vie metaboliche per la resintesi di ATP; concetti di calore, energia, lavoro, potenza e relative unità di misura.

- 11.1 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, irraggiamento, conduzione); iii) trasporto di calore all'interno dell'organismo (convezione circolatoria e conduzione).
- 11.2 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, dimensioni corporee e termoregolazione.
- 11.3 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), metabolismo basale.
- 11.4 Misura del dispendio energetico in vivo: metodi diretti (calorimetro umano) ed indiretti (scambi gassosi; calcolo dell'equivalente energetico in vivo dell'ossigeno).
- 11.5 Assunzione di energia quotidiana, fame e sete.

12. Fisiologia del sistema endocrino

Conoscenze propedeutiche specifiche

Robusta conoscenza dell'organizzazione anatomo-funzionale del sistema endocrino, conoscenza delle vie metaboliche.

- 12.1 Principi generali di fisiologia endocrina, meccanismi di comunicazione intercellulare, sistema endocrino e sistema nervoso, principali sedi delle ghiandole endocrine: tipi di ormoni, sintesi e azione degli ormoni peptidici, sintesi e azione degli ormoni steroidei, meccanismi di regolazione degli ormoni.
- 12.2 Adeno ipofisi: unità funzionale ipotalamo – ipofisi, sistema portale, azioni metabolica e neuroendocrina dell'ipofisi, asse ipotalamo-ipofisario, regolazione della funzione adenoipofisaria, GH- ormone della crescita, GH e esercizio muscolare, azione del GH, Crescita e GH, prolattina, regolatori degli ormoni sessuali, ipofisi posteriore.
- 12.3 Surrene: secrezione nelle varie zone del surrene, sintesi degli ormoni surrenali, mineralcorticoidi-aldosterone, aldosterone e sistema renina-angiotensina, azione dell'aldosterone e effetti fisiologici dell'aldosterone, androgeni, glucocorticoidi - cortisolo, regolazione della sintesi del cortisolo, sintesi del cortisolo e stress, secrezione del cortisolo e ciclo luce-buio, azione permissiva del cortisolo, azione catabolica del cortisolo, cortisolo e gluconeogenesi epatica, midollare del surrene, midollare del surrene e SNA, effetto iperglicemizzante, azione delle catecolamine, integrazione della risposta allo stress.
- 12.4 Tiroide: tiroide e follicoli tiroidei, biosintesi, meccanismi cellulari, iodio tiroideo, trasporto di T₃ e T₄ nel plasma, controllo della sintesi e della secrezione, meccanismo di azione, azioni degli ormoni tiroidei, fisiopatologia (ipertiroidismo e ipotiroidismo).
- 12.5 Pancreas endocrino: anatomia fisiologica delle isole del Langerhans, molecole dell'insulina umana, controllo della secrezione del pancreas endocrino, sintesi e secrezione di insulina, recettori per l'insulina, effetto ipoglicemizzante, insulina: muscolo e effetto anabolizzante, insulina e metabolismo lipidico, effetto biologico dell'insulina, fisiopatologia: insufficienza insulinica, cheto-acidosi diabetica,

ipersecrezione insulinica, glucagone, rapporto insulina-glucagone, ormoni pancreatici e metabolismo dei glucidi, ormoni pancreatici e metabolismo intermedio, ormoni pancreatici ed esercizio fisico, somatostatina.

- 12.6 Metabolismo del calcio e del fosforo e vitamina D: distribuzione corporea e plasmatica del calcio e del fosforo, azioni fisiologiche del calcio e del fosforo, ricambio giornaliero del calcio, tessuto osseo e omeostasi del calcio e del fosforo, formazione e rimodellamento del tessuto osseo, massa ossea e età, metabolismo del calcio - il paratormone, sintesi e secrezione di PTH, metabolismo del calcio e PTH, PTH-tessuto osseo-rene-intestino, concentrazioni di Ca⁺⁺ e fosfato dopo infusione di PTH, la vitamina D₂, la vitamina D₃ e concentrazione di Ca⁺⁺, calcitonina, metabolismo calcio e fosforo, metabolismo osseo e sistema endocrino.

