

Índice

Capítulo 1 Introducción a las células

UNIDAD Y DIVERSIDAD DE LAS CÉLULAS

- Las células varían muchísimo en su aspecto y su función
- Las células vivas tienen propiedades básicas similares
- En apariencia, todas las células actuales han evolucionado a partir del mismo antepasado
- Los genes proporcionan las instrucciones que determinan la forma, la función y el comportamiento complejo de la célula

LAS CÉLULAS BAJO EL MICROSCOPIO

- La invención del microscopio óptico condujo al descubrimiento de las células
- Células, orgánulos e incluso moléculas pueden visualizarse con el microscopio

LA CÉLULA PROCARIONTE

- Las procariontes son las células más diversas
- El mundo de los procariontes se divide en dos dominios: eubacterias y arqueas

LA CÉLULA EUCARIONTE

- El núcleo es el depósito de información de la célula
- Las mitocondrias generan energía utilizable del alimento para proporcionársela a la célula
- Los cloroplastos capturan la energía de la luz solar
- Las membranas internas crean compartimientos intracelulares con diferentes funciones
- El citosol es un gel acuoso concentrado de moléculas grandes y pequeñas
- El citoesqueleto es responsable de dirigir los movimientos celulares
- El citoplasma dista de ser estático
- Las células eucariontes pueden haberse originado como predadores

ORGANISMOS MODELOS

- Los biólogos moleculares se concentraron en *E. coli*
- La levadura de cerveza es una célula eucarionte simple
- Arabidopsis* fue elegida entre 300.000 especies como modelo vegetal
- El mundo animal está representado por una mosca, un gusano, un ratón y por la especie humana

1	La comparación de la secuencia del genoma revela la herencia común de la vida	33
2	Conceptos esenciales	35
2	Preguntas	36
3		
5	Capítulo 2 Componentes químicos de las células	39
5	ENLACES QUÍMICOS	40
6	Los tipos de átomos que forman las células son relativamente pocos	40
6	Los electrones más externos determinan cómo interactúan los átomos	41
7	Los enlaces iónicos se forman por ganancia o pérdida de electrones	44
11	Los enlaces covalentes se forman cuando dos átomos comparten electrones	45
14	Los enlaces covalentes pueden tener distinta fuerza	46
15	Existen distintos tipos de enlaces covalentes	47
15	Las atracciones electrostáticas ayudan a unir las moléculas de las células	47
16	El agua se mantiene unida por enlaces de hidrógeno	48
16	Algunas moléculas polares forman ácidos y bases en agua	49
17		
18	LAS MOLÉCULAS DE LAS CÉLULAS	50
19	La célula está formada por compuestos de carbono	50
19	Las células contienen cuatro familias principales de pequeñas moléculas orgánicas	51
21	Los azúcares son fuentes de energía para las células y las subunidades de los polisacáridos	52
22	Los ácidos grasos son componentes de las membranas celulares	54
23	Los aminoácidos son las subunidades de las proteínas	55
23	Los nucleótidos son las subunidades del DNA y del RNA	56
23		
26	LAS MACROMOLÉCULAS DE LAS CÉLULAS	58
27	Las macromoléculas contienen una secuencia específica de subunidades	59
28	Los enlaces no covalentes especifican la forma precisa de una macromolécula	59
28	Los enlaces no covalentes permiten que una macromolécula se una a otras moléculas seleccionadas	63
29	Preguntas	79

Capítulo 3 Energía, catálisis y biosíntesis

UTILIZACIÓN DE ENERGÍA POR LAS CÉLULAS

- El orden biológico es posible por la liberación de energía calórica de las células
- Los organismos fotosintéticos utilizan luz solar y sintetizan moléculas orgánicas
- Las células obtienen energía por oxidación de moléculas orgánicas
- La oxidación y la reducción implican transferencia de electrones

ENERGÍA LIBRE Y CATÁLISIS

- Las enzimas disminuyen las barreras que bloquean las reacciones químicas
- La variación de energía libre de una reacción determina si esta reacción puede producirse
- La concentración de los reactivos influye en la variación de energía libre y en la dirección de una reacción
- El cambio de energía libre estándar posibilita comparar las energías de diferentes reacciones
- Las células existen en un estado de desequilibrio químico
- La constante de equilibrio es directamente proporcional a ΔG°
- En relaciones complejas, la constante de equilibrio depende de las concentraciones de todos los reactivos y los productos
- La constante de equilibrio indica la fuerza de las interacciones moleculares
- En las reacciones secuenciales, los cambios de energía libre son aditivos
- La difusión rápida les permite a las enzimas encontrar sus sustratos
- $V_{\text{máx}}$ y K_M miden el rendimiento enzimático

MOLÉCULAS TRANSPORTADORAS ACTIVADAS Y BIOSÍNTESIS

- La formación de un transportador activado está acoplada a una reacción energéticamente favorable
- El ATP es la molécula transportadora activada más utilizada
- La energía almacenada en el ATP se suele utilizar para unir dos moléculas
- NADH y NADPH son transportadores importantes de electrones
- En las células hay muchas otras moléculas transportadoras activadas
- La síntesis de los polímeros biológicos exige un aporte de energía
- Conceptos esenciales
- Preguntas

