



Universidad de Buenos Aires



Facultad de Medicina

Facultad de Medicina U.B.A
Tecnicatura Universitaria en Hemoterapia e Inmunohematología

FISIOLOGÍA GENERAL

Fundamentos:

La Tecnicatura Universitaria en Hemoterapia e Inmunohematología forma profesionales de la salud capacitados en el campo de la hemodonación, la calificación biológica, el control inmunohematológico de los hemocomponentes y la terapia transfusional. Es en este contexto que el estudio de la fisiología humana brindará al futuro profesional una base sólida para entender el funcionamiento de los distintos aparatos, sistemas y mecanismos homeostáticos que procuran y mantienen el equilibrio biológico del individuo. El dictado y la comprensión de la asignatura resultan indispensables para la integración de sus contenidos con otros adquiridos a posteriori en el transcurso de la carrera, como la fisiopatología de las enfermedades autoinmunes, hematológicas, hemolítica del recién nacido y de transmisión transfusional, entre otras. Todas entidades patológicas en las que el técnico universitario egresado deberá contribuir con el diagnóstico serológico y soporte transfusional específico. La materia proporciona también un sólido marco teórico para el manejo hemodinámico correcto durante la extracción de sangre al donante y en los procedimientos de transfusión o aféresis realizados al paciente durante su práctica profesional.

Objetivos generales:

Al terminar la cursada de Fisiología General el alumno deberá haber alcanzado los siguientes objetivos generales:

- Integrar los conocimientos aprendidos, reconociendo al ser humano como una unidad biológica para poder aplicarlos en los diferentes contextos clínicos y de laboratorio que se presentan en un Servicio de Medicina Transfusional.
- Utilizar terminología adecuada para lograr la eficiente comunicación interdisciplinaria.
- Analizar la estructura y el funcionamiento celular, reconociéndolos como base de la organización en tejidos y órganos.
- Describir apropiadamente las funciones de los distintos aparatos y sistemas.
- Explicar correctamente los mecanismos de acción fisiológicos, desarrollando niveles de alerta para diferenciar eventos patológicos que interesen a la medicina transfusional.
- Conocer e interpretar, en el marco oportuno, los valores normales de las variables fisiológicas utilizadas frecuentemente.
- Integrar los conceptos adquiridos sobre cada aparato y sistema para comprender las importantes relaciones entre ellos.
- Distinguir particularidades de la fisiología del feto, el neonato y el infante que sean pertinentes a la práctica profesional.

Objetivos específicos:

Unidad 1. La fisiología dentro de las ciencias biológicas - Procesos fisiológicos generales:

- Describir el concepto de ciencia orientado al estudio de la fisiología humana y el de método científico experimental; rescatando la importancia de aplicar el rigor científico y la objetividad en su futuro proceder como profesional de las ciencias de la salud.
- Conocer la función de los diferentes tejidos de forma que le permita comprender la de los distintos aparatos y sistemas del organismo; poniendo énfasis en los tejidos: endocrino, nervioso y muscular.
- Adquirir conceptos bioquímicos generales sobre la organización de la materia, compuestos y soluciones orgánicos e inorgánicos, que aplicará al estudio de la asignatura.
- Conocer la composición iónica de los líquidos orgánicos y las interacciones que mantienen la homeostasis del medio interno, la generación y transmisión de potenciales de membrana y los mecanismos de control.

Unidad 2. Fisiología cardiovascular.

- Poseer conceptos estructurales y funcionales del corazón como bomba muscular, de sus circuitos vasculares y de las propiedades cardíacas.
- Describir los mecanismos celulares de la contracción muscular, los potenciales de acción en diferentes células cardíacas y los cambios iónicos que importan para su funcionamiento normal.
- Explicar el origen y la propagación del latido cardíaco, el concepto de marcapaso y de electrofisiología cardíaca.
- Comprender el concepto de ciclo cardíaco, describir sus fenómenos mecánicos y variaciones de presiones y volúmenes en sus cámaras y grandes vasos.
- Conocer qué es precarga y poscarga; qué es el volumen minuto cardíaco, su relación con el volumen sistólico y la frecuencia cardíaca, factores que lo afectan, y mecanismos de regulación.

Unidad 3. Presión arterial y su regulación. Concepto y aplicaciones de hemodinamia. Los flujos regionales.

