



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE MEDICINA
Departamento de Formación Básica Disciplinaria
Academia de Bioquímica Médica I
Temario del Curso de Bioquímica Médica I



Unidad 1. Composición Química del Organismo Humano

- 1.1 Concepto de elementos químicos. Partículas elementales, propiedades y distribución.
- 1.1.1 Estructura Atómica. Propiedades físicas y químicas de los elementos determinadas por su estructura atómica. Concepto de isótopo y ejemplos de aplicación médica (C^{14} , Co^{60} , Tc^{99} , I^{131}).
- 1.1.2 Estructura de las moléculas. Orbitales híbridos. Orbitales moleculares. Enlaces químicos.
- 1.2 Elementos biogénéticos. Concepto y posibles criterios de clasificación. Definición y principales características. Selección por abundancia relativa, solubilidad en agua, reactividad química y propiedades termodinámicas. Clasificación de elementos biogénéticos. Criterio químico: primarios, secundarios y microconstituyentes. Criterio fisiológico: plásticos y oligoelementos.
- 1.2.1 Propiedades y funciones de los elementos biogénéticos primarios. **Carbono**. Configuración electrónica del átomo de carbono. Hibridación de los orbitales *s* y *p* del carbono. Enlaces entre átomos de carbono y entre carbono y otros átomos. Principales tipos de compuestos orgánicos: hidrocarburos alifáticos (alcanos, alquenos y alquinos), hidrocarburos cíclicos: (alicíclicos, aromáticos y heterocíclicos). **Hidrógeno**. Producción de energía por oxidación de compuestos hidrogenados, cadena respiratoria, pH. **Oxígeno**. Grupos funcionales: con oxígeno, alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres, éteres. **Nitrógeno**. Grupos funcionales con nitrógeno, amidas, aminas, nitro, nitroso, nitrilo, ciano. Propiedades básicas de los compuestos nitrogenados, proteínas, ácidos nucleicos. **Fósforo**. Importancia del fosfato en la estructura de ácidos nucleicos y en la activación de moléculas, ATP y regulación metabólica. **Azufre**. Grupos funcionales con azufre, tioles, tioésteres, tioéteres, sulfuro, y sulfóxido. Importancia del azufre en la transferencia de radicales químicos. Función de los aminoácidos azufrados en las proteínas.
- 1.2.2 Propiedades y funciones de los elementos biogénéticos secundarios. **Calcio**. Importancia estructural del calcio. Funciones reguladoras, calmodulina. **Sodio, potasio y cloro**, participación en los equilibrios eléctrico, hídrico, ácido-base y osmótico. Potencial de membrana. **Magnesio**, Importancia estructural del magnesio y como complemento enzimático. Magnesio y clorofila.
- 1.2.3 Propiedades y funciones de los elementos biogénéticos microconstituyentes: hierro, cobre, yodo, zinc, cobalto, manganeso, molibdeno, flúor.

Unidad 2. Agua, Soluciones, Ácidos, Bases, pH y Soluciones Reguladoras

- 2.1 Introducción. Importancia del agua en el organismo y en la biosfera. Contenido y distribución corporal del agua por compartimentos. Variación según edad, sexo y constitución.
- 2.2 Estructura del agua. La molécula de agua. Hibridación y configuración electrónica del oxígeno. Ángulo y distancias de enlace en la molécula de agua. Electronegatividad del hidrógeno y oxígeno. Polaridad de los enlaces hidrógeno - oxígeno. Magnitud y dirección del momento bipolar de la molécula de agua.
- 2.2.1 Estructura del hielo. Microcelosía de los cristales de hielo. Importancia de los enlaces por puente de hidrógeno. Distancia y vida media de los enlaces de hidrógeno. Cambios durante la fusión.
- 2.2.2 Estructura del agua líquida. Modelos de la estructura del agua líquida. Distancia entre moléculas y vida media de los puentes de hidrógeno.
- 2.3 Propiedades fisicoquímicas del agua. Definición e importancia biológica. Relación entre la estructura del agua y sus propiedades fisicoquímicas y fisiológicas.
- 2.3.1 Estado físico y propiedades térmicas. Definición, valor e importancia de: temperatura de fusión, temperatura de ebullición, calor específico, calor latente de fusión, calor latente de vaporización, conductividad térmica y presión de vapor.
- 2.3.2 Propiedades mecánicas. Definición, valor e importancia de: tensión superficial, densidad y viscosidad.
- 2.3.3 Propiedades eléctricas. Definición, valor e importancia de: momento de dipolo, constante dieléctrica, conductividad eléctrica, constante de disociación y movilidad iónica.
- 2.3.4 El agua como disolvente. Formas de interacción entre el agua y distintos tipos de solutos. Formación de las capas de hidratación para **iones**. Hidratación por puentes de hidrógeno de las **moléculas polares**. Formación de clatratos alrededor de las **moléculas no polares**. Organización de **moléculas anfipáticas** en micelas y bicapas.
- 2.4 Soluciones. Diferentes formas de expresar la concentración: Molaridad, Normalidad, Osmolaridad y porcentajes. Propiedades de las soluciones verdaderas: constitutivas, aditivas y coligativas.
- 2.5 Electrolitos. Concepto, clasificación y funciones orgánicas. Electrolitos fuertes y débiles.
- 2.6 Ácidos y bases. Conceptos de ácido y base. Ácidos y bases fuertes y débiles. Concepto de pH y pOH. Acidez real y de titulación.
- 2.7 Soluciones reguladoras. Sistemas amortiguadores.

