

**Mader – Immagini e concetti della biologia 2° edizione**  
**Volume BC – Dalla biologia molecolare al corpo umano**  
**Sintesi di fine capitolo**

**B1 – Il metabolismo energetico**

La fotosintesi

1.1 Gli organismi fotosintetici sono autotrofi perché producono il proprio cibo

- La fotosintesi converte l'energia solare in energia chimica. I produttori (autotrofi) producono cibo per se stessi e per i consumatori (eterotrofi).

1.2 Nelle piante la fotosintesi avviene nei cloroplasti

- Il CO<sub>2</sub> entra nella foglia attraverso piccole aperture chiamate stomi. La clorofilla e altri pigmenti all'interno del tilacoide assorbono l'energia solare, mentre la conversione di CO<sub>2</sub> in carboidrati avviene nello stroma.

1.3 L'energia degli elettroni eccitati dalla luce serve per produrre ATP

- All'interno dei tilacoidi, i complessi di pigmenti nei fotosistemi I e II assorbono l'energia solare. Questa eccita gli elettroni nel complesso i quali vengono passati da una molecola che funge da centro di reazione a un accettore di elettroni.

1.4 La fotosintesi è una redox in cui si libera ossigeno che proviene dall'acqua

- Durante la fotosintesi, il CO<sub>2</sub> viene ridotto e l'acqua viene ossidata, dando carboidrati, ossigeno e una molecola di H<sub>2</sub>O.

1.5 La fotosintesi prevede la fase luminosa e il ciclo di Calvin

- Le reazioni della fase luminosa si verificano nei tilacoidi solo durante il giorno, quando l'energia solare è disponibile. Le reazioni del ciclo di Calvin avvengono nello stroma; sono reazioni enzimatiche che riducono il CO<sub>2</sub> in carboidrati.

1.6 Durante le reazioni della fase luminosa, gli elettroni seguono un percorso non ciclico

- Durante il percorso non ciclico, gli elettroni si spostano lungo una catena di trasporto dal PS II al PS I, dove vengono rienergizzati e passati a NADP<sup>+</sup>, che diventa NADPH.

1.7 La membrana tilacoidale è organizzata per produrre ATP e NADPH

- Per chemiosmosi: la NADP reduttasi trasmette elettroni al  $\text{NADP}^+$ , che diventa NADPH. Gli  $\text{H}^+$  scendono secondo il gradiente attraverso il complesso dell'ATP sintasi; ADP si lega a  $\text{P}$ ; viene prodotta ATP.

## Il ciclo di Calvin

1.8 Il ciclo di Calvin consuma l'ATP e il NADPH per produrre carboidrati

- Fissazione di  $\text{CO}_2$ : l'enzima RuBP carbossilasi fissa il  $\text{CO}_2$  a RuBP, producendo una molecola  $\text{C}_6$  che si divide immediatamente in due molecole  $\text{C}_3$  (3PG).  
Riduzione di  $\text{CO}_2$ : ogni 3PG è ridotto a una molecola G3P.

1.9 Le piante partono dai carboidrati per la sintesi di altre molecole organiche

- Gli zuccheri semplici possono essere convertite in tutte le molecole organiche di cui una pianta ha bisogno. Occorrono due molecole G3P per formare una molecola di glucosio.

## La demolizione del glucosio

1.10 La respirazione cellulare è una reazione redox che richiede ossigeno

- Durante la respirazione cellulare, il glucosio viene ossidato a  $\text{CO}_2$ . L'ossigeno è ridotto a  $\text{H}_2\text{O}$ . Quando si verifica l'ossidazione, i coenzimi NAD e FAD rimuovono gli atomi di idrogeno ( $\text{e}^- + \text{H}^+$ ) dal glucosio. Il lento rilascio di energia consente di catturarlo per la produzione di ATP.

1.11 Il piruvato può prendere due vie: la respirazione cellulare o la fermentazione

- Nelle cellule, la disgregazione del glucosio inizia con la glicolisi, che si verifica nel citoplasma ed è anaerobica. Poi normalmente procede con la respirazione cellulare e, in alcuni casi, con la fermentazione.
- La respirazione cellulare ha tre fasi, tutte si verificano nei mitocondri e sono aerobiche:
  - la reazione preparatoria;
  - il ciclo dell'acido citrico;
  - la catena di trasporto degli elettroni.