Capítulo 4 Estructura y función de las proteínas

LA FORMA Y LA ESTRUCTURA DE LAS PROTEÍNAS

- La forma de una proteína es especificada por su secuencia de aminoácidos
- Las proteínas se pliegan en una conformación de mínima energía

81	Las proteínas adoptan una amplia variedad de formas complejas	125
82	La hélice α y la hoja β son patrones de plegamiento comunes	127
82	Las hélices se forman fácilmente en las estructuras biológicas	131
84	Las hojas β forman estructuras rígidas centrales en muchas proteínas	131
86	Las proteínas tienen varios niveles de organización	132
87	Pocas de las numerosas cadenas polipeptídicas posibles serán útiles	134
88	Las proteínas pueden clasificarse en familias	134
89	Las moléculas grandes de proteínas con frecuencia contienen más de una cadena polipeptídica	135
89	Las proteínas pueden ensamblarse en filamentos, láminas o esferas	136
91	Algunos tipos de proteínas tienen formas fibrosas alargadas	137
92	Las proteínas extracelulares con frecuencia se estabilizan mediante enlaces cruzados covalentes	138
92	CÓMO FUNCIONAN LAS PROTEÍNAS	140
92	Todas las proteínas se unen a otras moléculas	140
93	Los sitios de unión de los anticuerpos son especialmente versátiles	142
96	Las enzimas son catalizadores potentes y muy específicos	143
96	La lisozima ilustra cómo funciona una enzima	143
96	La mayoría de los fármacos inhiben a las enzimas	148
97	Moléculas pequeñas estrechamente unidas agregan funciones adicionales a las proteínas	148
98	CÓMO SE CONTROLAN LAS PROTEÍNAS	149
99	Las actividades catalíticas de las enzimas suelen ser reguladas por otras moléculas	150
100	Las enzimas alostéricas tienen dos sitios de unión que influyen uno en el otro	150
104	La fosforilación puede controlar la actividad proteica mediante la inducción de un cambio conformacional	152
105	Las proteínas que unen GTP también se regulan por la ganancia y pérdida cíclica de un grupo fosfato	153
106	La hidrólisis de nucleótidos permite a las proteínas motoras producir grandes movimientos en las células	154
107	Las proteínas suelen formar grandes complejos que funcionan como maquinarias proteicas	155
109	La modificación covalente controla la localización y el ensamblaje de las maquinarias proteicas	156
110	CÓMO SE ESTUDIAN LAS PROTEÍNAS	157
114	Las células pueden crecer en una placa de cultivo	157
115	Las técnicas de purificación permiten obtener preparados proteicos homogéneos a partir de homogeneizados celulares	161
119	Se pueden producir grandes cantidades de casi cualquier proteína mediante técnicas de ingeniería genética	163
121	Los estudios automatizados de la estructura y la función de las proteínas están acelerando el ritmo de los descubrimientos	163
121	Conceptos esenciales	168
123	Preguntas	169

Capítulo 5 DNA y cromosomas	171	Las rupturas de cadena doble se pueden reparar rápidamente pero de manera imperfecta	216
LA ESTRUCTURA Y LA FUNCIÓN DEL DNA	172	En las secuencias genómicas se preserva un registro de la fidelidad de la replicación y la reparación del DNA	217
Una molécula de DNA consiste en dos cadenas de nucleótidos complementarias	173		
La estructura del DNA provee un mecanismo para la herencia	178		
LA ESTRUCTURA DE LOS CROMOSOMAS EUCARIÓTICOS	179	RECOMBINACIÓN HOMÓLOGA	217
El DNA eucariótico se condensa en muchos cromosomas	179	La recombinación homóloga requiere regiones extensas de similitud de secuencia	218
Los cromosomas contienen largas hileras de genes	181	La recombinación homóloga puede reparar perfectamente las rupturas del DNA bicatenario	218
Los cromosomas se encuentran en estados diferentes durante la vida de una célula	182	La recombinación homóloga intercambia información genética durante la meiosis	219
Los cromosomas interfásicos están organizados dentro del núcleo	184	ELEMENTOS GENÉTICOS MÓVILES Y VIRUS	220
El DNA en los cromosomas está muy condensado	184	Los elementos genéticos móviles codifican los componentes que necesitan para el movimiento	221
Los nucleosomas son las unidades básicas de la estructura cromosómica eucariótica	185	El genoma humano contiene dos familias principales de secuencias transponibles	222
La condensación cromosómica ocurre en muchos niveles	187	Los virus son elementos genéticos completamente móviles que pueden escapar de las células	223
LA REGULACIÓN DE LA ESTRUCTURA CROMOSÓMICA	188	Los retrovirus invierten el flujo normal de la información genética	225
Los cambios en la estructura del nucleosoma permiten el acceso al DNA	188	Conceptos esenciales	227
Los cromosomas interfásicos contienen formas de cromatina tanto condensada como más extendida	190	Preguntas	228
Los cambios de la estructura cromatínica pueden heredarse	191	Capítulo 7 Del DNA a la proteína: cómo leen el genoma las células	231
Conceptos esenciales	192	DEL DNA AL RNA	232
Preguntas	193	Fragmentos de la secuencia de DNA son transcritos a RNA	232
Capítulo 6 Replicación, reparación, y recombinación del DNA	197	La transcripción produce RNA complementario de una cadena de DNA	233
REPLICACIÓN DEL DNA	198	En las células se producen distintos tipos de RNA	235
El apareamiento de bases permite la replicación del DNA	198	Las señales en el DNA le dicen a la RNA polimerasa dónde comenzar y dónde terminar	236
La síntesis del DNA comienza en los orígenes de replicación	199	La iniciación de la transcripción de genes eucariontes es un proceso complejo	238
La síntesis de DNA nuevo se produce en las horquillas de replicación	203	La RNA polimerasa eucarionte requiere factores de transcripción general	239
La horquilla de replicación es asimétrica	204	Los RNA eucariontes son transcritos y procesados simultáneamente en el núcleo	240
La DNA polimerasa es autocorrectora	205	Los genes eucariontes están interrumpidos por secuencias no codificadoras	241
Los RNA de longitudes cortas actúan como cebadores para la síntesis de DNA	206	Los intrones son eliminados por el corte y empalme del RNA	242
Las proteínas en una horquilla de replicación cooperan formando una maquinaria de replicación	208	Los mRNA eucariontes maduros son exportados selectivamente del núcleo	243
Las telomerasas replican los extremos de los cromosomas eucariontes	210	Las moléculas de mRNA finalmente son degradadas por la célula	244
REPARACIÓN DEL DNA	211	Las primeras células pueden haber tenido intrones en sus genes	245
Las mutaciones pueden tener consecuencias graves para una célula u organismo	211	DEL RNA A LA PROTEÍNA	246
Un sistema de reparación de apareamientos erróneos del DNA elimina los errores de replicación que escapan a la maquinaria de replicación	212	Una secuencia de mRNA es decodificada en grupos de tres nucleótidos	246
El DNA sufre daño continuamente en las células	213	Las moléculas de tRNA acoplan aminoácidos con los codones del mRNA	247
La estabilidad de los genes depende de la reparación del DNA	215	Enzimas específicas acoplan los tRNA al aminoácido correcto	250

