

Fisiologia Humana (20338)

Titulació/estudi: grau en Biologia Humana

Curs: 2n

Trimestre: 2n

Nombre de crèdits ECTS: 8 crèdits

Hores dedicació estudiant: 8 crèdits en total, que consten de 88 hores d'activitats presencials i 112 hores d'activitats no presencials. Les activitats presencials es reparteixen en 40 hores de classes magistrals, 16 hores de seminaris i 32 hores de pràctiques

Llengua o llengües de la docència: català / castellà

Professorat: El coordinador de l'assignatura és el Dr. Francisco J. Muñoz (Professor . Agregat, UPF). Els doctors Miguel A. Valverde (Catedràtic,UPF), José M. Fernández (Professor Agregat, UPF), Rubén Vicente (Professor Lector, UPF), Marià Sentí (Professor Titular, UPF), Jaume Puig (Professor Associat, UPF), Joaquim Gea (Catedràtic,UPF), Carole Jung (Professor Visitant, UPF), Alejandro Berna (Professor Visitant, UPF) i Marta Tajés (Professor Conferenciant) són responsables d'impartir-ne la docència, tant pel que fa als crèdits teòrics com als pràctics.

1. Presentació de l'assignatura

Aquesta assignatura se centra en l'estudi de la funció i la regulació dels diferents sistemes que permeten el funcionament de l'individu: sistema cardiovascular, sistema respiratori, teixit sanguini, sistema digestiu, metabolisme hidrosalí i funció renal, fisiologia hormonal i fisiologia de la reproducció.

2. Competències a assolir

1. Conèixer la morfologia, l'estructura i la funció del sistema circulatori.
2. Conèixer la morfologia, l'estructura i la funció de l'aparell respiratori.
3. Conèixer la morfologia, l'estructura i la funció de la sang.
4. Conèixer la morfologia, l'estructura i la funció de l'aparell digestiu.
5. Conèixer la morfologia, l'estructura i la funció de l'aparell excretor.
6. Conèixer la morfologia, l'estructura i la funció del sistema endocrí.
7. Conèixer la morfologia, l'estructura i la funció de l'aparell reproductor.

3. Continguts

3.1. Temari Teòric

Cada tema s'imparteix com a classe magistral d'una hora de duració.

I. Sistema cardiovascular (Dr. M. Sentí)

Tema 1. Propietats del múscul cardíac

Automatisme: origen del batec cardíac en els marcapassos. Conducció de l'impuls cardíac. Excitabilitat del cor. Interpretació de l'electrocardiograma (ECG). Extrasístoles.

Contractibilitat. Relació tensió-llargària al múscul cardíac. Control vegetatiu de la funció cardíaca.

Tema 2. El cor com a bomba

El cicle cardíac. Cavitats i vàlvules cardíques. Mesura de la pressió i volum de les cavitats cardíques i anàlisi dels seus canvis durant el cicle cardíac. Correlacions temporals amb l'ECG. Funció valvular: sorolls cardíacs. Canvis del cicle cardíac ocasionats pels canvis de freqüència cardíaca. Control de la freqüència cardíaca. Regulació intrínseca: llei de Frank-Starling, regulació per freqüència i potenciació postextrasistòlica. Regulació extrínseca nerviosa i hormonal.

Tema 3. Organització general de l'aparell circulatori

Circulació major i circulació menor. Característiques funcionals de cadascun dels trams de l'aparell circulatori. Pressió, volum i velocitat de la sang a cada tram.

Tema 4. Hemodinàmica

Concepte. Mesura i interrelacions entre pressió, flux i resistència. Factors de què depenen les resistències perifèriques: llei de Poiseuille. Flux en tubs elàstics. Concepte de pressió crítica de tancament. Capacitància arterial i venosa i la seva importància funcional.

Tema 5. Circulació en grans artèries

Funcions de les artèries. Artèries musculars i artèries elàstiques. Pressió arterial. Tècniques de mesurament i oscil·lacions durant el cicle cardíac. Anàlisi dels factors que modifiquen la pressió arterial mitjana i la pressió del pols. Mesura de la pressió arterial en l'ésser humà. Valors normals i variacions fisiològiques. Pols arterial.

Tema 6. Circulació capil·lar

Característiques generals i funció del flux capil·lar. Tipus de capil·lars. Intercanvi de substàncies al nivell dels capil·lars. Difusió de soluts. Moviments nets de fluid. Filtració capil·lar. Equilibri de Starling. Importància dels vasos limfàtics en la reabsorció capil·lar. Edema.