Mecanismo de acción. Ecuación de Henderson - Hasselbalch. Sistemas reguladores de interés biológico. Bicarbonato/Ác. Carbónico. Fosfatos. Proteínas.

Unidad 3. Estructura y Función de Proteínas

- 3.1 Generalidades. Definición, funciones y características de las proteínas.
- 3.2 Criterios de clasificación. **Funcional:** proteínas catalíticas, de transporte, estructurales, de protección, hormonales, de movimiento y receptoras. **Químico:** proteínas simples y conjugadas. Concepto de grupo prostético. **Estructural:** proteínas fibrosas y globulares. **Solubilidad:** albúminas, globulinas, protaminas, histonas y escleroproteínas.
- 3.3 Aminoácidos. Unidades estructurales de las proteínas. Definición general de aminoácido.
 - 3.3.1 Criterios de clasificación: aminoácidos proteínicos y no proteínicos. Clasificación de los aminoácidos proteínicos: codificables y no codificables; esenciales y no esenciales.
 - 3.3.2 Aminoácidos proteínicos. Estructura general de los L-alfa-aminoácidos. Estructuras, nombres y símbolos de tres y una letra de los aminoácidos proteínicos codificables. Clasificación estructural. Aminoácidos con cadenas alifáticas, aromáticas, heterocíclicas, hidroxiladas, azufradas, básicas y ácidas. Clasificación por su comportamiento a pH fisiológico. Cadenas no polares, polares sin carga, aniónicas y catiónicas.
 - 3.3.3 Estructura y función de aminoácidos no proteínicos de importancia. Ornitina, citrulina, tiroxina y sus derivados, beta-alanina, ácido gamma-aminobutírico, dihidroxifenilalanina, taurina y carnitina.
 - 3.3.4 Propiedades físicas de aminoácidos. Actividad óptica, comportamiento ácido-base, forma de "zwitterion", estado físico de los alfa-aminoácidos, solubilidad y punto isoeléctrico.
 - 3.3.5 Propiedades químicas de los aminoácidos. **Radicales alfa-carboxilo.** Descarboxilación y aminos biogénicas. Formación del enlace peptídico. **Radicales alfa-amino.** Formación de bases de Schiff. Reacción de la ninhidrina. Reacción de Sanger. Reacción de Edman. **Cadenas laterales.** Reacciones de Fenilalanina y Tirosina. Reacciones de Triptófano. Reacciones de Arginina. Reacciones de Cisteína.
- 3.4 Oligopéptidos. Definición. Representación abreviada de oligopéptidos y nomenclatura sistemática.
 - 3.4.1 Estructura y función biológica de oligopéptidos de interés. Oxitocina, vasopresina, angiotensina II, glutatión, aspartame, encefalinas, valinomicina y gramicidina.
- 3.5 Niveles estructurales de proteínas. Niveles de organización de la estructura de proteínas. Secuencia lineal, forma tridimensional y asociación.
 - 3.5.1 Características del enlace peptídico. Formas de resonancia del enlace peptídico. Ángulos y distancias de enlace entre los átomos que forman el enlace

- peptídico. Consecuencias de la rigidez y forma plana del enlace peptídico en la conformación de las proteínas.
- 3.5.2 Estructura primaria. Secuencia de aminoácidos. Estabilización de la estructura primaria por enlaces peptídicos. Relación entre la estructura primaria de una proteína y la información genética de la célula.
- 3.5.3 Estructura secundaria. Plegamiento de las cadenas peptídicas. Importancia de los enlaces por puente de hidrogeno en la estructura secundaria de las proteínas. Propiedades de los distintos tipos de estructura secundaria. Alfa-hélice, cadenas beta, triple hélice del colágeno y estructura al azar. Factores que alteran y estabilizan la estructura secundaria. Composición de aminoácidos. Aminoácidos que favorecen la formación de alfa-hélice, cadena beta y triple hélice del colágeno.
- 3.5.4 Estructura terciaria. Plegamiento de la estructura secundaria. Tipos de estructuras terciarias de las proteínas. Proteínas fibrosas, alfa queratina, fibrina, colágeno y fibrina. Proteínas globulares, albúminas y enzimas. Factores que alteran y estabilizan la estructura terciaria. Enlaces que pueden formar entre las cadenas laterales de los aminoácidos: interacciones hidrófobas, puentes disulfuro, interacciones iónicas, interacciones de dipolo y puentes de hidrógeno.
- 3.5.5 Estructura cuaternaria. Asociación de cadenas. Proteínas monoméricas y oligoméricas. Tipos de estructura cuaternaria: dímeros, glucosa fosfato isomerasa, tetrámeros, inmunoglobulinas, LDH y hemoglobina. Factores que alteran y estabilizan la estructura cuaternaria. Importancia de los enlaces no covalentes.
- 3.6 Desnaturalización de las proteínas. Efecto de temperatura, ácidos, bases, solventes y metales pesados sobre los niveles estructurales de proteínas. Efecto de la desnaturalización de la estructura de las proteínas sobre la actividad biológica.

Unidad 4. Termodinámica, Catálisis y Enzimas

- 4.1 Termodinámica química. Definición y objetivos de termodinámica y bioenergética.
 - 4.1.1 Conceptos básicos. Definición termodinámica de sistema, alrededores y universo. Clasificación de los sistemas termodinámicos en función de la permeabilidad de sus límites: Sistemas abiertos, cerrados y aislados. Los seres vivos como sistemas termodinámicos abiertos. Estado termodinámico de un sistema. Estado de equilibrio y no-equilibrio. Estado estándar fisicoquímico y biológico. Propiedades de estado y cambios de estado termodinámico o procesos termodinámicos.
 - 4.1.2 Formas de transferencia de energía. Características de trabajo y calor. Calor y trabajo como formas de transferencia de energía.
 - 4.1.3 Primera ley de la termodinámica. Conservación de la energía. Definición de energía interna y entalpía.