El RNA mensajero es decodificado en los ribosomas	251	CONTROLES POSTRANSKRIPCIÓN	288
El ribosoma es una ribozima	253	Los ribointerruptores proporcionan una solución económica para la regulación génica	289
Los codones del mRNA señalan dónde empieza y dónde termina la síntesis proteica	254	Las regiones no traducidas de los mRNA pueden controlar su traducción	290
Las proteínas son elaboradas en polirribosomas	256	Los RNA regulatorios pequeños controlan la expresión de miles de genes de animales y plantas	290
Los inhibidores de la síntesis de proteínas procariontes se utilizan como antibióticos	257	La interferencia por RNA destruye los RNA bicatenarios extraños	291
La degradación proteica controlada cuidadosamente ayuda a regular la cantidad de cada proteína en una célula	258	Los científicos pueden utilizar la interferencia por RNA para inactivar genes	292
Hay muchos pasos entre el DNA y la proteína	259	Conceptos esenciales	293
EL RNA Y LOS ORÍGENES DE LA VIDA	260	Preguntas	294
La vida requiere autocatálisis	261	Capítulo 9 Cómo evolucionan los genes y los genomas	297
El RNA puede almacenar información y catalizar reacciones químicas	261	GENERACIÓN DE LA VARIACIÓN GENÉTICA	298
Se considera que el RNA precedió al DNA en la evolución	263	En los organismos de reproducción sexual, sólo pasan a la progenie los cambios en la línea germinal	299
Conceptos esenciales	264	Las mutaciones puntuales son causadas por fallas de los mecanismos normales de copia y mantenimiento del DNA	300
Preguntas	266	Las mutaciones puntuales pueden cambiar la regulación de un gen	301
Capítulo 8 Control de la expresión génica	269	Las duplicaciones del DNA dan origen a familias de genes relativos	302
PANORAMA GENERAL DE LA EXPRESIÓN GÉNICA	270	La evolución de la familia del gen de la globina muestra cómo la duplicación y la divergencia pueden dar origen a proteínas adaptadas a un organismo y su desarrollo	304
Los diferentes tipos celulares de un organismo multicelular contienen el mismo DNA	270	Las duplicaciones del genoma entero han modelado la historia evolutiva de muchas especies	305
Diferentes tipos celulares producen distintos grupos de proteínas	270	Se pueden generar nuevos genes por repetición del mismo exón	306
Una célula puede cambiar la expresión de sus genes en respuesta a las señales externas	271	También pueden crearse nuevos genes mediante el barajado de exones	306
La expresión génica puede ser regulada en muchas etapas en la vía del DNA al RNA y a la proteína	272	La evolución de los genomas se ha visto acelerada por el movimiento de los elementos genéticos móviles	307
CÓMO FUNCIONAN LOS INTERRUPTORES DE LA TRANSCRIPCIÓN	273	Los genes pueden intercambiarse entre organismos por transferencia génica horizontal	308
La transcripción es controlada por proteínas de unión a las secuencias del DNA regulatorias	273	RECONSTRUCCIÓN DEL ÁRBOL GENEALÓGICO DE LA VIDA	309
Los interruptores de la transcripción permiten que las células respondan a los cambios ambientales	275	Los cambios genéticos que proporcionan ventajas selectivas probablemente tiendan a ser preservados	309
Los represores inhiben la expresión de los genes y los activadores la estimulan	276	Los genomas de seres humanos y de chimpancés son similares en la organización así como en las secuencias detalladas	310
Un activador y un represor controlan al operón <i>Lac</i>	277	Las regiones importantes desde el punto de vista funcional se destacan como islas de secuencias de DNA conservada	310
Los reguladores de la transcripción eucariontes controlan la expresión génica a distancia	278	Las comparaciones de genoma demuestran que los vertebrados ganan y pierden DNA rápidamente	312
El empaquetamiento del promotor de DNA en los nucleosomas afecta la iniciación de la transcripción	279	La conservación de secuencias permite trazar incluso las relaciones evolutivas más distantes	313
LOS MECANISMOS MOLECULARES QUE CREAN TIPOS DE CÉLULAS ESPECIALIZADAS	280	INVESTIGACIÓN DEL GENOMA HUMANO	315
Los genes de eucariontes se regulan por combinaciones de proteínas	280	La secuencia de nucleótidos del genoma humano muestra cómo están organizados nuestros genes	315
La expresión de diferentes genes puede ser coordinada por una única proteína	281		
El control combinatorio puede crear diferentes tipos celulares	285		
Los patrones estables de expresión génica pueden transmitirse a las células hijas	286		
La formación de un órgano entero puede ser desencadenada por un único regulador de la transcripción	288		