Tema 7. Circulació venosa

Característiques generals. Pressió venosa central i pressió venosa perifèrica: mesurament i factors de què depenen. Factors generals que faciliten la circulació venosa.

Tema 8. Circulació perifèrica i el seu control

Control de la perfusió tissular: factors locals i autoregulació del flux. Control de la pressió arterial com a determinant de la perfusió tissular: paper central del reflex baroreceptor. Altres reflexos cardiocirculatoris. Factors hormonals. Sistema renina-angiotensina. Paper del ronyó en el control de la pressió arterial a llarg termini.

Tema 9. Control del volum/minut cardíac i acoblament entre el cor i les venes

Mètodes de mesura, valors normals i variacions fisiològiques del volum/minut cardíac. Factors de què depèn el volum/minut cardíac. Factors cardíacs: corbes de funció cardíaca. Factors vasculars: corbes de funció vascular. Anàlisi de les modificacions del volum/minut cardíac que s'esdevenen en diverses circumstàncies.

Tema 10. Circulacions especials

Circulació coronària. Característiques generals. Mesurament del flux sanguini coronari. Valors normals i variacions fisiològiques. Canvis de pressió i flux dels vasos coronaris durant el cicle cardíac. Regulació del flux sanguini coronari. Circulació cerebral. Circulació mucocutània.

II. Sistema respiratori (Dr. J. Gea)

Tema 11. Funcions generals de l'aparell respiratori

Estructura funcional: vies aèries i unitats respiratòries. Mecànica dels moviments respiratoris. Músculs respiratoris. Mesurament del volum i de la capacitat pulmonar. Funcions de defensa i metabòliques de l'aparell respiratori.

Tema 12. Propietats mecàniques estàtiques del pulmó i de la caixa toràtica

Propietats elàstiques del pulmó: relacions pressió-volum en el pulmó aïllat. Tensió superficial als alvèols: surfactant pulmonar. Propietats elàstiques de la paret toràtica. Propietats elàstiques del sistema pulmó-paret toràtica. Espai pleural. Estudi de les corbes de compliança pulmonar, de la caixa toràtica i del sistema pulmó-caixa toràtica: posició de repòs del sistema.

Tema 13. Propietats mecàniques dinàmiques del pulmó i de la caixa toràtica

Resistències al flux d'aire: distribució al llarg de la via aèria. Efectes del volum pulmonar i to bronquial. Dinàmica del cicle ventilatori. Mesura de les resistències a la via aèria. Compensació dinàmica de la via aèria. Estudi de les corbes del flux respiratori i del volum pulmonar i les del flux respiratori i la pressió pleural. Treball respiratori.

Tema 14. Ventilació alveolar

Espai mort anatòmic. Mesura de la ventilació alveolar. Espai pleural. Efectes de la gravetat i diferències regionals en la ventilació. Composició del gas a les vies aèries i als alvèols. Factors que modifiquen la composició del gas alveolar.

Tema 15. Intercanvi gasós als pulmons

Difusió de gasos. Estructura de la membrana respiratòria. Limitants en el procés de difusió a la membrana alveolocapil·lar. Difusió de O₂ i de CO₂ a la membrana capil·lar pulmonar.

Tema 16. Relació ventilació-perfusió

Mesures de les alteracions del quocient ventilació-perfusió: càlcul del xunt fisiològic i de l'espai mort fisiològic. Diferències regionals del quocient ventilació-perfusió. Causes d'hipòxia tissular.

Tema 17. Transport d'oxigen i diòxid de carboni per la sang

Estructura i propietats de l'hemoglobina. Corba de dissociació de l'oxihemoglobina. Càrrega i descàrrega de O₂ de la sang. Factors que modifiquen l'afinitat entre l'hemoglobina i l'oxigen: factors normals i intoxicació per monòxid de carboni. Anèmia i hemoglobines anormals. Transport de CO₂ a la sang. Corba de dissociació del CO₂. Efectes de Bohr i de Haldane. Reaccions i canvis associats amb els moviments de CO₂ de la sang. Paper del CO₂ en l'equilibri àcid-base.