- Explicar qué es la presión arterial sistémica, variables que la afectan, regulación nerviosa y humoral; adquirir habilidad para medirla mediante el método auscultatorio y conocer sus valores normales. Definir presión de pulso y arterial media.
- Describir el concepto de pulso arterial, sus propiedades y ser capaz de medirlo mediante palpación de la arterial radial, distinguiendo, valores fisiológicos en reposo de bradicardia o taquicardia.
- Manejar eficientemente el concepto de presión venosa periférica, función de reservorio de las venas, aquellos factores que impiden o favorecen el retorno venoso y la distribución de la sangre en el aparato circulatorio en reposo.
- Conocer las leyes básicas que rigen el desplazamiento de los líquidos como la sangre. tener el concepto de flujo laminar y turbulento, viscosidad sanguínea y resistencia vascular; distinguiendo los cambios fisiológicos y fisiopatológicos que se producen en la dinámica de este fluido.
- Explicar cómo se regulan los flujos regionales, la particularidad de la microcirculación y el concepto de perfusión tisular.
- Mencionar soluciones de uso frecuente para reponer volumen y sus componentes. Poder definir edema y manejar generalidades de sus posibles causas
- Reconocer el síncope vasovagal como la reacción adversa más frecuente en el donante con posterioridad a la flebotomía, su mecanismo, variedad de causas,

signos y pródromos. Describir la maniobra de Trendelenburg 15°-30° utilizada en el donante hipotenso y su fundamentación teórica.

- Explicar el concepto de shock, sus tipos, signos y síntomas y también las respuestas orgánicas al mismo.
- Es importante que el alumno forme criterio para reconocer eventuales signos y síntomas asociados a compromiso hemodinámico -ya que durante su desempeño profesional futuro realizará con frecuencia procedimientos de extracción de sangre, aféresis o transfusión-, y deberá distinguir los alcances de su calificación para intervenir, de la instancia en la que deba solicitar la ayuda inmediata del médico especialista u otro profesional médico.

Unidad 4. Fisiología respiratoria

- Conocer la estructura funcional del aparato respiratorio, pudiendo diferenciar tanto espacio muerto anatómico y alveolar como ventilación pulmonar y alveolar, también poder mencionar volúmenes y capacidades pulmonares.
- Explicar el concepto de elasticidad, distensibilidad y describir la mecánica respiratoria.
- Reconocer la estructura y función de la membrana respiratoria, las características del alveolo y sus particularidades madurativas en el recién nacido.
- Describir la circulación pulmonar, la relación ventilación perfusión y detallar la hematosis.
- Entender sobre mecanismos voluntarios y automáticos de control de la respiración.

Unidad 5. Fisiología renal

- Conocer la estructura funcional del riñón, el glomérulo, su membrana basal, los distintos segmentos tubulares que intervienen y el mecanismo de formación de la orina.
- Explicar la importancia de la permeabilidad selectiva y los conceptos de filtración glomerular, reabsorción y secreción tubular, mencionando abundantes ejemplos.
- Tener el concepto de clearance aplicándolo a la valoración de la función renal, también de transporte máximo de una sustancia y manejo tubular de la glucosa.
- Describir el balance de los iones sodio y potasio y la regulación renal de ambos.
- Comprender la importancia de la función renal en el metabolismo del agua, conocer ingresos y egresos diarios, el mecanismo desencadenante de la sed, regulación tubular del agua y la acción de la hormona antidiurética.
- Explicar el concepto de acidosis y alcalosis y el papel del riñón en el mantenimiento de su equilibrio.
- Poder describir los conceptos de anuria, oliguria, hemoglobinuria, hematuria, hemosiderinuria e isquemia renal.

Unidad 6. Fisiología del aparato digestivo

- Conocer los aspectos generales de las funciones del tubo digestivo, su motilidad, secreción y control neuroendócrino.
- Describir la secreción salival, etapas y mecanismos de la deglución, la motilidad esofágica y función de sus esfínteres, la motilidad gástrica, sus fases, secreción y regulación.
- Detallar la estructura del duodeno, sus porciones, conductos que desembocan en él y la función reguladora de la función gástrica; también la estructura y función del páncreas exócrino y la composición de su secreción.
- Conocer las características funcionales del epitelio del intestino delgado y su intervención en la secreción y absorción del agua, iones, vitaminas y de múltiples nutrientes
- Describir la estructura y función del hígado y vesícula biliar, pigmentos biliares y circulación entero-hepática.