- 4.1.3.1 Termoquímica. Cambios de entalpía de reacción y ley de Hess.
- 4.1.4 Segunda ley de la termodinámica. Concepto de proceso espontáneo y no espontáneo. Criterios termodinámicos de espontaneidad. Definición termodinámica, probabilística e informática de entropía. Cambio de entropía y dirección de los procesos termodinámicos.
- 4.1.5 Energía libre. Concepto de energía libre de Gibbs. Cambio de energía libre de Gibbs y espontaneidad de los procesos. Cambio de energía libre de Gibbs y constante de equilibrio. Cambio de energía libre de Gibbs y concentración.
- 4.1.6 Reacciones acopladas. Procesos no espontáneos que se pueden llevar a cabo acoplados a procesos espontáneos.
- 4.1.7 Tercera ley de la termodinámica. Estado de referencia de mínima Entropía.
- 4.2 Cinética química. Definición y objetivos de la cinética química.
- 4.2.1 Conceptos básicos. Definición de reacción química, velocidad y mecanismo de reacción.
- 4.2.2 Efecto de la concentración de reactivos sobre la velocidad de reacción. Ley de acción de masas, velocidad directa e inversa, constante de velocidad específica y equilibrio químico. Vida media de una reacción química. Orden y molecularidad de una reacción.
- 4.2.2.1 Características de las reacciones de orden 0,1 y 2. Determinación gráfica del orden y la constante de velocidad específica de una reacción química.
- 4.2.3 Efecto de la temperatura sobre la velocidad de reacción. Ecuación de Arrhenius y energía de activación. Estado activado. Estados meta-estables. Cálculo gráfico de la energía de activación de una reacción.
- 4.2.4 Efecto de los catalizadores sobre la velocidad de reacción. Definición y propiedades generales de los catalizadores. Características de las reacciones que no son modificadas por los catalizadores, equilibrio y propiedades termodinámicas. Clasificación de los catalizadores según su origen en inorgánicos y biológicos o enzimas.
- 4.3 Características de las enzimas. Composición química de catalizadores y enzimas. Apoenzima, cofactor, holoenzima, isoenzima, enzimas oligoméricas y complejos multienzimáticos. Especificidad. Niveles de especificidad de las enzimas, de reacción, de grupo de sustratos y absoluta. Poder catalítico. Comparación entre el poder catalítico de las enzimas y los catalizadores inorgánicos. Funciones generales de las enzimas. Catálisis, dirección y control de las vías metabólicas.
- 4.3.1 Clasificación y nomenclatura enzimática. Nomenclatura tradicional: en función al tipo de sustrato, lipasas, proteasas, etc. Según la reacción general, deshidrogenasas, descarboxilasas, acilasas, etc.
- 4.3.1.1 Clasificación digital. Clases principales de reacción enzimática: 1. oxidorreductasas, 2. transferasas, 3. hidrolasas, 4. liasas, 5. isomerasas y 6. ligasas. Estructuración de los nombres de las enzimas. Nombres recomendados.
- 4.3.2 Cinética enzimática. Mecanismo de reacción. Formación del complejo enzima sustrato. Definición de sitio activo catalítico. Propiedades del sitio activo: reconocimiento estructural, fijación y modificación del sustrato.
- 4.3.2.1 Efecto del pH y la temperatura sobre la actividad de las enzimas. Cambios en la estructura y actividad de las enzimas provocados por la temperatura y el pH. Temperatura y pH óptimos.
- 4.3.2.2 Efecto de la concentración de sustrato sobre la actividad de la enzima. Postulados de la teoría de Michaelis-Menten de la actividad enzimática. Ecuación de Michaelis-Menten. Definición e importancia de la constante de Michaelis y la velocidad máxima mediante la ecuación de Lineweaver-Burk. Determinación gráfica de las constantes.
- 4.3.2.3 Efecto de la concentración de enzima. Aumento de velocidad por aumento de la concentración de enzima.
- 4.3.2.4 Efecto de los inhibidores enzimáticos. Inhibidores irreversibles. Características y ejemplos. Inhibidores reversibles. Clasificación, propiedades, y ejemplos de los inhibidores competitivos, no competitivos e incompetitivos o incompetitivos. Análisis gráfico de la inhibición enzimática, determinación del tipo de inhibición.
- 4.3.3 Regulación de la actividad enzimática. Niveles de regulación enzimática, control de la síntesis, modificación covalente y de la conformación.
- 4.3.3.1 Regulación a nivel de síntesis. Inducción y represión enzimática. Enzimas constitutivas e inducibles.
- 4.3.3.2 Regulación por modificación covalente de la estructura. Activación de zimógenos o proenzimas. Modificación de la actividad por fosforilación y desfosforilación.
- 4.3.3.3 Regulación por modificación de la conformación. Enzimas alostéricas, concepto e importancia. Propiedades generales, estructura cuaternaria, cinética sigmoidal, sitio activo catalítico y regulador. Moduladores alostéricos positivos y negativos. Modelos del comportamiento alostérico de las proteínas, concertado y secuencial.
- 4.4 Coenzimas. Concepto de cofactor, grupo prostético, coenzima y cosustrato. Relación entre vitaminas y coenzimas. Vitaminas precursoras de coenzimas: niacina, riboflavina, pantotenato, biotina, tiamina, piridoxamina, ácido fólico, cobalamina.
- 4.4.1 Estructura y nomenclatura de las coenzimas que transfieren electrones. Ejemplos de reacciones en las que participan nucleótidos de nicotinamida (NAD^+ y NADP^+), nucleótidos de flavina (FMN y FAD), glutatión y coenzima Q (CoQ).
- 4.4.2 Estructura y nomenclatura de las coenzimas que transfieren radicales químicos. Ejemplos de reac-

ciones en las que participan biotina, pirofosfato de tiamina (TPP), fosfato de piridoxal (PLP), ácido lipóico, coenzima A (CoASH), ácido fólico (THF), coenzima B₁₂ y nucleótidos (UTP, CTP y ATP).