Tema 18. Control de la ventilació pulmonar

Control nerviós. Centres respiratoris. Generació del ritme respiratori. Reflexos respiratoris pulmonars i extrapulmonars. Quimioreceptors centrals i perifèrics. Respostes integrades davant de la hipòxia, la hipercàpnia i l'acidosi. Resposta respiratòria a l'exercici. Adaptació a ambients especials: aclimatació a l'altura.

III. Fisiologia de la sang (Dr. M. Sentí)

Tema 19. La sang

Composició. Proteïnes plasmàtiques. Propietats físico-químiques: viscositat, velocitat de sedimentació globular i volèmia. Eritropoesi. Regulació de l'eritropoesi. Factors de maduració de l'eritròcit. Fisiologia de l'eritròcit: estructura i funció. Hematòcrit i índexs eritrocitaris. Metabolisme de l'hematia. Mecanismes de degradació de l'eritròcit. Metabolisme del ferro.

Tema 20. Propietats antigèniques de l'eritròcit

Grups sanguinis: sistema ABO i sistema Rh. Proves de determinació de grup. Incompatibilitat sanguínia. Fisiologia de les plaquetes. Coagulació plasmàtica: factors de la coagulació; vies de la coagulació; regulació; proves clíniques. Fibrinòlisi.

IV. Sistema digestiu (Dr. F. J. Muñoz)

Tema 21. Motilitat digestiva I

Múscul llis del tracte digestiu i les seves característiques funcionals. Integració i control de l'activitat motora digestiva. Masticació. Deglució i el seu control nerviós. L'esòfag i control dels esfínters esofàgics. Alteracions clíniques.

Tema 22. Motilitat digestiva II

La motilitat gàstrica i intestinal. Innervació i efectes d'hormones. Els reflexos del tracte digestiu. El vòmit. La defecació. Alteracions clíniques.

Tema 23. Secreció digestiva I

La saliva: composició, funcions i la seva regulació. La secreció gàstrica: tipus, funcions i la seva regulació.

Tema 24. Secreció digestiva II

La secreció pancreàtica: composició, funcions i la seva regulació. La secreció biliar: composició i funcions. La secreció intestinal: composició, funcions i la seva regulació.

Tema 25. Absorció digestiva

Digestió i absorció d'hidrats de carboni, lípids, proteïnes, vitamines, aigua i electròlits.

V. Metabolisme hidrosalí i funció renal (Dr. R. Vicente)

Tema 26. Composició dels líquids corporals i generalitats de la funció renal

Balanç hídric. Distribució dels líquids corporals. Pressió hidrostàtica i col·loïdosmòtica. Composició LEC i LIC. Generalitats funcionals. Funció excretora: conceptes de filtració, reabsorció i secreció. Secreció activa i passiva. Topografia de la secreció. Concepte de depuració "clearance". Micció. Fisiologia de la bufeta. Control de la micció.

Tema 27. Funció glomerular

Filtració glomerular. Grandària i propietats de les partícules. Permeabilitat. Composició del filtrat. Autoregulació de la TFG. Sistema renina-angiotensina. Flux renal. Regulació nerviosa i hormonal.

Tema 28. Funció tubular I

Reabsorció i secreció. Reabsorció activa i passiva. Gradients elèctric, químic i osmòtic. Topografia de la reabsorció. Reabsorció de l'aigua. Sistema multiplicador contracorrent. Homeòstasi de l'aigua corporal: ADH i la set.

Tema 29. Funció tubular II

Reabsorció del sodi i pressió arterial. Eix renina-angiotensina-aldosterona. Pèptid natriurètic atrial. Diuresi. Homeòstasi del potassi corporal.

Tema 30. Regulació renal de l'equilibri àcid-base

Concepte. Sistemes reguladors. Secreció de H⁺, reabsorció i excreció de bicarbonat. Alteracions d'origen metabòlic.

VI. Fisiologia hormonal (Dr. J. Puig)

Tema 31. Introducció a la fisiologia endocrina

Definició d'hormona i receptor. Tipus d'hormones i receptors. Modalitats generals de síntesi, secreció, acció i regulació hormonal. Glàndules endocrines. Sistemes endocrí, paracrí i autocrí. Transport i degradació hormonal.

Tema 32. Hipòfisi i hipotàlem

Vies neurosecretores. Sistema portal. Eix hipotalamohipofisari. Factors hipofisaris. Hormones hipotalàmiques. Adenohipòfisi: TSH, ACTH, gonadotrofines, GH i prolactina. Neurohipòfisi: hormona antidiürètica i oxitocina.