- Mencionar el metabolismo hepático de hidratos de carbono, proteínas y grasas, entendiendo las limitaciones metabólicas generales en el recién nacido que serán de gran utilidad para comprender luego eventos fisio-patológicos de la Enfermedad Hemolítica del Recién Nacido.
- Conocer estructura y función del intestino grueso.

Unidad 7. Endocrinología

- Describir la morfología de la hipófisis, su relación con el hipotálamo y funciones de las hormonas gonadotróficas y no gonadotróficas, también de aquellas liberadas por la neurohipófisis.
- Conocer sobre la glándula tiroides, la síntesis de hormonas, efectos fisiológicos y su regulación.
- Detallar la secreción hormonal de la médula y de la corteza suprarrenal, acciones de los glucocorticoides, en particular ampliar sobre su función inmunosupresora. Mecanismos de regulación de la secreción de hormonas suprarrenales.
- Explicar el metabolismo del calcio y el fósforo y su relación con la glándula paratiroides, la vitamina D y la calcitonina.
- Conocer estructura funcional del páncreas endocrino, sus secreciones y los mecanismos de regulación de la glucemia, adquiriendo el concepto de diabetes, su clasificación y características.
- Describir la estructura funcional del testículo, la producción de andrógenos y acciones de la testosterona, pudiendo enumerar las etapas de la espermatogénesis.
- Explicar la estructura y función del ovario, el ciclo ovárico, etapas de la ovogénesis, la ovulación y acciones de estrógenos y progesterona. Describir los cambios hormonales durante el ciclo ovárico y también durante el embarazo, el parto y la lactancia.
- Poseer nociones básicas acerca de patologías de cada glándula, detallar síndrome de Cushing.

Unidad 8. Neurofisiología

- Conocer la estructura general del sistema nervioso central, la médula espinal, el bulbo raquídeo, la protuberancia, el cerebelo, el mesencéfalo y el cerebro, también la del sistema nervioso periférico
- Describir la morfología y función de neuronas y células de la glía, pudiendo explicar qué es sinapsis, generación del potencial de membrana de reposo y potencial de acción.
- Detallar la importancia del sistema nervioso autónomo simpático y parasimpático, sus funciones y conocer sus neurotransmisores.
- Explicar cual es la organización del sistema motor, su corteza, vías y funciones, también la del sistema somatosensorial, corteza, vías y funciones; el rol que cumplen los ganglios de la base, los sistemas tronculares y el cerebelo; comprendiendo las funciones vitales que cumplen en el movimiento, conciencia, control y vida de relación del individuo.
- Entender la importancia y explicar el mecanismo del arco reflejo.
- Conocer los órganos de los sentidos para la visión, el gusto, el olfato y la audición, describiendo también el aparato vestibular

Contenidos:

Unidad 1. La fisiología dentro de las ciencias biológicas - Procesos bioquímicos y fisiológicos generales:

Concepto de ciencia, clasificación según su objeto de estudio. La fisiología dentro de las ciencias biológicas. El método científico experimental. Etapas del método científico:

la observación, el planteo del problema, la hipótesis, la experimentación, la formulación de una ley y la formulación de una teoría.

Concepto de histogénesis, filogenia y ontogenia. Concepto y descripción general de órganos, aparatos y sistemas. Funciones biológicas de los tejidos básicos: nutrición, metabolismo, excreción y respiración; el crecimiento y la reproducción; regulación de las funciones vegetativas; el sistema nervioso somático.

Conceptos bioquímicos generales de la organización de la materia: reacciones de síntesis y degradación; compuestos y soluciones inorgánicas: propiedades del agua, ácidos, bases y sales. Compuestos orgánicos: nociones de estructura y clasificación funcional de hidratos de carbono, lípidos y proteínas.

Medio interno, homeostasis, concepto de pH, composición iónica de los líquidos orgánicos. Potenciales de membrana en reposo. Potenciales de acción y su transmisión. Generalidades de la interacción hormona-receptor. Sistemas de retroalimentación. Tejido muscular, morfología, fenómenos eléctricos y flujos iónicos en la contracción. Fuentes de energía. Unidad motora, particularidades del músculo cardíaco.

Unidad 2. Fisiología cardiovascular.