## La glicolisi

1.12 Il primo stadio della degradazione del glucosio è la glicolisi

- La glicolisi inizia con il glucosio  $\text{C}_6$  e si conclude con due molecole di piruvato  $\text{C}_3$ . Due ATP vengono utilizzati per attivare il glucosio, che si divide in due molecole  $\text{C}_3$ . A livello del substrato, quattro ATP sono il risultato della sintesi. Risultato: guadagno netto di due molecole di ATP per glucosio (2 utilizzate, 4 prodotte).

## La respirazione cellulare

### 1.13 Prima del ciclo di Krebs è necessaria una reazione preparatoria

- Il piruvato viene convertito in un gruppo acetilico; l'NADH è prodotto e il CO<sub>2</sub> viene rilasciato. Accade due volte per ogni glucosio. CoA porta i gruppi acetile al ciclo dell'acido citrico.

### 1.14 Il ciclo di Krebs comporta l'ossidazione finale dei prodotti del glucosio

- Il citrato inizia e termina il ciclo. NADH e FADH<sub>2</sub> sono prodotti mentre il CO<sub>2</sub> viene rilasciato.
- Un ATP per ciclo (due per ogni glucosio) deriva dalla sintesi di ATP a livello del substrato.

### 1.15 La catena di trasporto degli elettroni produce molte molecole di ATP

- NADH e FADH<sub>2</sub> portano elettroni al sistema di trasporto degli elettroni. L'energia degli elettroni viene catturata e utilizzata per formare l'ATP. NADH produce tre ATP e FADH<sub>2</sub> ne produce due. L'ossigeno è l'ultimo accettore di elettroni della catena di trasporto. L'ossigeno è ridotto ad acqua.

### 1.16 Le creste mitocondriali creano un gradiente H<sup>+</sup> che regola la produzione di ATP

- Nelle creste mitocondriali, i complessi formano la catena di trasporto degli elettroni. Quando gli elettroni si spostano da un complesso a un altro, H<sup>+</sup> viene pompato nello spazio intermembrana, determinando un gradiente H<sup>+</sup>. Chemiosmosi: mentre H<sup>+</sup> procede secondo gradiente dallo spazio intermembrana alla matrice, l'ATP viene sintetizzato da ADP + P.

### 1.17 L'ossidazione completa di una molecola di glucosio produce 36 o 38 ATP

- Guadagno netto di 2 ATP nel citoplasma; 2 ATP dal ciclo dell'acido citrico; 32-34 ATP dalla catena di trasporto degli elettroni e dalla chemiosmosi. Totale: la completa disgregazione del glucosio produce un totale di 36 o 38 ATP.

## La fermentazione

### 1.18 Se la cellula è in carenza di ossigeno, può ricorrere alla fermentazione

- La fermentazione segue la glicolisi con la riduzione del piruvato da parte di NADH o del lattato o dell'alcol e del CO<sub>2</sub>, a seconda dell'organismo.
- La fermentazione ha come risultato solo due molecole di ATP, ma fornisce una rapida scarica di energia ATP per attività a breve termine.

## Punti chiave in comune tra le vie metaboliche

### 1.19 Il metabolismo implica il catabolismo (degradazione) e l'anabolismo (sintesi)

- Carboidrati, grassi e proteine possono essere catabolizzati per produrre molecole di ATP.
- Gli amminoacidi derivati dalle proteine devono prima subire la deaminazione, cioè la rimozione del gruppo amminico.
- Durante l'anabolismo, le molecole delle vie di disgregazione possono essere utilizzate per costruire altre molecole. Esempio: i gruppi acetili derivanti dalla disgregazione dei carboidrati possono essere utilizzati per costruire grasso.

## B2 – La genetica dopo Mendel

### Modelli ereditari complessi

#### 2.1 La dominanza incompleta ubbidisce alla legge della segregazione dei caratteri

- Dominanza incompleta: un eterozigote ha il fenotipo intermedio tra i suoi genitori omozigoti; nella seconda generazione filiale ricompaiono tutti e tre i fenotipi.

#### 2.2 Un gene può avere più di due alleli

- Gli alleli multipli controllano un tratto quando il gene esiste in diverse forme alleliche (come i gruppi sanguigni AB0).

#### 2.3 Un tratto multifattoriale è controllato da molti geni e dall'ambiente

- Secondo l'eredità poligenica un tratto è governato da due o più insiemi di alleli, e la variazione continua dei fenotipi determina una curva a campana.