Unidad 5. Estructura, Función y Metabolismo de Glúcidos

- | | |
|---|--|
| <p>5.1 Introducción. Definición de glúcido y sinónimos más empleados. Funciones de los glúcidos.</p> <p>5.1.1 Nomenclatura y clasificación en función del tamaño. Monosacáridos. Oligosacáridos. Polisacáridos.</p> <p>5.2 Estructura y clasificación de monosacáridos. Clasificación según la función química. Aldosas y cetosas. Clasificación según el número de átomos de carbono. Triosas, tetrasas, pentosas, hexosas, etc.</p> <p>5.2.1 Propiedades físicas y químicas. Estado físico, solubilidad, sabor, poder reductor, actividad óptica e isomería. Carbonos quirales y compuestos quirales.</p> <p>5.2.2 Familia "D" de los monosacáridos. Estructura lineal. Fórmulas de Fischer. Isomería estructural, estereoisómeros, isomería óptica: enantiómeros, diastereómeros y epímeros. Estructura cíclica. Fórmulas de Tollens, Haworth y conformacional. Formas piranósicas y furanósicas. Anómeros.</p> <p>5.2.3 Algunos monosacáridos de interés. Triosas: gliceraldehído y dihidroxiacetona. Tetrasas: eritrosa. Pentosas: ribosa, ribulosa y xilulosa. Hexosas: glucosa, manosa, galactosa y fructosa.</p> <p>5.2.4 Derivados de monosacáridos. Derivados simples: aminoazúcares, ácidos aldónicos, aldéricos y aldurónicos, polialcoholes, desoxiazúcares, ésteres fosfóricos y sulfúricos. Derivados mixtos: N-acetil derivados, ácido murámico, ácido neuramínico y ácido siálico. Glicósidos, nucleósidos, nucleótidos y glicósidos cardíacos.</p> <p>5.3 Estructura y clasificación de oligosacáridos. Clasificación y nomenclatura según el número de monosacáridos que los forman, disacáridos y trisacáridos, etc. Propiedades físicas y químicas. Estado físico, solubilidad, sabor, actividad óptica y poder reductor.</p> <p>5.3.1 Oligosacáridos de interés. Sacarosa, lactosa, maltosa, isomaltosa, celobiosa, trealosa, rafinosa y antígenos ABO.</p> <p>5.4 Estructura y clasificación de polisacáridos. Clasificación según su composición, homopolisacáridos y heteropolisacáridos. Clasificación según su origen, animal y vegetal. Clasificación según su función, estructurales y de reserva. Propiedades físicas y químicas. Estado físico, solubilidad, sabor y poder reductor.</p> <p>5.4.1 Polisacáridos de reserva. Almidón y glucógeno.</p> <p>5.4.2 Polisacáridos estructurales. Celulosa, quitina, glicosaminoglicanos y heparina.</p> <p>5.5 Metabolismo del Glucógeno. Localización intracelular e importancia.</p> <p>5.5.1 Biosíntesis de glucógeno. Importancia de la glucogenina. Descripción de las reacciones. Estructura y</p> | <p>nombre de los intermediarios. Tipos de reacciones y nombre de las enzimas y coenzimas necesarias. Reacciones que consumen ATP. Balance de materiales y energía a partir de glucosa.</p> <p>5.5.2 Degradación de glucógeno. Descripción y características de las reacciones. Estructura y nombre de los intermediarios. Tipos de reacciones y nombre de las enzimas y coenzimas necesarias. Balance de materiales y energía hasta glucosa y piruvato.</p> <p>5.5.3 Regulación del Metabolismo del glucógeno. Efectos hormonales. Regulación de glucocinasa, glucógeno fosforilasa y glucógeno sintasa.</p> <p>5.6 Glucólisis. Localización intracelular e importancia.</p> <p>5.6.1 Descripción y características de las reacciones. Estructura y nombre de los intermediarios. Tipos de reacciones y nombre de las enzimas y coenzimas necesarias. Reacciones de consumo de ATP, oxidoreducción, fosforilación a nivel de sustrato, hidrólisis e irreversibles. Balance de materiales y energía a partir de glucosa y a partir de glucógeno.</p> <p>5.6.2 Regulación. Principales enzimas regulables y coordinación con el metabolismo celular. Regulación de hexocinasa, fosfofructocinasa y piruvatocinasa.</p> <p>5.6.3 Derivación del 2,3-bisfosfoglicerato. Importancia en el eritrocito. Modificación de la unión hemoglobina - oxígeno por 2,3-bisfosfoglicerato.</p> <p>5.6.4 Vías terminales de la glucólisis. Localización intracelular e importancia de la fermentación láctica y la biosíntesis de acetyl-CoA.</p> <p>5.6.4.1 Fermentación láctica. Estructura y nombre de los intermediarios. Tipos de reacción y nombre de las enzimas y coenzimas necesarias. Reacciones de oxidoreducción. Balance de materiales y energía a partir de piruvato. Regulación de lactato deshidrogenasa.</p> <p>5.6.4.2 Biosíntesis de acetyl-CoA. Estructura y nombre de los intermediarios. Tipos de reacción y nombre de las enzimas y coenzimas necesarias. Reacciones de oxidoreducción y descarboxilación. Balance de materiales y energía a partir de piruvato. Regulación de piruvato deshidrogenasa.</p> <p>5.6.4.3 Metabolismo del etanol. Estructura y nombre de los intermediarios. Tipos de reacción y nombre de las enzimas y coenzimas necesarias. Balance de materiales y energía.</p> <p>5.7 Gluconeogénesis. Localización intracelular e importancia. Fuentes de materias primas para la biosíntesis de glucosa. Participación de la lanzadera del malato-oxalacetato en la gluconeogénesis.</p> <p>5.7.1 Descripción y características de las reacciones. Estructuras y nombres de los intermediarios. Tipos de reacciones y nombres de las enzimas y coenzimas necesarias. Reacciones de consumo de ATP y/o GTP, oxidoreducción, hidrólisis e irreversibles. Balance de materiales y energía de la gluconeogénesis a partir de piruvato, oxalacetato y lactato.</p> <p>5.7.2 Regulación. Principales enzimas regulables y coordinación con el metabolismo celular. Regulación de piruvato carboxilasa, fructosa 1,6-bisfosfato fosfata-</p> |
|---|--|