Tema 33. Glàndula tiroide

Metabolisme del iode. Hormones tiroides. Síntesi, transport i accions. Regulació i exploració funcional de la tiroide.

Tema 34. Hormones relacionades amb el metabolisme ossi (calci i fòsfor)

Paper dels ions minerals. Breu repàs del metabolisme del calci i del fòsfor. Fisiologia metabòlica de l'os i homeòstasi mineral. Paratohormona: síntesi i secreció. Accions i regulació. Mètodes d'avaluació. Calcitonina: síntesi i secreció. Accions i regulació. Mètodes d'avaluació. Vitamina D: síntesi i aportació exògena; transport i metabolisme. Accions i regulació. Avaluació funcional del metabolisme mineral.

Tema 35. Pàncrees endocrí i altres hormones del tracte digestiu

Síntesi i secreció d'insulina. Accions. Regulació. Avaluació funcional. Glucagó, síntesi i secreció. Accions i mecanismes. Regulació. Avaluació. Homeòstasi de la glucosa. Incretines: GIP i GLP-1.

Tema 36. Hormones de la glàndula adrenal

Còrtex suprarenal. Glucocorticoides: síntesi i secreció; transport i metabolisme. Accions. Regulació. Exploració funcional. Mineralocorticoides: síntesi, secreció,

transport i metabolisme. Accions. Regulació. Avaluació funcional dels sistemes glucocorticoide i mineralocorticoide.

Tema 37. Hormones de la glàndula adrenal II

Medul·la suprarenal. Catecolamines: síntesi, accions i mecanismes. Avaluació de l'activitat simpàtico-adrenal. Regulació del pes corporal. Regulació de la ingesta i de l'homeòstasi de l'energia per part del sistema nerviós central. Regulació de les despeses energètiques. L'adipòcit com a cèl·lula endocrina. Leptina.

VII. Fisiologia de la reproducció (Dr. J. Puig)

Tema 38. Fisiologia de la reproducció II

Sistema reproductor masculí. Estructura. Espermatogènesi i elaboració seminal. Funció testicular. Hormones masculines (adrenals i gonadals). Síntesi, secreció, accions i regulació. Mètodes d'avaluació funcional. Erecció i ejaculació. Regulació hormonal i vascular. Orgasme masculí. Mètodes d'avaluació. Pubertat i andropausa.

Tema 39. Fisiologia de la reproducció I

Modalitats. Reproducció sexual. Aspectes del sistema reproductor femení. Hormones femenines (adrenals i gonadals). Síntesi, secreció i accions. Cicle ovàric. Migració de l'òvul. Cicle endometrial. Orgasme femení. Funcions mamàries. Regulació hormonal hipofisiària i hipotalàmica. Mètodes d'avaluació funcional. Pubertat i menopausa.

Tema 40. Fecundació i gestació

La placenta com a glàndula endocrina: betaHCG i lactogen placentari. Particularitats hormonals, metabòliques, respiratòries i cardiovasculars de la dona gestant. Fisiologia del part.

3.2. Pràctiques

Les pràctiques es fan en grups de 15 alumnes per pràctica. En funció del tipus de pràctica tenim diferent nombre de subgrups.

Pràctica 1. Electrocardiografia I (Dr. R. Vicente)

Interpretació de l'electrocardiograma. Relació de l'activitat elèctrica del cor amb els esdeveniments mecànics que es produeixen durant el cicle cardíac. Observació dels canvis en el ritme cardíac associats a canvis posturals. Anàlisi i interpretació dels resultats obtinguts (4 hores). Aquesta pràctica es fa amb 4 subgrups de 3-4 alumnes cadascun.

Pràctica 2. Electrocardiografia II (Dr. R. Vicente)

Registres simultanis de derivats precordials i pols arterial. Utilització del pletismògraf per avaluar canvis en la pressió arterial perifèrica. Anàlisi i interpretació dels resultats obtinguts (4 hores). Aquesta pràctica es fa amb 4 subgrups de 3-4 alumnes cadascun.

Pràctica 3. Excitació i acoblament cardíac (Dra. C. Jung)

Experimentació amb simuladors electrònics del funcionament de la contracció cardíac davant de diferents estímuls. Anàlisi i interpretació dels resultats obtinguts (2 hores). Aquesta pràctica es fa amb 4 subgrups de 3-4 alumnes cadascun.