#### 2.4 Un singolo gene può essere influenzato dall'ambiente e influenzare un altro gene

- Le condizioni ambientali influenzano l'espressione genica determinando un fenotipo differente da quello originario.
- L'epistasi è l'interazione tra geni, ovvero quando un gene influenza e sovrasta l'espressione fenotipica di altri geni.

#### 2.5 La pleiotropia: un singolo gene influenza aspetti multipli del fenotipo

- La pleiotropia si verifica quando un singolo gene ha più di un effetto. Spesso porta a una sindrome.

### I geni e i cromosomi

#### 2.6 I tratti trasmessi dal cromosoma X seguono un preciso schema ereditario

- I moscerini della frutta sono stati utilizzati per dimostrare l'ereditarietà legata al cromosoma X e i risultati possono essere applicati agli esseri umani.

#### 2.7 Diversi disordini genetici dell'uomo sono legati al cromosoma X

- Negli esseri umani, i disturbi recessivi legati al cromosoma X comprendono il daltonismo, la distrofia muscolare e l'emofilia.

- Una genealogia recessiva legata al cromosoma X indica che il tratto può passare dal nonno a un nipote attraverso una figlia portatrice.

## 2.8 L'inattivazione del cromosoma X e un'anomalia sul cromosoma Y

- I corpi di Barr sono cromosomi X inattivi che non danno origine a prodotti genici.

## 2.9 I geni di un cromosoma formano un gruppo di geni associati

- I geni sullo stesso cromosoma che tendono a essere ereditati insieme sono noti come un gruppo di associazione.

## B3 - La biologia molecolare

### Il ruolo del DNA nell'ereditarietà

#### 3.1 Griffith dimostra la presenza di un «principio trasformante» ereditabile

- Gli esperimenti di Frederick Griffith con i batteri hanno suggerito che la sostanza trasformante era il materiale genetico.

#### 3.2 Il materiale ereditario è il DNA, non le proteine

- Gli esperimenti di Hershey e Chase hanno dimostrato che il DNA, non le proteine, entrava nelle cellule batteriche e dirigeva la riproduzione dei fagi.

#### 3.3 Gli acidi nucleici DNA ed RNA sono polimeri di nucleotidi

- Il DNA contiene desossiribosio; l'adenina (A) appaiata con la timina (T); la citosina (C) si appaia con la guanina (G).
- L'RNA contiene ribosio e le basi A, C, G e uracile (U) al posto di T.

#### 3.4 Il DNA ha i requisiti adatti per funzionare come materiale genetico

- Il DNA varia tra le specie, può immagazzinare informazioni, rimane costante all'interno di una specie, viene replicato e subisce mutazioni.

#### 3.5 La molecola del DNA ha la forma di una doppia elica

- Watson e Crick costruirono il primo modello a doppia elica del DNA usando i dati di diffrazione a raggi X di Franklin e Wilkins.
- Il modello a doppia elica suggerisce:
  - 1) che una specie ha una sequenza stabile di basi;
  - 2) che la sequenza può essere variabile tra le specie;
  - 3) come avviene la replicazione del DNA

### La duplicazione del DNA

#### 3.6 La duplicazione del DNA è semi-conservativa

- Replicazione semi-conservativa significa che ogni nuova doppia elica contiene un vecchio filamento e un nuovo filamento.
- I passaggi della replicazione sono lo srotolamento, l'appaiamento delle basi complementari e l'unione.
- La DNA polimerasi è impiegata nell'appaiamento e nell'unione.

#### 3.7 Dopo l'innesco, la DNA polimerasi aggiunge nucleotidi all'estremità 3'

- I filamenti di DNA devono essere antiparalleli per l'appaiamento delle basi complementari.

- Una DNA polimerasi non può iniziare la sintesi di una nuova catena di DNA prima di aver depositato una piccola quantità di RNA chiamato RNA primer.
- I telomeri sono speciali sequenze nucleotidiche di cromosomi eucariotici che non codificano per proteine e vengono persi in ogni divisione cellulare.

3.8 Il secondo filamento di DNA si duplica nella direzione opposta della forcella di duplicazione

- Mentre il DNA si svolge, la replicazione è continua per il filamento guida ma discontinua per quello in ritardo.

### La sintesi delle proteine

3.9 I geni sono espressi nelle proteine attraverso trascrizione e traduzione

- L'ipotesi «un gene, un enzima» si basa sull'osservazione che un gene difettoso causa un enzima difettoso.
- Le proteine sono il legame tra genotipo e fenotipo.

3.10 Il codice genetico permette di passare dai codoni agli amminoacidi

- Il codice genetico è suddiviso in triplette, è degenerato, non ambiguo, presenta segnali di inizio e fine ed è praticamente universale.