Cambios acelerados en las secuencias conservadas del genoma ayudan a revelar lo que nos convierte en seres humanos	317
La variación genética dentro del genoma humano contribuye a nuestra individualidad	320
El genoma humano contiene abundante información que aún debe ser descifrada	321
Conceptos esenciales	323
Preguntas	324

Capítulo 10 Análisis de genes y genomas 327

MANIPULACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS MOLÉCULAS DE DNA 329

Las nucleasas de restricción cortan moléculas de DNA en sitios específicos	329
La electroforesis en gel separa fragmentos de DNA de diferentes tamaños	330
La hibridación proporciona un método sensible para detectar secuencias nucleotídicas específicas	331
La hibridación se realiza con el uso de sondas de DNA diseñadas para reconocer una secuencia deseada de nucleótidos	332

CLONACIÓN DE DNA 333

La DNA ligasa une fragmentos de DNA entre sí para producir una molécula de DNA recombinante	334
El DNA recombinante puede copiarse dentro de las células bacterianas	334
Se emplean vectores plasmídicos especializados para clonar DNA	335
Los genes pueden aislarse a partir de una genoteca de DNA	336
Las genotecas de cDNA representan el mRNA producido por un tejido en particular	338
La reacción en cadena de la polimerasa amplifica determinadas secuencias de DNA	340

DESCIFRAMIENTO Y UTILIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN GENÉTICA 343

El DNA puede ser secuenciado con rapidez	345
Es posible construir moléculas de DNA completamente nuevas	347
Proteínas celulares poco frecuentes pueden elaborarse en grandes cantidades utilizando DNA clonado	347
Los genes indicadores y la hibridación in situ pueden revelar cuándo y dónde se expresa un gen	350
La hibridación sobre micromatrices de DNA permite analizar la expresión de miles de genes al mismo tiempo	352
Los enfoques genéticos pueden revelar la función de un gen	353
Los animales pueden alterarse genéticamente	354
La interferencia por RNA proporciona una manera simple de probar la función génica	354
Las plantas transgénicas son importantes para la biología celular y la agricultura	357
Conceptos esenciales	358
Preguntas	360

Capítulo 11 Estructura de la membrana 363

BICAPA LIPÍDICA 364

Los lípidos de las membranas forman bicapas en el agua	364
La bicapa lipídica es un fluido bidimensional	368
La fluidez de una bicapa lipídica depende de su composición	369
La bicapa lipídica es asimétrica	370
La asimetría lipídica se conserva durante el transporte de membrana	371

PROTEÍNAS DE MEMBRANA 372

Las proteínas de membrana se asocian con la bicapa lipídica de diversas maneras	372
Una cadena polipeptídica suele atravesar la bicapa lipídica adoptando la conformación de hélice α	374
Las proteínas de membrana se pueden solubilizar y purificar mediante detergentes	375
La estructura completa de las proteínas de membrana se conoce en muy pocos casos	376
La membrana plasmática está reforzada por la corteza celular	377
Las células pueden limitar el movimiento de las proteínas de membrana	379
La superficie de la célula está recubierta de hidratos de carbono	381
Conceptos esenciales	384
Preguntas	385