Consideraciones anatómicas del corazón. Circuito vascular mayor y menor. Características funcionales del músculo cardíaco. Concepto de propiedades cardíacas: automatismo, contractilidad, conductividad y excitabilidad. Mecanismo de la contracción muscular y regulación del calcio intracelular. Sistema de conducción: origen y propagación del latido cardíaco. Concepto de marcapaso. El potencial de acción de las células musculares cardíacas, cambios iónicos, la importancia del ión potasio. Frecuencia de descarga de las células excitables. Concepto de electrofisiología cardíaca.

El ciclo cardíaco. Fenómenos mecánicos durante la sístole y la diástole. Presiones intracavitarias y vasculares. Volumen ventricular. Correlación de los fenómenos mecánicos con los eléctricos y acústicos. Los fenómenos mecánicos originados a nivel arterial y venoso por la contracción ventricular. Concepto y regulación del volumen minuto cardíaco. Concepto de precarga y poscarga. La regulación heterométrica y homeométrica del volumen minuto. Otros factores que afectan el volumen minuto: la poscarga y la contractilidad. Evaluación de la descarga sistólica. Fracción de eyección. Consideraciones clínicas.

Unidad 3. Hemodinamia. Presión arterial y su regulación. Los flujos regionales.

Concepto de presión arterial sistémica: presión sistólica, diastólica. Determinación de la presión arterial, métodos palpatorio y auscultatorio; valores normales en reposo. Presión diferencial. Propagación del pulso arterial: sitios de palpación, propiedades del pulso y valores normales, concepto de bradicardia y taquicardia. Concepto y cálculo de la presión arterial media. Variables que afectan la presión arterial. Regulación nerviosa: presorreceptores, respuesta del sistema nervioso autónomo. Regulación humoral: catecolaminas, sistema renina-angiotensina-aldosterona. Sustancias de acción local sobre el tono endotelial. Consideraciones clínicas básicas sobre la hipertensión arterial.

Concepto de presión venosa central y periférica. Factores que impiden o favorecen el retorno venoso: bomba muscular, bomba respiratoria. Función de reservorio de las venas. Distribución de la sangre en el aparato circulatorio en reposo.

Leyes que rigen el desplazamiento de los líquidos. Propiedades de los líquidos ideales y reales. Flujo laminar y turbulento. Concepto de viscosidad, factores que determinan la viscosidad sanguínea. Resistencia vascular, factores que la modifican. Regulación de los flujos regionales: microcirculación, flujo en el músculo esquelético y su variación en el ejercicio. Soluciones de reemplazo. Concepto de edema. Nociones de circulación fetal y cambios producidos al nacimiento.

Aplicaciones clínicas. Síncope vasovagal: Mecanismo, causas, signos, pródromos, maniobra de Trendelenburg 15°-30° en el donante hipotenso. Shock: mecanismos, causas, signos y síntomas, respuestas homeostáticas. Signos clínicos de sobrecarga circulatoria por incrementos bruscos de la volemia en pacientes con compromiso cardíaco o pulmonar.

Unidad 4. Fisiología respiratoria

Consideraciones anatómicas. Composición del aire atmosférico y alveolar. Concepto de respiración. Estructura de las vías aéreas de conducción. Membrana respiratoria. Tensión superficial y función de la sustancia surfactante. Concepto de espacio muerto anatómico y alveolar. Volúmenes y capacidades pulmonares. Concepto de ventilación pulmonar y alveolar.

Relación tóraco-pulmonar estática. Concepto de elasticidad y distensibilidad. Relación tóraco-pulmonar dinámica. Mecánica respiratoria. La musculatura respiratoria. Bomba diafrágica-intercostal. El modelo de bicámara.

Características de la circulación pulmonar. Relación ventilación-perfusión. Intercambio gaseoso en los pulmones. Transporte de O₂ y CO₂ en sangre. Concepto de oferta distal de O₂. Regulación de la respiración: control voluntario y automático, quimiorreceptores centrales y periféricos. Regulación nerviosa y humoral del tono bronquial. Consideraciones clínicas: Maduración pulmonar en el recién nacido.