3.11 Nella trascrizione ogni gene trasferisce l'informazione all'RNA messaggero

- Durante la trascrizione si verifica l'associazione di basi complementari e ne risulta mRNA quando la RNA polimerasi si unisce alle basi.

3.12 Negli eucarioti, prima di lasciare il nucleo l'mRNA viene elaborato

- L'esone è il DNA che verrà espresso; l'introne è il DNA che non sarà espresso, ma potrebbe avere una funzione regolativa.
- L'mRNA riceve un cappuccio e una coda.
- Gli introni vengono rimossi mediante lo splicing dell'RNA.
- L'mRNA maturo è pronto per essere tradotto.

3.13 Nella traduzione, ogni RNA di trasporto veicola un determinato amminoacido

- Nel citoplasma, il tRNA trasferisce gli amminoacidi ai ribosomi.
- L'anticodone del tRNA si accoppia con il codone dell'mRNA.

3.14 La traduzione ha luogo presso i ribosomi nel citoplasma

- La sintesi del polipeptide avviene quando un ribosoma si muove lungo l'mRNA.
- Un ribosoma presenta quattro siti di legame. Uno per l'mRNA; tre per il tRNA: sul sito E (uscita), sul sito P (peptide) e sul sito A (amminoacido).



- Un poliribosoma è composto da diversi ribosomi collegati che traducono lo stesso mRNA.

### 3.15 La traduzione dell'mRNA si svolge in tre fasi: inizio, allungamento e terminazione

- Nei procarioti, subunità di ribosoma, mRNA e l'iniziatore tRNA si uniscono.
- L'inizio è più complicato negli eucarioti.
- Durante l'allungamento, un tRNA nel sito P passa il peptide a un tRNA con amminoacido nel sito A. Quindi si verifica la traslocazione: il ribosoma si sposta avanti, il peptide recante tRNA si trova nel sito P e il tRNA utilizzato esce dal sito E. Questo processo si verifica molte volte.
- Al termine, il ribosoma incontra un codone di stop e il polipeptide viene rilasciato.

### 3.16 La trascrizione e la traduzione rendono possibile l'espressione genica

- Il DNA porta l'informazione genetica; l'mRNA è complementare al DNA e presenta i codoni, mentre il tRNA ha anticodoni e l'rRNA, che si trova nei ribosomi, legge il codice della tripletta; i ribosomi assemblano gli amminoacidi, che formano i polipeptidi.

## Le mutazioni

### 3.17 Le mutazioni alterano l'espressione genica

- Una mutazione genetica è la modifica permanente nella sequenza di basi del DNA.
- Sia le mutazioni puntiformi che le mutazioni frameshift (o di scorrimento della finestra di lettura) possono causare disturbi genetici.

### 3.18 Agenti mutageni e trasposoni possono provocare mutazioni

- I trasposoni possono bloccare la trascrizione ed essere una fonte di traslocazione, cancellazione, inversione o duplicazione; ma possono anche non avere alcun effetto.

## Le mutazioni e il cancro

### 3.19 Il cancro si sviluppa quando la cellula non controlla il ciclo cellulare

- I proto-oncogeni promuovono il ciclo cellulare e inibiscono l'apoptosi.
- I geni oncosoppressori inibiscono il ciclo cellulare e promuovono l'apoptosi.
- Oncogeni e geni soppressori del tumore mutato provocano un eccesso di ciclina, che stimola il ciclo cellulare e rende indisponibile p53, inibendo l'apoptosi.

### 3.20 Nel cancro i prodotti di geni difettosi interferiscono con la trasduzione del segnale

- Un percorso di trasduzione del segnale stimolante accende un oncogene il cui prodotto stimola il ciclo cellulare.

- Quando il cancro si verifica, il prodotto di un oncogene porta a un'eccessiva stimolazione di quella via e del ciclo cellulare.
- Un percorso di trasduzione del segnale inibitorio attiva un gene oncosoppressore, il cui prodotto inibisce il ciclo cellulare.
- Quando si verifica il cancro, il prodotto di un gene soppressore del tumore mutato non riesce ad attivare la via e non riesce a bloccare il ciclo cellulare.

### 3.21 Il cancro può diventare maligno gradualmente

- La carcinogenesi si riferisce alla formazione del tumore a causa di ripetute mutazioni.
- L'angiogenesi (formazione di nuovi vasi sanguigni) fornisce sostanze nutritive a un tumore in crescita.
- Le cellule mobili invadono il sistema linfatico e i vasi sanguigni.
- La metastasi si verifica quando un nuovo tumore si forma lontano dal primo.