Capítulo 12 Transporte de membrana 387

PRINCIPIOS DEL TRANSPORTE DE MEMBRANA 388

Las concentraciones de iones en el interior de una célula son muy diferentes de las presentes en el exterior de la célula	388
Las bicapas lipídicas son impermeables a los solutos y a los iones	389
Las proteínas de transporte de membrana pertenecen a dos clases: proteínas transportadoras y proteínas de canales	389
Los solutos atraviesan las membranas mediante transporte pasivo o transporte activo	390
Proteínas transportadoras y sus funciones	391
El transporte pasivo puede ser impulsado por gradientes de concentración y por fuerzas eléctricas	392
El transporte activo moviliza solutos en contra de sus gradientes electroquímicos	393
Las células animales utilizan la energía derivada de la hidrólisis del ATP para bombear Na^+ hacia el exterior	394
La bomba de Na^+ - K^+ es impulsada por el agregado transitorio de un grupo fosfato	395
La bomba de Na^+ - K^+ contribuye al mantenimiento del equilibrio osmótico de las células animales	396
Las concentraciones intracelulares de Ca^{2+} se mantienen en un nivel reducido por la acción de bombas de Ca^{2+}	397
Los gradientes favorecen que los transportadores acoplados capten nutrientes en forma activa	398
Los gradientes de H^+ impulsan el transporte a través de la membrana en vegetales, hongos y bacterias	400

CANALES IÓNICOS Y POTENCIAL DE MEMBRANA

Los canales iónicos son selectivos para los distintos iones y están regulados	401
Los canales iónicos fluctúan en forma aleatoria entre los estados abierto y cerrado	403
Distintos tipos de estímulos afectan la apertura y el cierre de los canales iónicos	405
Los canales iónicos regulados por voltaje responden al potencial de membrana	405
El potencial de membrana está gobernado por la permeabilidad de la membrana a iones específicos	407

CANALES IÓNICOS Y TRANSMISIÓN DE SEÑALES EN LAS CÉLULAS NERVIOSAS

Los potenciales de acción permiten una comunicación rápida a larga distancia	410
Los potenciales de acción en general están mediados por canales de Na ⁺ regulados por voltaje	410
Los canales de Ca ²⁺ regulados por voltaje convierten las señales eléctricas en señales químicas en las terminaciones nerviosas	415
Los canales regulados por transmisores convierten nuevamente las señales químicas en señales eléctricas en las células diana	416
Las neuronas reciben señales excitadoras e inhibitoras	417
Los canales iónicos regulados por transmisores representan sitios de acción importantes de los fármacos psicoactivos	419
Las conexiones sinápticas nos permiten pensar, actuar y recordar	419
Conceptos esenciales	420
Preguntas	422

Capítulo 13 Cómo las células obtienen energía de los alimentos

LA DEGRADACIÓN Y LA UTILIZACIÓN DE LOS CARBOHIDRATOS Y LAS GRASAS

Las moléculas de alimento se degradan en tres etapas	426
La glucólisis es una vía central de producción de ATP	427
Las fermentaciones permiten que se produzca ATP en ausencia de oxígeno	432
La glucólisis ilustra cómo las enzimas acoplan la oxidación al almacenamiento de energía	433
Tanto los carbohidratos como las grasas se degradan a acetil CoA en las mitocondrias	433
El ciclo del ácido cítrico genera NADH mediante la oxidación de grupos acetilo a CO ₂	436
Muchas vías biosintéticas comienzan con la glucólisis o con el ciclo del ácido cítrico	439
El transporte de electrones impulsa la síntesis de la mayor parte del ATP en la mayoría de las células	439

REGULACIÓN DEL METABOLISMO

Las reacciones catabólicas y anabólicas están organizadas y reguladas	445
La regulación por retrocontrol permite que las células pasen de degradación a biosíntesis de glucosa	446

Las células almacenan moléculas de alimento en reservorios especiales que se utiliza en los períodos de necesidad	448
Conceptos esenciales	450
Preguntas	451

Capítulo 14 Generación de energía en mitocondrias y cloroplastos

Las células obtienen la mayor parte de su energía por un mecanismo que ocurre en la membrana	454
--	-----

MITOCONDRIAS Y FOSFORILACIÓN OXIDATIVA

La mitocondria tiene una membrana externa, una membrana interna y dos compartimientos internos	456
El ciclo del ácido cítrico genera electrones de alta energía	458
Un proceso quimiosmótico convierte la energía proveniente de las moléculas transportadoras activadas en ATP	458
La cadena de transporte de electrones bombea protones a través de la membrana mitocondrial interna	460
El bombeo de protones crea un marcado gradiente electroquímico de protones a través de la membrana mitocondrial interna	460
El gradiente electroquímico de protones impulsa la síntesis de ATP	461
El transporte acoplado a través de la membrana mitocondrial interna es impulsado por el gradiente electroquímico de protones	463
Los gradientes de protones producen la mayor parte del ATP de las células	464
La conversión rápida de ADP en ATP en las mitocondrias mantiene una elevada relación ATP/ADP en las células	465

MECANISMOS MOLECULARES DEL TRANSPORTE DE ELECTRONES Y BOMBEO DE PROTONES

Los protones se desplazan con facilidad mediante la transferencia de electrones	466
El potencial redox es una medida de las afinidades de los electrones	467
La transferencia de electrones libera grandes cantidades de energía	470
Los metales unidos estrechamente a las proteínas constituyen transportadores de electrones versátiles	470
La citocromo oxidasa cataliza la reducción del oxígeno	473
El mecanismo de bombeo de H ⁺ puede estudiarse en el nivel atómico	474
La respiración es extraordinariamente eficiente	475