- sa y glucosa-6-fosfatasa. Coordinación de la actividad de hexocinasa y glucosa-6-fosfatasa y su participación en la regulación de la glucemia.
- 5.7.3 La biosíntesis de oxalacetato como una vía anaplerótica del Ciclo de Krebs.
- 5.8 Vía oxidativa directa o vía de las pentosas. Localización intracelular e importancia biológica. Funciones. Producción de NADPH, síntesis de ribosa e interconversión de monosacáridos.
- 5.8.1 Descripción y características de las reacciones. Estructuras y nombres de los intermediarios. Tipos de reacciones y nombre de las enzimas y coenzimas necesarias. Reacciones de oxidación-reducción, descarboxilación, isomerización y transferencia. Características de la transcetolasa y transaldolasa. Balance de materiales y energía de la vía de las pentosas a partir de glucosa y glucosa-6-fosfato hasta fructosa-6-fosfato.
- 5.8.2 Regulación. Principales enzimas regulables y coordinación con el metabolismo celular. Regulación de la glucosa-6-fosfato deshidrogenasa. Relación entre vía de las pentosas y glucólisis.
- 5.9 Otras vías del metabolismo de glúcidos. Localización intracelular e importancia del metabolismo de fructosa, manosa, galactosa y ac. glucurónico.
- 5.9.1 Estructuras y nombres de los intermediarios. Tipos de reacciones y nombres de las enzimas y coenzimas necesarias. Reacciones de oxidación-reducción, consumo de ATP, transferencias, descarboxilaciones e isomerizaciones. Balance de materiales y energía.
- Unidad 6. Bioenergética y Ciclo del Ácido Cítrico**
- 6.1 Ciclo energético celular. Etapas del metabolismo, anabolismo y catabolismo. Reacciones en equilibrio, reacciones generadoras de flujo y rutas metabólicas.
- 6.1.1 Obtención de la energía. Reacciones de oxidación-reducción. Potencial de oxidación-reducción. Reacciones de oxidación-reducción en las células. Importancia del O₂ en la respiración celular. Derivados tóxicos del metabolismo de O₂, superóxido y peróxido.
- 6.1.2 Transferencia de energía. Compuestos de alta energía de hidrólisis. Estructura y características del ATP, repulsión electrostática, ionización y resonancia.
- 6.1.3 Empleo de la energía. Tipos de trabajo celular: Trabajo químico, mecánico y osmótico.
- 6.2 Biosíntesis de ATP. Definición y características de la fosforilación a nivel de sustrato y oxidativa.
- 6.2.1 Fosforilación a nivel de sustrato. Localización intracelular e importancia. Biosíntesis de ATP a nivel de sustrato en glucólisis y ciclo de Krebs.
- 6.2.2 Fosforilación oxidativa. Localización intracelular e importancia. Relación entre la fosforilación oxidativa y la cadena respiratoria.
- 6.3 Cadena respiratoria. Localización intracelular e importancia.
- 6.3.1 Composición química. Estructura de coenzimas y citocromos.
- 6.3.2 Organización. Estructura de los complejos multienzimáticos: I. NADH:CoQ reductasa, II. Succinato:CoQ reductasa, III. CoQH:Citocromo C reductasa y IV. Citocromo C oxidasa.
- 6.3.3 Funcionamiento. Potenciales de oxidación-reducción de los componentes de la cadena respiratoria. Bombeo de H⁺
- 6.3.4 Regulación. Papel del ADP, O₂ y coenzimas reducidas.
- 6.4 Acoplamiento de la cadena respiratoria y la fosforilación oxidativa. Generación del gradiente quimiosmótico de protones por la cadena respiratoria y mecanismo de síntesis de ATP.
- 6.5 Compuestos que alteran la conversión de energía. Inhibidores de la cadena respiratoria. Desacoplantes de la fosforilación oxidativa y ionoforos. Inhibidores de ATPasa, e inhibidores de la translocación de nucleótidos.
- 6.6 Ciclo del ácido cítrico. Localización intracelular e importancia del ciclo del ácido cítrico.
- 6.6.1 Descripción y características de las reacciones. Estructura y nombres de los intermediarios del ciclo. Tipos de reacciones y nombres de las enzimas y coenzimas del ciclo. Reacciones de oxidación-reducción, reacciones de descarboxilación, reacciones de fosforilación a nivel de sustrato. Estereoespecificidad de aconitasa, isocitrato deshidrogenasa, succinato deshidrogenasa, fumarasa y L-malato deshidrogenasa. Balance de materiales y energía a partir de la acetil-CoA.
- 6.6.2 Regulación. Principales enzimas regulables: Regulación de citrato sintasa, isocitrato deshidrogenasa y alfa-cetoglutarato deshidrogenasa. Actividad del ciclo y coordinación con el metabolismo celular.
- 6.6.3 Función integradora del ciclo. **Funciones catabólicas.** Metabolismo de glúcidos, lípidos y aminoácidos. **Funciones anabólicas.** Biosíntesis de glucosa, aminoácidos, ácidos grasos y grupo hemo (reacciones anapleróticas).
- Unidad 7. Estructura, Función y Metabolismo de Lípidos**
- 7.1 Introducción. Definición y funciones de los lípidos, componentes estructurales de las membranas, fuente y almacén de energía, vitaminas liposolubles y hormonas esteroides.
- 7.2 Clasificación. Lípidos saponificables y no saponificables. Clasificación de los lípidos saponificables en simples y complejos.
- 7.3 Ácidos grasos. Definición de ácido graso. Clasificación: **tamaño**, ácidos de cadena corta, mediana y larga; **estructura**, ácidos saturados e insaturados; **requerimiento**, ácidos esenciales y no esenciales.
- 7.3.1 Nomenclatura. Nombres sistemáticos y nombres comunes. Representación abreviada de ácidos grasos.
- 7.3.2 Estructura y propiedades físicas y químicas de los