### 3.22 La terapia del cancro prevede diagnosi e diverse tipologie di trattamento

- La diagnosi del cancro include un controllo completo della salute del paziente, immagini diagnostiche, analisi del sangue e delle urine.
- La chirurgia di una massa cellulare cancerosa è utile solo per i tumori solidi ed è spesso associata a chemioterapia e/o radioterapia.
- La chemioterapia (detta anche chemio) è un trattamento che impiega farmaci per distruggere le cellule tumorali.
- La radioterapia è l'uso di raggi ad alta energia per distruggere le cellule tumorali.

## B4 – La regolazione genica

### Meccanismi genetici di virus e batteri

4.1 I batteriofagi si riproducono all'interno dei batteri con due modalità

- I batteriofagi sono virus che parassitano i batteri.
- Il ciclo litico è composto da cinque fasi: attacco, penetrazione, biosintesi, maturazione e rilascio.
- Nel ciclo lisogeno, avviene l'integrazione.

4.2 Il virus HIV, agente dell'AIDS, è un esempio di retrovirus

- Un retrovirus utilizza la trascrizione inversa (dall'RNA al DNA) per inserire una copia del suo genoma in quello dell'ospite.

4.3 I batteri possono trasferire geni tra loro in tre modi diversi

- I geni vengono trasferiti per: trasformazione (i batteri raccolgono il DNA dal medium), coniugazione (ricevono il DNA tramite i pili sessuali) e trasduzione (ricevono il DNA attraverso virus).

### Il controllo dell'espressione genica nei procarioti

4.4 I procarioti «accendono» e «spengono» i geni

- Il modello dell'operone spiega la regolazione genica nei procarioti.
- Un operone include un promotore, un operatore e i geni strutturali.
- L'operone *lac* è un operone inducibile. Quando il lattosio è assente, l'operone è disattivato; quando è presente il lattosio, l'operone è attivato.
- L'operone *trp* è un operone repressibile. Quando il triptofano è assente, vengono prodotti gli enzimi necessari per sintetizzare il triptofano; quando è presente il triptofano, l'operone viene disattivato.

### Il controllo dell'espressione genica negli eucarioti

4.5 Le cellule eucariotiche si specializzano grazie all'attivazione di certi geni

- La specializzazione è dovuta alla regolazione dei geni.

4.6 Negli eucarioti il controllo dell'espressione genica ha più livelli di regolazione

- Nell'insieme, l'acido nucleico e le proteine formano un materiale dall'aspetto filiforme chiamato cromatina, osservabile nel nucleo durante l'interfase..
- La cromatina altamente condensata è chiamata eterocromatina.
- I corpi di Barr sono cromosomi X inattivi che non danno origine a prodotti genici.
- L'eucromatina è costituita da cromatina poco condensata; i geni vengono espressi.

#### 4.7 L'elaborazione dell'mRNA e gli ultimi controlli nel citoplasma regolano l'espressione genica

- Il controllo post-trascrizione dell'espressione genica si verifica nel nucleo e riguarda l'elaborazione dell'mRNA e la velocità con cui l'mRNA lascia il nucleo.
- Lo splicing dell'mRNA con la rimozione di introni influenza il prodotto proteico.
- Il controllo della traduzione inizia quando l'mRNA processato raggiunge il citoplasma, prima che vengano prodotte le proteine.
- Il controllo post-traduzione inizia quando una proteina è stata sintetizzata e diventa attiva.

#### 4.8 Uno sguardo d'insieme sul controllo dell'espressione genica negli eucarioti

- I cinque livelli principali di controllo dell'espressione genica riguardano la struttura della cromatina, il controllo della trascrizione, il controllo post-trascrizionale, il controllo della traduzione e il controllo post-traduzionale.

#### Il controllo dell'espressione genica durante lo sviluppo embrionale

#### 4.9 Nel corso dell'embriogenesi diversi geni vengono «accesi» in sequenza

- Lo sviluppo dell'asse anteriore-posteriore del corpo è uno dei primi eventi nello sviluppo della drosofila.
- Nella drosofila la segmentazione è il secondo evento dello sviluppo.
- L'attivazione in sequenza dei geni rende ordinato lo sviluppo.