CLOROPLASTOS Y FOTOSÍNTESIS

Los cloroplastos se asemejan a las mitocondrias pero tienen un compartimiento adicional	476
Los cloroplastos capturan la energía de la luz solar y la usan en la fijación de carbono	478
La luz visible es absorbida por moléculas de clorofila	479
Las moléculas de clorofila excitadas canalizan la energía hacia un centro de reacción	480
La energía lumínica dirige la síntesis de ATP y NADPH	481
Los cloroplastos pueden ajustar su producción de ATP	483

La fijación de carbono utiliza ATP y NADPH en la conversión de CO ₂ en azúcares	484	Las proteínas se modifican y se distribuyen aún más en el complejo de Golgi	517
Los azúcares generados por la fijación de carbono pueden ser almacenados como almidón o consumidos liberando ATP	486	Las proteínas secretoras se liberan de la célula por exocitosis	518
ORIGEN DE LOS CLOROPLASTOS Y LAS MITOCONDRIAS	486	VÍAS ENDOCÍTICAS	522
La fosforilación oxidativa les otorgó a las bacterias primitivas una ventaja evolutiva	487	Las células fagocíticas especializadas ingieren partículas grandes	522
Las bacterias fotosintéticas tienen aún demandas menores de su medio ambiente	488	Los líquidos y las macromoléculas son captados por pinocitosis	523
Las condiciones en las que vive <i>Methanococcus</i> sugieren que el acoplamiento quimiosmótico es un proceso antiguo	490	La endocitosis mediada por receptor proporciona una vía específica hacia el interior de las células animales	524
Conceptos esenciales	491	Las macromoléculas endocitadas se distribuyen en los endosomas	525
Preguntas	492	Los lisosomas son los sitios principales de la digestión intracelular	526
Capítulo 15 Compartimientos y transporte intracelulares	495	Conceptos esenciales	527
ORGÁNULOS DELIMITADOS POR MEMBRANAS	496	Preguntas	529
Las células eucariontes contienen un conjunto básico de orgánulos delimitados por membranas	496	Capítulo 16 Comunicación celular	531
Los orgánulos delimitados por membranas evolucionaron en formas diferentes	498	PRINCIPIOS GENERALES DE LA SEÑALIZACIÓN CELULAR	532
DISTRIBUCIÓN DE LAS PROTEÍNAS	499	Las señales pueden actuar a distancias largas o cortas	532
Las proteínas ingresan en los orgánulos por medio de tres mecanismos	500	Cada célula responde a un conjunto limitado de señales, lo que depende de su historia y su estado actual	534
Las secuencias señal dirigen las proteínas hacia el compartimiento correcto	501	La respuesta de una célula a una señal puede ser rápida o lenta	536
Las proteínas ingresan en el núcleo a través de los poros nucleares	502	Algunas hormonas atraviesan la membrana plasmática y se unen a receptores intracelulares	537
Las proteínas se despliegan e ingresan en las mitocondrias y los cloroplastos	504	Algunos gases disueltos atraviesan la membrana plasmática y activan directamente enzimas intracelulares	538
Las proteínas ingresan en el retículo endoplasmático mientras se sintetizan	505	Los receptores de la superficie celular transmiten señales extracelulares a través de vías de señalización intracelular	539
Las proteínas solubles se liberan dentro de la luz del RE	506	Algunas proteínas de señalización intracelular actúan como interruptores moleculares	541
Las señales de comienzo y de detención determinan la disposición de una proteína transmembrana en la bicapa lipídica	508	Hay tres clases principales de receptores de la superficie celular	542
TRANSPORTE VESICULAR	509	Los receptores acoplados a canales iónicos transforman las señales químicas en señales eléctricas	544
Las vesículas de transporte conducen proteínas solubles y de membrana entre los compartimientos	510	RECEPTORES ACOPLADOS A PROTEÍNAS G	544
La brotación de la vesícula está inducida por el ensamblado de la cubierta proteica	511	La estimulación de los GPCR activa las subunidades de las proteínas G	545
El acoplamiento vesicular depende de las proteínas de reconocimiento inicial y de las SNARE	512	Algunas proteínas G regulan directamente canales iónicos	547
VÍAS SECRETORAS	514	Algunas proteínas G activan enzimas unidas a la membrana	548
La mayoría de las proteínas son modificadas en forma covalente en el RE	514	La vía del AMP cíclico puede activar enzimas y genes	548
El control de la salida del RE garantiza la calidad de la proteína	516	La vía del fosfolípido de inositol desencadena un aumento del Ca ²⁺ intracelular	551
El tamaño del RE es controlado por la cantidad de proteína que fluye a través de él	516	Una señal de Ca ²⁺ desencadena muchos procesos biológicos	552
		Las cascadas de señalización intracelular pueden alcanzar una velocidad, una sensibilidad y una adaptabilidad sorprendentes	553
		RECEPTORES ACOPLADOS A ENZIMAS	555
		Los RTK activados reclutan un complejo de proteínas de señalización intracelular	555
		La mayoría de los RTK activa la GTPasa monomérica Ras	556