13. Fisiologia dell'esercizio muscolare.

Conoscenze propedeutiche specifiche: Robusta conoscenza delle principali vie metaboliche, respirazione mitocondriale, principali vie metaboliche per la resintesi di ATP, concetti di potenza e lavoro meccanici, fisiologia della respirazione e del circolo.

- 13.1 Energetica muscolare, definizioni di lavoro e potenza, basi energetiche della contrazione muscolare, potenza e capacità dei meccanismi di produzione dell'energia.
- 13.2 Il metabolismo aerobico, ^[SEP]massimo consumo di ossigeno, fattori limitanti il consumo di ossigeno, cinetica dell'adeguamento ^[SEP]del consumo di ossigeno, principi e metodi di misura del massimo consumo di ossigeno: ^[SEP]metodi diretti ed indiretti.
- 13.3 Risposte cardiovascolari e respiratorie all'esercizio dinamico e isometrico.

Attività esercitative

In aggiunta alle lezioni *ex cathedra*, si organizzeranno con cadenza bi-settimanale esercitazioni teorico-numeriche in aula con ausili informatici. Tali esercitazioni verteranno sui principali argomenti trattati durante le lezioni e coinvolgeranno gli studenti chiamati a rispondere a quesiti.

Modalità d'esame

L'esame consiste, in una prova scritta di 80 domande a risposta multipla da svolgere entro 150 min. Le modalità di esame sono identiche per studenti frequentanti e non frequentanti.

Lo studente deve totalizzare il punteggio minimo di 48/80 per il superamento della prova. Durante il corso saranno disponibili sulla pagina docente/insegnamento e comparirà sullo spazio e-Learning (Moodle) di Ateneo esempi di domande a risposta multipla sui vari argomenti trattati a lezione.

La corrispondenza tra voti e numero di risposte esatte è calcolata secondo la tabella di conversione dell'ECTS (A-F) come segue

- 30 e lode: > 70 risposte esatte (A)
- 30: 68 risposte esatte (B)
- 29: 66 risposte esatte (B)
- 28: 64 risposte esatte (C)
- 27: 62 risposte esatte (C)
- 26: 60 risposte esatte (D)
- 25: 58 risposte esatte (D)
- 24: 56 risposte esatte (D)
- 23: 54 risposte esatte (E)
- 22: 52 risposte esatte (E)
- 21: 51 risposte esatte (E)
- 20: 50 risposte esatte (E)
- 19: 49 risposte esatte (E)
- 18: 48 risposte esatte (E)
- Prova non superata (F): sotto le 48 risposte esatte.

L'esito dell'esame scritto è comunicato il giorno stesso on line, nella pagina avvisi del Dipartimento di Neuroscienze Biomedicina e Movimento: <http://www.dsnm.univr.it/?ent=avviso&dest=200>.

I candidati, dovranno comunicare entro un tempo massimo di 7 giorni eventuale rinuncia la voto. In assenza di comunicazione in merito la corrispondente valutazione in trentesimi sarà automaticamente verbalizzata.

Materiale didattico

Il materiale didattico trattato a lezione sarà a disposizione dello studente sulla pagina docente/insegnamento e comparirà sullo spazio e-Learning (Moodle) di Ateneo.

Testi consigliati

- Fisiologia dell'uomo, P.E. di Prampero e A. Veicsteinas, Edi-ermes Milano, 2002
- Vander-Fisiologia, Seconda Edizione sulla XIV edizione inglese, Zanichelli, Bologna, 2018

Eventuali testi di consultazione

- Fisiologia medica, Hall J. E., Guyton A. C., traduzione della XIII^{ed}, -Edra Editore, 2017
- Fisiologia Medica 1 e 2, a cura di F. Conti, Edi.Ermes, Milano, 2010
- La locomozione umana su terra, in acqua, in aria. Fatti e teorie, PE di Prampero, Edi.Ermes, Milano 2015