#### 4.10 I geni omeotici e l'apoptosi sono implicati nella morfogenesi

- I geni omeotici sono geni di sviluppo che svolgono le seguenti attività:
  - controllano la formazione dei pattern;
  - codificano per i fattori di trascrizione;
  - contengono un omeobox che codifica per un omeodominio;
  - apoptosi, che è importante nella morfogenesi.

#### La genetica dello sviluppo a sostegno della speciazione

#### 4.11 L'espressione genica può influenzare lo sviluppo

- L'espressione genica differenziale può portare a cambiamenti massicci nelle forme del corpo e negli organi.
- Lo sviluppo dell'occhio, lo sviluppo degli arti e la determinazione della forma corporea sono controllati dagli stessi geni in animali diversi.
- Si ipotizza che l'espressione genica differenziale e/o nuove funzioni per i vecchi geni possano spiegare l'evoluzione, compresa l'evoluzione umana.

## **B5 - Biotecnologia e genomica**

### La tecnologia del DNA ricombinante

5.1 Il clonaggio è stato uno dei maggiori risultati delle biotecnologie

- Il clonaggio è una procedura che permette di ottenere molte copie dello stesso gene o più in generale di un frammento di DNA.
- La clonazione è la produzione di copie geneticamente identiche di cellule o di interi organismi per riproduzione asessuata.

5.2 Con la PCR si possono ottenere molte copie di specifiche sequenze di DNA

- PCR (la reazione a catena della polimerasi) produce copie di una sequenza specifica di DNA.
- La PCR ha molti impieghi, tra cui il DNA fingerprinting e gli studi evolutivi.

5.3 È possibile clonare animali partendo da un nucleo diploide

- La clonazione riproduttiva è utile nella zootecnia e può aiutare a salvare le specie in via di estinzione.
- La clonazione terapeutica può fornire preziosi prodotti medici e combattere il cancro e altre malattie

### Gli organismi geneticamente modificati

5.4 I batteri GM sono usati per vari impieghi

- La tecnologia del DNA ricombinante produce batteri transgenici per produrre prodotti medici e commerciali e svolgere servizi.

5.5 Le piante vengono geneticamente modificate per migliorare i raccolti o produrre sostanze

- Alcune colture sono state progettate per resistere a malattie, insetti o erbicidi.
- L'ingegneria genetica viene utilizzata per migliorare le qualità agricole e alimentari di alcune colture.
- Alcune piante sono state progettate per produrre farmaci.

5.6 Gli animali vengono modificati per esaltare tratti scelti od ottenere prodotti

- I geni possono essere inseriti nelle uova degli animali.
- Attraverso il pharming genetico, gli animali transgenici producono farmaci.
- I topi transgenici vengono allevati per la ricerca.

5.7 Lo xenotrapianto, una sfida scientifica diventata realtà grazie alle biotecnologie

- Lo xenotrapianto è il trapianto di organi animali in pazienti umani.

## Il PGU e la terapia genica umana

### 5.8 Il DNA della nostra specie è stato sequenziato per intero

- Il Progetto Genoma Umano ha determinato l'ordine delle basi del genoma umano.
- Sono stati sequenziati genomi di organismi modello (come topi, *Drosophila*, *Arabidopsis thaliana*).
- Il Progetto Genoma Personale consentirebbe alle persone di avere il proprio genoma sequenziato.

### 5.9 Il genoma umano viene modificato a scopi terapeutici

- La terapia genica può essere eseguita in due modi:
  - utilizzando la terapia ex vivo, le cellule o i tessuti sono rimossi dal corpo, viene inserito un gene sano, e quindi vengono reinseriti nel corpo;
  - usando la terapia in vivo, un gene viene inserito direttamente nel corpo.

### 5.10 Nuove frontiere della biologia: proteomica, bioinformatica, genomica funzionale e comparata

- La proteomica è lo studio della struttura, della funzione e dell'interazione delle proteine cellulari.
- Il proteoma umano è la raccolta completa delle proteine che gli esseri umani producono.
- La bioinformatica è l'applicazione delle tecnologie informatiche allo studio del genoma.
- Il complesso CRISPR-Cas9 è divenuto l'applicazione più usata per modificare il genoma di piante e di animali.

## C1 – L'organizzazione corporea e l'omeostasi

### Quattro tipi fondamentali di tessuto

#### 1.1 Nel nostro corpo ci sono più livelli di organizzazione biologica

- Nello schema: cellula → tessuto → organo → apparato/sistema → organismo
  - un tessuto è composto da cellule simili che svolgono una funzione simile;
  - un organo è formato da diversi tipi di tessuti disposti in un determinato modo;
  - un apparato/sistema è costituito da diversi organi che lavorano insieme per svolgere le funzioni necessarie per l'organismo.