Los RTK activa la PI-3 cinasa para producir sitios de acoplamiento lipídicos en la membrana plasmática	558	La contracción muscular es desencadenada por un súbito aumento del nivel de Ca^{2+}	603
Algunos receptores asociados con enzimas activan una vía rápida hacia el núcleo	559	Las células musculares cumplen funciones altamente especializadas en el organismo	604
La pluricelularidad y la comunicación celular evolucionaron en forma independiente en las plantas y los animales	564	Conceptos esenciales	605
Las redes de proteincinasas integran información que controla comportamientos complejos de la célula	564	Preguntas	606
Conceptos esenciales	567	Capítulo 18 Ciclo de division celular	609
Preguntas	568	GENERALIDADES ACERCA DEL CICLO CELULAR	610
Capítulo 17 Citoesqueleto	571	El ciclo celular de las células eucariontes se divide en cuatro fases	610
FILAMENTOS INTERMEDIOS	572	Un sistema de control del ciclo celular desencadena los principales procesos del ciclo celular	612
Los filamentos intermedios son resistentes y se asemejan a cuerdas	574	El sistema de control del ciclo celular es similar en todos los eucariontes	612
Los filamentos intermedios confieren resistencia a las células contra la tensión mecánica	575	SISTEMA DE CONTROL DEL CICLO CELULAR	613
La envoltura nuclear está sostenida por una red de filamentos intermedios	576	El sistema de control del ciclo celular depende de proteincinasas de activación cíclica	613
MICROTÚBULOS	577	La actividad de las Cdk también es regulada por procesos de fosforilación y desfosforilación	614
Los microtúbulos son tubos huecos con extremos estructuralmente distintos	578	Distintos complejos ciclina-Cdk desencadenan diferentes pasos del ciclo celular	614
El centrosoma es el principal centro organizador de microtúbulos en las células animales	579	El sistema de control del ciclo celular también depende de proteólisis cíclica	617
Los microtúbulos en crecimiento presentan inestabilidad dinámica	580	Las proteínas que inhiben las Cdk pueden detener el ciclo celular en puntos de control específicos	618
Los microtúbulos se mantienen por un equilibrio entre el ensamblaje y el desensamblaje	581	FASE S	619
Los microtúbulos se mantienen por un equilibrio entre el ensamblaje y el desensamblaje	582	La Cdk de S inicia la replicación del DNA y contribuye a bloquear un nuevo proceso de replicación	620
Los microtúbulos organizan el interior de la célula	582	Las cohesinas ayudan a mantener juntas las cromátidas hermanas de cada cromosoma replicado	620
Las proteínas motoras impulsan el transporte intracelular	583	Los puntos de control de daño del DNA ayudan a prevenir la replicación de DNA dañado	621
Los orgánulos se desplazan a lo largo de los microtúbulos	584	FASE M	621
Los cilios y los flagelos están formados por microtúbulos estables movidos por la dineína	585	La Cdk de M impulsa el ingreso en la fase M y la mitosis	622
FILAMENTOS DE ACTINA	590	Las condensinas ayudan a configurar los cromosomas duplicados para la separación	623
Los filamentos de actina son delgados y flexibles	591	El citoesqueleto conduce la mitosis y la citocinesis	623
La actina y la tubulina se polimerizan por mecanismos similares	591	La fase M se divide convencionalmente en seis etapas	624
Numerosas proteínas se unen a la actina y modifican sus propiedades	593	MITOSIS	625
Una corteza rica en actina se extiende bajo la membrana plasmática de la mayoría de las células eucariontes	594	Los centrosomas se duplican y ayudan a formar dos polos del huso mitótico	625
El deslizamiento celular depende de la actina	594	El huso mitótico comienza a formarse en la profase	628
La actina se asocia con la miosina y formar estructuras contráctiles	597	Durante la prometafase los cromosomas se unen al huso mitótico	628
Señales extracelulares controlan la disposición de los filamentos de actina	598	Los cromosomas ayudan a ensamblar el huso mitótico	629
CONTRACCIÓN MUSCULAR	599	En la metafase, los cromosomas se alinean en el ecuador del huso	630
La contracción muscular depende de haces de actina y miosina	599	La proteólisis desencadena la separación de cromátidas hermanas y la finalización de la mitosis	631
Durante la contracción muscular los filamentos de actina se deslizan sobre los filamentos de miosina	600	Los cromosomas hijos se segregan en la anafase	631

Los cromosomas no unidos al huso bloquean la separación de cromátidas hermanas 633
La envoltura nuclear se reconstruye en la telofase 633

CITOCINESIS

El huso mitótico determina el plano de segmentación citoplasmático 634
El anillo contráctil de las células animales está compuesto por actina y miosina 635
En las células vegetales, la citocinesis implica la formación de una pared celular nueva 636
Los orgánulos rodeados de membrana se deben distribuir en las células hijas cuando una célula se divide 637