Unidad 5. Fisiología renal

Anatomía funcional de riñón e irrigación. Estructura funcional del glomérulo. Membrana basal glomerular y permeabilidad selectiva. Estructura funcional del túbulo: segmentos tubulares y generalidades de sus funciones. Mecanismos de formación de la orina. Filtración glomerular: composición, presión de filtración, autorregulación y regulación nerviosa y humoral. Determinación del volumen filtrado: concepto de clearance renal, evaluación del flujo plasmático renal. Reabsorción y secreción tubular: principios, vías de reabsorción, mecanismos de transporte. Sustancias con transporte en ambos sentidos. Reabsorción y secreción en el tubo contorneado proximal. Reabsorción en el Asa de Henle. La nefrona distal. El mecanismo de contracorriente. Cation sodio: ingesta, balance y manejo renal. Cation potasio: ingesta, balance y manejo renal. Metabolismo del agua: Mecanismo de la sed. Hormona antidiurética. Aldosterona. Péptido atrial natriurético.

Equilibrio ácido base: Concepto de acidosis y alcalosis. Consideraciones clínico-transfusionales: alcalosis metabólica e hipocalcemia por infusión masiva de citrato de sodio como anticoagulante. Concepto de anuria, oliguria, hemoglobinuria, hemosiderinuria, hematuria e isquemia renal.

Unidad 6. Fisiología del aparato digestivo

Aspectos generales de las funciones del tubo digestivo. Concepto de motilidad, absorción, digestión y secreción. Control neuroendocrino: endocrino, neurocrino, exocrino. Secreción salival. Deglución: etapas, características y mecanismos de seguridad. Motilidad esofágica, esfínter esofágico superior e inferior. Estructura funcional del estómago: motilidad, glándulas y secreción gástrica, composición electrolítica del jugo gástrico, mecanismo de secreción de ácido ClH, barrera mucosa. Fases de la secreción gástrica, su regulación. Reflejo del vómito. Estructura funcional del intestino delgado. Unidad vellosidad-cripta, su función. Duodeno y papel regulatorio de la función gástrica, enterohormonas duodenales. Función del páncreas exócrino: composición de su secreción. Yeyuno-íleon: secreción, absorción de agua, hidratos de carbono, grasas, proteínas, vitaminas y minerales. Estructura, irrigación y función hepática. Vesícula biliar: secreción e importancia en la digestión. Pigmentos biliares. Metabolismo de hidratos de carbono, proteínas y grasas. Circulación enterohepática. Características del metabolismo hepático en el recién nacido. Función del intestino

grueso: absorción y secreción. Flora microbiana. Regulación hormonal de la función digestiva: Hormonas digestivas.

Unidad 7. Endocrinología

Hipófisis: desarrollo y morfología, conexión con el hipotálamo. Hormonas de la hipófisis anterior: gonadotróficas y no gonadotróficas. Hormonas liberadas por la neurohipófisis.

Tiroides: biosíntesis, metabolismo del yodo. Regulación de la secreción tiroidea. Efectos fisiológicos de las hormonas tiroideas.

Glándula suprarrenal: médula y corteza. Aldosterona. Glucocorticoides. Adrenalina. Regulación de la secreción de cortisol. Acciones de los glucocorticoides. Andrógenos suprarrenales.

Metabolismo del calcio y fósforo: hueso, vitamina D, glándula paratiroides, calcitonina.

Páncreas endocrino. Insulina: características, efectos fisiológicos, regulación de la secreción, receptores. Glucagon. Regulación de la glucemia. Concepto de Diabetes, clasificación y características.

Aparato reproductor masculino: Testículo. Espermatogénesis. Producción de andrógenos. Pubertad. Acciones de la testosterona. Aparato Reproductor Femenino: Ovario. Ciclo ovárico. Ovogénesis. Ovulación. Cuerpo lúteo. Hormonas ováricas: estrógenos, progesterona. Cambios hormonales durante el ciclo ovárico, ciclo endometrial, ciclo vaginal. Menopausia. Embarazo, parto y lactancia. Características generales y principales mecanismos fisiológicos.

Nociones básicas acerca de las patologías de cada glándula. Síndrome de Cushing. Acción inmunosupresora de los corticoides.

Unidad 8. Neurofisiología

Estructura general del sistema nervioso periférico: nervios craneales, nervios periféricos

Estructura general del sistema nervioso central: la médula espinal, el tronco del encéfalo (núcleos y conexiones principales), el cerebelo, el cerebro.

El líquido céfalo-raquídeo, composición y función. Características de las neuronas y células de la glía. Concepto de sinapsis y tipos. Generación del potencial de membrana de reposo. Mecanismos moleculares El potencial de acción: características, mecanismos de acción, transmisión del potencial de acción en fibras miélicas y amielínicas, potenciales post-sinápticos.