- ácidos grasos naturales. **Saturados:** palmítico, esteárico, araquídico y lignocérico. **Insaturados:** palmítoleico, oleico, linoleico, linoléico araquidónico y nervónico. Relación entre la solubilidad, el punto de fusión y la estructura de los ácidos grasos.
- 7.3.3 Estructura, nomenclatura y funciones de eicosanoides. Prostaglandinas, prostaciclina, tromboxanos, y leucotrienos.
- 7.4 Lípidos simples. Acilglicérol. Estructura, nomenclatura de los mono, di, y triacilglicérol. Relación entre la estructura y las propiedades físicas de los triacilglicérol. Funciones de los triacilglicérol.
- 7.5 Lípidos complejos. Propiedades de los lípidos complejos y estructura de las membranas biológicas.
- 7.5.1 Estructura y propiedades de fosfoacilglicérol. Ácidos fosfatídicos, fosfatidilcolinas, fosfatidiletanolaminas, fosfatidilserinas, fosfatidilinositoles, fosfatidilglicérol y cardiolipinas.
- 7.5.2 Estructura y propiedades de esfingósidos. Ceramidas, esfingomielinas, cerebrósidos y gangliósidos.
- 7.6 Lípidos no saponificables.
- 7.6.1 Estructura de isoprenoides. Terpenos y terpenoides, vitamina A, alfa-tocoferol, vitamina K y coenzima Q. Carotenos: beta-caroteno, luteína.
- 7.6.2 Estructura de esteroides. Colesterol, ácidos cólicos y biliares. Ejemplos de hormonas esteroides: progesterona, cortisol, testosterona, estradiol, etc.
- 7.6.3 Estructura de los tetrapirroles. Grupo hemo, corrinoides de la vitamina B₁₂, bilirrubina y biliverdina.
- 7.7 Lipoproteínas. Clasificación según su densidad, Quilomicrones, VLDL, LDL y HDL. Composición, porcentaje de lípidos y proteínas, tipos de apoproteínas. Propiedades fisicoquímicas, densidad, movilidad electroforética y tamaño.
- 7.8 Movilización y transporte de ácidos grasos.
- 7.8.1 Biosíntesis de triacilglicérol. Descripción y características de las reacciones. Estructura y nombre de los intermediarios. Tipos de reacciones y nombre de las enzimas y coenzimas necesarias. Reacciones de consumo de ATP y transferencia de acilos. Características de la lipoprotein lipasa.
- 7.8.2 Lipólisis de triacilglicérol. Actividad de lipasas. Descripción y características de la reacción. Tipos de reacciones y nombre de las enzimas y coenzimas necesarias. Estructuras y nombres de los intermediarios. Transporte de ácidos grasos libres en la sangre y destino del glicerol.
- 7.8.3 Regulación. Efectos hormonales sobre biosíntesis y degradación de triacilglicérol.
- 7.9 Beta oxidación de ácidos grasos saturados e insaturados. Localización celular e importancia.
- 7.9.1 Descripción y características de las reacciones. Estructura y nombre de los intermediarios. Tipos de reacciones y nombre de las enzimas y coenzimas necesarias. Reacciones de consumo de ATP, oxidoreducción, tiólisis y transferencia. Importancia de la carnitina en la beta-oxidación de ácidos grasos. Estereoespecificidad de acil-CoA deshidrogenasa, enoil CoA hidratasa, beta-hidroxiacil-CoA deshidrogenasa, enoil-CoA isomerasa y 2,4-dienoil-CoA reductasa. Balance de materiales y energía de la beta oxidación de los ácidos saturados e insaturados de 16, 18 y 20 átomos de carbono.
- 7.9.2 Regulación. Principales enzimas regulables y coordinación con el metabolismo celular. Regulación de la Carnitina Acil Transferasa.
- 7.9.3 Oxidación de ácidos con número impar de átomos de carbono y ramificados. Localización intracelular de las enzimas e importancia de las vías.
- 7.9.3.1 Descripción y características de las reacciones. Estructuras y nombres de los intermediarios. Nombres de las enzimas y coenzimas necesarias y tipo de reacción que catalizan. Reacciones de consumo de ATP, oxidoreducción, tiólisis, isomerización y transferencia. Estereoespecificidad de metilmalonil-CoA mutasa.
- 7.9.4 Beta oxidación peroxisomal de ácidos grasos de cadenas largas. Mecanismo e importancia.
- 7.10 Síntesis de ácidos grasos. Localización intracelular y fuente de materias primas. Salida de acetyl-CoA de mitocondria y obtención de NADPH.
- 7.10.1 Descripción y características de las reacciones. Estructura y nombre de los intermediarios. Tipos de reacción y nombre de las enzimas y coenzimas necesarias. Reacciones de consumo de ATP, oxidoreducción, condensación y transferencia. Estereoespecificidad de beta-cetoacil-ACP reductasa, beta-hidroxiacil-ACP deshidratasa y enoil-ACP reductasa. Balance de materiales y energía de la biosíntesis de ácido palmítico a partir de acetyl-CoA.
- 7.10.2 Regulación. Principales enzimas regulables y coordinación con el metabolismo celular. Regulación de la acetyl-CoA carboxilasa. Relación entre la biosíntesis de ácidos grasos, el ciclo del ácido cítrico y el metabolismo de la glucosa.
- 7.10.3 Insaturación y elongación de los ácidos grasos. Localización intracelular de los sistemas de elongación y de la ácido graso insaturasa.
- 7.10.3.1 Descripción y características de las reacciones. Importancia biológica de la vía.
- 7.11 Comparación entre beta-oxidación y biosíntesis. Diferencias más notables entre la biosíntesis y beta-oxidación de ácidos grasos en cuanto a organización y especificidad de las enzimas, localización intracelular, mecanismo y estereoespecificidad.
- 7.12 Cetogénesis. Definición de cuerpos cetónicos. Localización intracelular e importancia de la vía.
- 7.12.1 Descripción y características de las reacciones. Estructura y nombre de los intermediarios. Tipos de reacción y nombre de las enzimas y coenzimas necesarias. Reacciones de condensación, oxidoreducción y lisis. Estereoespecificidad de beta-hidroxi-beta-metilglutaril-CoA liasa y beta-hidroxiacetil-CoA deshidrogenasa. Activación extrahepática de los cuerpos cetónicos. Papel de la succinil-CoA. Balance de materiales y energía de la