#### 1.2 Il tessuto epiteliale copre gli organi e le cavità del corpo

- Essendo spesso una cellula, il tessuto epiteliale può essere protettivo e tuttavia permettere anche alle sostanze di passarvi attraverso.
- Le cellule epiteliali si connettono tra loro tramite giunzioni occludenti, giunzioni aderenti e giunzioni comunicanti.
- Una membrana basale fissa l'epitelio al tessuto connettivo sottostante.
- Le cellule dell'epitelio possono essere di forma squamosa, cuboidale o colonnare; possono anche essere semplici o stratificate.
- Una o più cellule epiteliali formano le ghiandole.

#### 1.3 Il tessuto connettivo collega e dà sostegno agli altri tipi di tessuti

- Le cellule del tessuto connettivo sono separate da una matrice, che varia dal solido (come nell'osso) al semifluido (come nella cartilagine) e al fluido (come nel sangue).
- I tipi di tessuto connettivo sono tessuto connettivo denso, tessuto connettivo lasso, adiposo, cartilagineo, osseo ed ematico.

#### 1.4 Il tessuto muscolare è contrattile e permette il movimento

- I muscoli scheletrici, attaccati dai tendini alle ossa, sono volontari.
- Il muscolo cardiaco, che si trova nelle pareti del cuore, è involontario.
- Il muscolo liscio, che si trova nelle pareti dei visceri, è involontario.

#### 1.5 Il tessuto nervoso comunica con gli organi e ne regola le funzioni

- Il tessuto nervoso coordina le parti del corpo e consente agli animali di reagire al proprio ambiente.
- Il sistema nervoso riceve input sensoriali, integra i dati e genera una risposta.
- Un neurone è composto da dendriti, un corpo cellulare e un assone.
- Le cellule della glia sostengono e nutrono i neuroni; ne esistono diversi tipi: microglia, astrociti e oligodendrociti.

## La coordinazione dei diversi tessuti di un organo

### 1.6 Un organo come la cute ha una precisa struttura e una funzione specifica

- La pelle nei vertebrati è un organo composto da un'epidermide (epitelio stratificato) e un derma (tessuto connettivo denso).
- Uno strato sottocutaneo (tessuto connettivo lasso) si trova tra la pelle e le strutture sottostanti..

## Il mantenimento dell'omeostasi

### 1.7 I vari organi di un sistema lavorano in sinergia per una funzione complessa

- Le funzioni di un apparato comprendono controllo, input sensoriale e output motorio, trasporto, manutenzione e riproduzione.
- Controllo: sistemi nervosi ed endocrini.
- Input sensoriale / output motorio: sistemi tegumentario, scheletrico e muscolare.
- Trasporto: sistemi cardiovascolari e linfatici.
- Manutenzione: sistemi digestivi, respiratori e urinari.
- Riproduttivo: sistema riproduttivo.

### 1.8 Omeostasi significa mantenere costante l'ambiente corporeo interno

- L'ambiente interno del corpo è costituito da sangue e liquido interstiziale.
- Il liquido interstiziale rimane costante grazie allo scambio di sostanze nutritive e di rifiuti con il sangue:  
sangue  $\Leftrightarrow$  nutrienti / rifiuti  $\Leftrightarrow$  liquido interstiziale
- Tutti i sistemi del corpo contribuiscono all'omeostasi.
- Esempi di omeostasi comprendono la temperatura corporea, il contenuto di acqua nelle cellule, la concentrazione di CO<sub>2</sub> nel sangue, il pH e la concentrazione di glucosio che rimangono nei limiti normali.

### 1.9 La retroazione negativa garantisce il mantenimento dell'equilibrio

- Un meccanismo di feedback negativo è determinato da un sensore e un centro di controllo. L'output del sistema smorza lo stimolo originale, impedendo il cambiamento nella stessa direzione.



## C2 – Il sistema nervoso

### La risposta agli stimoli

#### 2.1 Il sistema nervoso centrale si sviluppa dal tubo neurale

- L'organizzazione nervosa dei vertebrati è caratterizzata da simmetria bilaterale, cefalizzazione e aumento del numero di neuroni.