Pràctica 4. Cicle respiratori i Fluxos pulmonars (Dra. C. Jung)

Registre de ventilació pulmonar utilitzant un pneumògraf i transductors del flux de l'aire ventilat. Anàlisi i interpretació dels resultats obtinguts. Determinació de la capacitat vital forçada, volum expiratori forçat i ventilació voluntària màxima. Anàlisi i interpretació dels resultats obtinguts (4 hores). Aquesta pràctica es fa amb 4 subgrups de 3-4 alumnes cadascun.

Pràctica 5. Grups sanguinis (Dr. M. Sentí)

Extracció de mostres de sang per al seu processament i la determinació dels grups sanguinis i el factor Rh. Anàlisi i interpretació dels resultats obtinguts (2 hores). Aquesta pràctica es fa amb 4 subgrups de 3-4 alumnes cadascun.

Pràctica 6. Resposta galvànica de la pell i el polígraf (Dra. M. Tajés)

S'estudiarà la resposta bioelèctrica de la pell, la qual canvia depenent dels nivells de sudoració (control simpàtic). El polígraf (detector de mentides) associa el registre de la resposta galvànica amb altres variables fisiològiques com ara freqüències respiratòries i cardíaca, el control de les quals depèn del sistema vegetatiu. Anàlisi i interpretació dels resultats obtinguts (4 hores). Aquesta pràctica es fa amb 4 subgrups de 3-4 alumnes cadascun.

Pràctica 7. Dany vascular (Dra. C. Jung)

Aquesta pràctica estudia una part del dany vascular que es produeix en els processos aterogènics. Consisteix en la inducció *in vitro* d'un dany per nitració en les proteïnes plasmàtiques (albúmina) amb un donador de peroxinitrit i posterior avaluació de la nitració de la proteïna mitjançant la mesura de l'absorció a 412 nm de les nitrotirosines. Anàlisi i interpretació dels resultats obtinguts (2+2 hores). Aquesta pràctica es fa amb 8 subgrups de 2 alumnes cadascun.

Pràctica 8. Funció renal (Dr. R. Vicente)

Simulació de la funció renal mitjançant models informàtics. Anàlisi i interpretació dels resultats obtinguts (4 hores). Aquesta pràctica es fa amb 4 subgrups de 3-4 alumnes cadascun.

Pràctica 9. Sistema endocrí (Dr. A. Berna)

Simulació de la regulació endocrina mitjançant models informàtics per les hormones tiroïdals, la insulina i els estrògens. Anàlisi i interpretació dels resultats obtinguts (4 hores). Aquesta pràctica es fa amb 4 subgrups de 3-4 alumnes cadascun.

3.3. Seminaris

Els seminaris es fan en grups de 30 alumnes i consisteixen en la discussió de casos reals en subgrups de 6-8 estudiants, amb l'objectiu de facilitar la revisió dels principals

conceptes fisiològics així com demostrar de manera pràctica com la patologia és essencialment el resultat de l'alteració de la fisiologia. Cada seminari dura dues hores.

Seminari 1. El cor com a bomba (Dr. M. A. Valverde)

Seminari 2. El sistema arterial (Dr. F.J. Muñoz)

Seminari 3. Alteracions de la ventilació (Dr. J. Gea)

Seminari 4. Intercanvi de gasos (Dr. J. Gea)

Seminari 5. Anèmia (Dr. F. J. Muñoz)

Seminari 6. Osmolalitat i regulació iònica del ronyó (Dr. R. Vicente)

Seminari 7. Hipersecreció d'hormona de creixement i d'hormona tiroidea (Dr. F. J. Muñoz)

Seminari 8. Hipersecreció de cortisol (Dr. F. J. Muñoz)

4. Avaluació

L'avaluació del rendiment acadèmic s'efectuarà de la forma següent (sobre un total de 10 punts):

- **Avaluació de seguiment de coneixements pràctiques:** avaluació del coneixement dels continguts de les classes pràctiques. S'avaluarà fins a 1,25 punt de la nota total.

- **Avaluació de seguiment de coneixements aplicats a la resolució de problemes:** consistirà en la resolució d'un problema de seminari prèviament realitzat amb apunts i llibres. S'avaluarà fins a 1,25 punt de la nota total.

- **Avaluació de seguiment de coneixements teòrics (formativa):** avaluació dels coneixements impartits a primer bloc temàtic (temes 1 a 10). Es realitza a meitat del trimestre. S'avaluarà com un plus en la nota sempre i quan la nota sigui igual o superior a 5. El plus serà de 0,25 (nota = 5) i 0,5 (nota = 10).