- síntesis de acetoacetato y beta-hidroxibutirato desde acetil-CoA.
- 7.12.2 Regulación. Principales enzimas regulables y coordinación con el metabolismo celular. Regulación hormonal de la cetogénesis. Papel de la insulina. Relación entre cetogénesis, beta-oxidación de ácidos grasos y ciclo del ácido cítrico.
- 7.13 Metabolismo del colesterol. Localización intracelular e importancia.
- 7.13.1 Descripción general y características de las vías de biosíntesis y degradación de colesterol. Estructura y nombre de los intermediados principales.
- 7.13.2 Regulación. Regulación de la beta-hidroxibeta-metilglutaril-CoA reductasa.
- Unidad 8. Estructura y Función de Ácidos Nucleicos y Genética Molecular**
- 8.1 Generalidades. Clasificación. Ácidos ribonucleico (RNA) y desoxirribonucleico (DNA). Localización intracelular y distintos tipos de ácidos nucleicos. Funciones de los distintos tipos de ácidos nucleicos. Cantidad de DNA en células somáticas y sexuales.
- 8.2 Estructura de los componentes de los ácidos nucleicos.
- 8.2.1 Bases nitrogenadas. Purinas: adenina, guanina, hipoxantina, xantina y metilxantinas. Pirimidinas: citosina, uracilo y timina, metilcitosina, hidoximetilcitosina y dihidouracilo. Propiedades de las bases púricas y pirimidínicas: conformación, solubilidad, absorción de luz, carácter ácido-base y tautomería.
- 8.2.2 Azúcares. Ribosa y 2-desoxirribosa. Propiedades: conformación y solubilidad.
- 8.2.3 Ácido fosfórico. Conformación y constantes de disociación.
- 8.2.4 Nucleósidos y nucleótidos. Estructura, nomenclatura y propiedades de los nucleósidos de ribosa y 2-desoxirribosa. Solubilidad y conformación. Estructura, nomenclatura y propiedades de los nucleótidos de ribosa y 2-desoxirribosa. Carácter ácido y solubilidad. Tipos de representación.
- 8.2.4.1 Funciones de los nucleótidos libres. Coenzimas NAD^+ , NADP^+ , FAD, FMN, CoA. Reguladores. AMP cíclico (AMP_c) y GMP cíclico (GMP_c). Análogos de nucleótidos utilizados como antineoplásicos y antivirales.
- 8.3 Oligo y polinucleótidos. Enlace fosfodiéster. Propiedades y libertad conformacional. Representación abreviada. El sentido de la cadena: extremos 5'-terminal y 3'-terminal.
- 8.4 Estructura de los ácidos nucleicos.
- 8.4.1 DNA. Estructura primaria. Secuencia de nucleótidos y código genético. Estabilidad en medio alcalino. Estructura secundaria. Modelo de Watson y Crick, DNA-B. Antecedentes, difracción de rayos X y proporciones de Chargaff. Características de la estructura del DNA-B. Apareamientos $\text{A}=\text{T}$ y $\text{G}=\text{C}$, cadenas apareadas, helicoidales, antiparalelas y complementarias. Dimensiones de la doble hélice de DNA-B. Estabilización de la doble hélice por enlaces de hidrógeno, interacciones hidrófobas e iones magnesio. Otras estructuras secundarias del DNA. Formas A y Z, características e importancia. Estructura terciaria. DNA circular y super enrollamiento. Nucleosomas, solenoides y cromatina. Papel de las histonas.
- 8.4.2 RNA. Estructura de filamento sencillo. Segmentos de doble hélice. **RNA de transferencia**. Estructura primaria, bases y nucleótidos modificados, ribotimidina, pseudouridina y dihidouridina. Secuencia -CCA 3'-terminal y unión del aminoácido. Estructura secundaria en "hoja de trébol", asas de la pseudouridina, variable, de la dihidouridina y del anticodón. Estructura terciaria en "L". Doble hélice de RNA. **RNA mensajero**. Casquete, secuencia de destino, cola de Poli-A. **RNA ribosomal**. Partículas que forman parte del ribosoma.
- 8.5 Genética molecular. Naturaleza del mensaje genético. Secuencia de nucleótidos. Conceptos de gen, genotipo, fenotipo, operón y mutación. Dogma central de la biología molecular. Replicación, transcripción y traducción. Retrotranscripción. Replicación de RNA.
- 8.5.1 Biosíntesis de DNA en procariotes y eucariotes. Mecanismo de la replicación semiconservativa. Dirección de lectura y dirección de biosíntesis. Iniciación, apertura de la doble hélice, y biosíntesis del RNA iniciador. Crecimiento de los filamentos continuo y discontinuo, fragmentos de Okazaki. Terminación. Características y funciones de las enzimas de la biosíntesis: helicasa, primasa, DNA polimerasas y DNA ligasa.
- 8.5.2 Reparación del material genético. Importancia de la DNA polimerasa III. Mutaciones como consecuencia de alteraciones de la replicación o la reparación.
- 8.5.3 Biosíntesis de RNA. Mecanismo de la transcripción. Iniciación, elongación y terminación. Sitios de iniciación y terminación. Filamentos molde y codificante del DNA. RNA heterogéneo nuclear. Características y funciones de las enzimas: RNA polimerasas alfa, beta, gamma, I, II y III. Procesamiento del RNA mensajero: eliminación de intrones y empalme de exones mediante ribozimas. Procesamiento de los RNA ribosomal y de transferencia.
- 8.5.3.1 Transcripción inversa. Transcriptasa inversa y biosíntesis de DNA dirigida por RNA. Incorporación al genoma celular.
- 8.5.3.2 Antibióticos que alteran la transcripción.
- 8.5.4 Biosíntesis de proteínas. Código genético. Conceptos de codón y anticodón. Características: universalidad, continuidad, degeneración y sentido unívoco. Codones de iniciación, estructurales y de terminación. Características de los ribosomas de importancia para la traducción.
- 8.5.4.1 Mecanismo de la traducción. Dirección de lectura del RNA mensajero y de biosíntesis de la cadena polipeptídica. Activación de aminoácidos. Inicia-