El sistema nervioso autónomo. Concepto. Sistema simpático y parasimpático. Neurotransmisión simpática y parasimpática. Organización jerárquica.

Concepto y organización del sistema motor. Corteza motora. Vías motoras, concepto de síndrome piramidal. Sistematización medular. Los ganglios de la base.

Estructura y funciones del cerebelo. Sistema vestibular.

Médula espinal y arco reflejo. Clasificación de los reflejos. Concepto de tono muscular.

El sistema somatosensorial: su organización, receptores y vías. El sistema lemniscal.

El sistema extralemniscal. La corteza somatosensorial.

Los órganos de los sentidos. La visión. La audición. El gusto y el olfato. Características de la corteza.

Carga Horaria:

- Horas cátedras teóricas: 60 hs.
- horas reloj prácticas profesionalizante: 20 hs.

Evaluación:

El proceso de enseñanza-aprendizaje tendrá una modalidad presencial: clases teóricas seguidas de una mesa de discusión ó de un trabajo práctico en los que se hará una aproximación transversal de los contenidos mediante la implementación de talleres con presentación de casos clínicos de resolución colectiva o en grupos y/o experiencias prácticas básicas laboratoriales /hospitalarias.

Los teóricos serán abordados en su mayoría a través de instancias mixtas que consistirán en presentaciones multimediales interactivas con exhibición de imágenes y en los casos pertinentes, también videos.

El alumno deberá estar presente y aprobar el 80% de las mesas de discusión y actividades prácticas realizadas para ser considerado alumno regular en la materia.

Evaluación:

a) Criterios de evaluación:

Se impartirán clases teóricas y se estimulará la participación activa en mesas de discusión posteriores a las mismas, poniendo énfasis en la utilización fluida por parte del alumno de la terminología adecuada propia de la asignatura.

Durante los exámenes parciales y el examen final se evaluarán los conceptos presentes en la bibliografía obligatoria, los marcos teórico-prácticos enseñados en el transcurso de la materia y especialmente la incorporación y manejo satisfactorios de los conceptos fisiológicos necesarios para la práctica en un Servicio de Medicina Transfusional.

b) Pautas de evaluación

Habrán 2 (dos) exámenes parciales que el alumno deberá aprobar para poder rendir el examen final como alumno regular. Si resultara desaprobado, -o no se hubiere presentado-, tendrá la oportunidad de volver a rendir en una sola de las fechas anunciadas para la recuperación.

Tanto en evaluaciones parciales como finales, el alumno aprobará el examen con una nota igual o mayor a 4 (cuatro), donde nota 4 equivale a un 60% de respuestas correctas del máximo posible considerado.

La modalidad de estos exámenes, tanto parciales como finales, será escrita de respuesta cerrada (selección múltiple).

Si el número de alumnos, -en una fecha determinada- fuera inferior a veinte (20) la modalidad de evaluación podrá ser estructurada escrita de respuesta libre u oral, según disponga la mesa examinadora.

Podrá considerarse adjudicar una nota de concepto en forma sistemática durante las mesas de discusión o trabajos prácticos basada en la valoración docente de habilidades comunicacionales del alumno, como así también su participación en grupos de trabajo, precisión en la ejecución de procedimientos y capacidad para aplicar, en situaciones concretas, los conocimientos teóricos adquiridos. De implementarse esta metodología, los alumnos serán informados de tal decisión durante la primera semana de iniciadas las clases.

Si se considerara pertinente la implementación de evaluaciones parciales adicionales, esto será debidamente anunciado por la Unidad Académica al alumnado en la primera semana de clases.

Bibliografía:

Bibliografía de lectura obligatoria:

- REYES TOSO, C. F. y LINARES, L. M. Fisiología Aplicada a las Ciencias de la Salud. 2ª Edición. Librería de la Ciencia; 2008.

Bibliografía de lectura optativa:

- GUYTON, C.G. & HALL, J.E. Tratado de Fisiología Médica. 11ª Edición. Elsevier; 2006.
- TORTORA, G.J. & DERRICKSON, B. Principios de Anatomía y Fisiología. 11ª Edición. Editorial Panamericana; 2006.
- HOUSSAY, A y CINGOLANI, H.E. Fisiología Humana. 7ª Edición. El Ateneo; 2010. Sección IV Capítulos 20 a 31.