CONTROL DE LA CANTIDAD Y EL TAMAÑO CELULARES

La apoptosis ayuda a regular la cantidad de células animales 638
La apoptosis es mediada por una cascada proteolítica intracelular 639
El programa de muerte celular está regulado por la familia de proteínas intracelulares Bcl2 640
Las células animales requieren señales extracelulares para dividirse, crecer y sobrevivir 641
Las células animales requieren factores de supervivencia que evitan la apoptosis 642
Los mitógenos estimulan la división celular 643
Los factores de crecimiento extracelulares estimulan el crecimiento celular 644
Algunas proteínas de señalización extracelular inhiben la supervivencia, la división o el crecimiento celulares 645
Conceptos esenciales 646
Preguntas 648

Capítulo 19 Sexo y genética

LOS BENEFICIOS DE LA REPRODUCCIÓN SEXUAL

La reproducción sexual implica la existencia de células diploides y haploides 652
La reproducción sexual otorga a los organismos una ventaja competitiva 654

MEIOSIS Y FECUNDACIÓN

Las células germinales haploides se producen por meiosis a partir de células diploides 655
La meiosis implica un proceso especial de apareamiento de cromosomas 656
Puede haber entrecruzamiento entre los cromosomas maternos y paternos 657
El apareamiento y la recombinación de los cromosomas aseguran la correcta segregación de los homólogos 658
La segunda división meiótica da lugar a células hijas haploides 659
Las células haploides contienen información genética recombinada 660
La meiosis no es perfecta 662
La fecundación reconstituye un genoma diploide completo 663

MENDEL Y LAS LEYES DE LA HERENCIA

Mendel optó por estudiar rasgos que se heredan en forma separada 665
Mendel logró refutar las teorías alternativas de la herencia 665
Los experimentos de Mendel fueron los primeros en revelar el carácter independiente de la herencia 666
Cada gameto es portador de un solo alelo para cada rasgo 667
La ley de la segregación de Mendel se aplica a todos los organismos de reproducción sexual 668
Los alelos de rasgos diferentes se distribuyen en forma independiente 668
El comportamiento de los cromosomas durante la meiosis responde a las leyes de la herencia de Mendel 671
Los entrecruzamientos cromosómicos se pueden utilizar para determinar el orden de los genes 671
Las mutaciones de los genes pueden causar pérdida o ganancia de función 673
Todos somos portadores de alelos mutantes recesivos potencialmente perjudiciales 673

LA GENÉTICA COMO HERRAMIENTA DE EXPERIMENTACIÓN

El enfoque clásico comienza con la mutagénesis aleatoria 675
Los cribados genéticos permiten identificar mutantes con deficiencias de procesos celulares específicos 676
Una prueba de complementación revela si dos mutaciones están en el mismo gen 677
Los polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) sirven como reparos para el mapeo genético 678
Grupos ligados de SNP definen bloques haplotipo 682
Los bloques de haplotipo aportan indicios de nuestra historia evolutiva 683
Conceptos esenciales 684
Preguntas 685

Capítulo 20 Comunidades celulares: tejidos, células madre y cáncer

MATRIZ EXTRACELULAR Y TEJIDOS CONECTIVOS

Las células vegetales tienen paredes externas resistentes 691
Las microfibrillas de celulosa proporcionan la resistencia a la tensión de la pared celular vegetal 692
Los tejidos conectivos de los animales están compuestos en gran medida por matriz extracelular 693
El colágeno aporta la resistencia a la tensión en los tejidos conectivos de los animales 694
Las células organizan el colágeno que secretan 696
Las integrinas acoplan la matriz extracelular con el citoesqueleto intracelular 696
Los geles de polisacáridos y proteínas llenan los espacios y resisten la compresión 698

CAPAS EPITELIALES Y UNIONES CELULARES

Las capas epiteliales están polarizadas y se apoyan sobre una lámina basal 701

Las uniones estrechas determinan la impermeabilidad del epitelio y separan su superficie apical de su superficie basal	702	CÁNCER	718
Las uniones relacionadas con el citoesqueleto conectan de manera firme las células epiteliales entre sí y con la lámina basal	703	Las células cancerosas proliferan, invaden y generan metástasis	718
Las uniones comunicantes (<i>gap</i>) permiten el pasaje de iones y de moléculas pequeñas de una célula a otra	706	La epidemiología identifica causas prevenibles de cáncer	719
MANTENIMIENTO Y RENOVACIÓN DE LOS TEJIDOS	708	El cáncer se desarrolla debido a una acumulación de mutaciones	720
Los tejidos son combinaciones organizadas de muchos tipos celulares	710	El cáncer adquiere propiedades que le otorgan una ventaja competitiva	721
Los diferentes tejidos se renuevan a velocidades distintas	711	Muchos tipos diferentes de genes son cruciales para el desarrollo del cáncer	723
Las células madre producen un aporte continuo de células con diferenciación terminal	711	El cáncer colorrectal ejemplifica el grado en que la pérdida de un gen puede conducir a la proliferación de un tumor	724
Señales específicas mantienen las poblaciones de células madre	714	El conocimiento de la biología de la célula cancerosa permite el desarrollo de nuevos tratamientos	728
Las células madre pueden reparar los tejidos dañados	715	Conceptos esenciales	729
La clonación terapéutica podría proporcionar una manera de generar células madre embrionarias personalizadas	716	Preguntas	731
		Respuestas	R: 1
		Glosario	G: 1
		Índice analítico	I: 1