ción y ensamblaje del ribosoma. Elongación, unión del RNA de transferencia cargado, formación del enlace peptídico y translocación. Terminación de la cadena. Balance de materiales y energía para la biosíntesis de proteínas. Modificaciones postraduccionales. Plegamiento, hidrólisis, glicosilación, adición de grupos prostéticos, modificación de aminoácidos y formación de enlaces disulfuro.

8.5.4.2 Antibióticos que alteran la traducción.

8.5.5 Regulación de la expresión genética. Modelo del operón. Componentes: gen regulador, gen operador,

gen promotor y genes estructurales. Operón reprimido y operón des-reprimido. El operón de lactosa y el de triptofano. Modelos de inducción y represión. Los procesos de diferenciación y des-diferenciación celular. Importancia en el desarrollo embrionario y transformación celular.

8.5.6 Conceptos de ingeniería genética. Enzimas de restricción, técnicas de hibridación y recombinación. Importancia y aplicación potencial. Importancia de la reacción en cadena de la polimerasa en la medicina moderna.

BIBLIOGRAFIA

TEXTO

McKee & McKee,
"Bioquímica" 4ª edición 2009
McGraw-Hill

Voet, Voet & Pratt.
"Fundamentos de Bioquímica". 2ª edición. 2007
Médica Panamericana.

Antonio Blanco
"Química Biológica". 8ª edición. 2006.
El Ateneo.

Murray, Granner, Mayes & Rodwell
"Harper Bioquímica Ilustrada". 17ª edición. 2007.
El Manual Moderno.

Mathews, van Holde & Ahern
"Bioquímica". 3ª edición. 2004.
Addison Wesley

CONSULTA

Baynes & Dominiczak
"Bioquímica Médica". 1ª edición. 2005
Elsevier Mosby

Pacheco Leal, Daniel
"Bioquímica Médica"
Noriega. Limusa

Diaz Zagoya y Hicks
Bioquímica
Limusa

Stryer, Lubert
"Bioquímica"
Reverte

Segura Cardona, Ramón
"Nociones de Fisicoquímica para Estudiantes de Ciencias de la Salud"
Salvat

Holum, John R.
"Fundamentos de Química General, Orgánica y Bioquímica para las Ciencias de la Salud"
Colección Textos Politécnicos.
Noriega. Limusa.

Plumer, David T.
"Introducción a la Bioquímica Práctica"
McGraw-Hill

Rendina, George
"Técnicas de Bioquímica Aplicada"
Interamericana