- Al final del procés docent es realitzarà **L'AVALUACIÓ FINAL DE TEORIA** (s'avaluarà fins a 7,5 punts de la nota total).

- Prova d'Elecció múltiple en què s'inclouran els continguts del temari teòric (temes 1 a 40), i s'avaluarà fins a 2,5 punts de la nota total.
- Prova escrita teòrica amb dues preguntes curtes per a cadascun dels blocs temàtics (temes 1 a 40). S'ha de contestar una pregunta curta per cada bloc temàtic escollida entre dues, en una cara d'un foli, com a màxim. S'avaluarà fins a 5 punts de la nota total.

Críteris de superació i qualificacions qualitatives

Per superar l'assignatura, l'estudiant ha de participar en les activitats programades y i ha d'obtenir una nota de 3.75 o superior en la avaluació final de teoria (PEM mes prova d'assaig) i ha d'obtenir una nota de 5 o superior al còmput global.

Críteris sobre el procés de recuperació

Els estudiants que després del procés d'avaluació no hagin superat l'assignatura, tindran l'opció de una prova de recuperació en el mes de Juliol de l'avaluació que es va fer al final del procés docent amb la contingència anunciada en l'apartat anterior (PEM mes prova d'assaig sobre totes els temes desenvolupats).

En cap cas es podrà recuperar l'activitat avaluada durant el procés docent. L'estudiant mantindrà la qualificació obtinguda durant el curs (avaluació de seguiment de coneixements pràctiques, problemes y formativa).

REQUERIMENTS

- És recomanable un bon nivell d'anglès per a la realització de l'assignatura.
- Es requereix un coneixement previ de l'assignatura Fisiologia General, impartida en el primer curs del grau.
- Els apunts corresponents a cada tema, així com els guions de pràctiques i els seminaris estan disponibles en l'Aula Global des de principis del curs acadèmic.
- L'assistència a les pràctiques és obligatòria i l'absència requereix d'una justificació oficial.
- Els alumnes de seminaris i pràctiques no poden canviar-se de grup sense que els canvis, consistents en la permuta per un altre alumne, siguin prèviament aprovats per la Secretaria de la Facultat.
- Els alumnes hauran de portar el guió de pràctiques o del seminari a cadascuna de les pràctiques i seminaris.
- Els alumnes hauran de portar bata de laboratori per a la realització de les pràctiques.
- Els repetidors de l'assignatura no hauran de repetir les pràctiques i seminaris però hauran de realitzar un nou examen pràctic i de seminaris..

5. Bibliografia

Bibliografia Recomanada

- Tratado de Fisiología Médica (*Medical Physiology*). A.C. Guyton & J. E. Hall. Ed. Elsevier.
- Fisiología (*Physiology*). M.N. Levy, B.A. Stanton & B.M. Koeppen. Eds. R.M. Berne & M.N. Levy.
- Fisiología humana: un enfoque integrado (*Human Physiology: An integrate approach*). D.U.Silverthorn. Ed. Médica Panamericana (*Dee Unglaub Silverthron Eds.*).

Bibliografia Complementaria

- Atlas de bolsillo de fisiología. S. Silbernagl y A. Despopoulos. Ed. Médica Panamericana.

- Bases fisiológicas de la práctica médica. C.H. Best. Ed. Médica Panamericana
- Estructura y función del cuerpo humano. B.E. Rodríguez. Ed. McGraw-Hill-Interamericana.
- Fisiología humana. S.I. Fox. Ed. McGraw-Hill/Interamericana.
- Fisiología médica. W.F. Ganong. Ed. McGraw-Hill/Interamericana.
- Fisiología y fisiopatología. A.C. Guyton & J. E. Hall. Ed. McGraw-Hill/Interamericana.
- Principios de anatomía y fisiología. G.J. Tortora & B. Derrickson. Ed. Médica Panamericana.
- Principios de fisiología animal. Moyes CD y Schulte PM. Ed. Pearson.
- Principles of Physiology. M.N. Levy, B.A. Stanton & B.M. Koeppen. Eds. R.M. Berne & M.N. Levy, St. Louis.
- Textbook of Medical Physiology. A.C. Guyton & J. E. Hall. Ed. Elsevier Saunders, Philadelphia.