#### 2.2 L'essere umano ha sistema nervoso centrale e periferico ben sviluppati

- Il sistema nervoso centrale (SNC) è composto dal midollo spinale e dal cervello.
- Il sistema nervoso periferico (SNP) è costituito da nervi e gangli al di fuori del sistema nervoso centrale.

### L'elaborazione degli stimoli

#### 2.3 I neuroni sono le unità funzionali del sistema nervoso

- I neuroni ricevono e trasmettono informazioni sensoriali e trasportano segnali a ghiandole e muscoli.
- Le cellule della glia sostengono e nutrono i neuroni. Le cellule di Schwann formano le guaine mieliniche.
- Un neurone è costituito da tre parti: un corpo cellulare, vari dendriti e un assone.
- I tre tipi di neuroni sono: motori, sensoriali e interneuroni.

#### 2.4 La membrana di un neurone inattivo è soggetta al potenziale di riposo

- In un potenziale di riposo, l'assone non sta conducendo l'impulso; c'è più  $\text{Na}^+$  all'esterno dell'assone e più  $\text{K}^+$  all'interno dell'assone.

#### 2.5 La membrana di un neurone attivo è soggetta al potenziale d'azione

- Un potenziale d'azione è un rapido cambiamento di polarità attraverso la membrana assonica quando si verifica l'impulso nervoso: il canale  $\text{Na}^+$  si apre e  $\text{Na}^+$  si sposta all'interno dell'assone; il canale  $\text{K}^+$  si apre e  $\text{K}^+$  si sposta all'esterno dell'assone.

#### 2.6 La comunicazione tra i neuroni avviene nelle sinapsi

- La sinapsi è un piccolissimo spazio fra un terminale assonico e un dendrite.
- La trasmissione dell'impulso nervoso avviene quando un neurotrasmettitore viene rilasciato nello spazio sinaptico.

## 2.7 I neurotrasmettitori possono essere eccitatori o inibitori

- Il legame del neurotrasmettitore con i recettori provoca la stimolazione o l'inibizione.
- L'acetilcolina stimola i muscoli scheletrici; la noradrenalina stimola solitamente la muscolatura liscia.

## 2.8 L'integrazione è la somma elaborata di segnali eccitatori e inibitori

- Un neurone riceve e integra i segnali, i quali possono essere eccitatori o inibitori.
- Un segnale eccitatorio guida un neurone più vicino alla soglia (effetto depolarizzante).
- Un segnale inibitorio guida un neurone oltre la soglia (un effetto iperpolarizzante).

## 2.9 Alcune sostanze alterano le dinamiche dei neurotrasmettitori

- Tossicodipendenza: serve più droga per ottenere lo stesso effetto.
- L'alcol agisce come un depressivo in molte parti del cervello, influenzando sul rilascio o sull'assorbimento del neurotrasmettitore.
- La nicotina si lega ai neuroni provocando il rilascio di dopamina e agisce come uno stimolante.
- La marijuana contiene THC, che imita l'azione di un neurotrasmettitore dando luogo a euforia e alterazione della visione e del giudizio.

## Il sistema nervoso centrale

### 2.10 Il midollo spinale e l'encefalo lavorano in stretta connessione

- Complessivamente, il cervello e il midollo spinale risvegliano il sistema nervoso centrale.
- Il midollo spinale permette di portare messaggi da e verso il cervello.

### 2.11 Il cervello svolge le attività di integrazione

- Il cervello è composto da due emisferi cerebrali collegati dal corpo calloso; ogni emisfero cerebrale possiede quattro lobi: frontale, parietale, occipitale e temporale.
- L'area motoria primaria invia comandi motori volontari ai muscoli scheletrici; l'area somatosensoriale primaria riceve informazioni sensoriali dalla pelle e dai muscoli scheletrici.
- I nuclei basali nella materia bianca integrano i comandi motori.

### 2.12 Le altre parti dell'encefalo svolgono funzioni specializzate

- L'ipotalamo controlla l'omeostasi, mentre il talamo invia input sensoriali al cervello.
- Il cervelletto coordina le contrazioni dei muscoli scheletrici.
- Il bulbo e il ponte contengono centri per la regolazione della respirazione, del battito cardiaco e della pressione sanguigna.

- Il sistema di attivazione reticolare stimola il cervello attraverso il talamo, inducendo una condizione di allerta.

#### 2.13 Il sistema limbico modula la memoria, l'apprendimento e le emozioni

- L'ippocampo è coinvolto nell'immagazzinamento e nel recupero dei ricordi.
- L'amigdala determina quando una situazione induca paura.

#### Il sistema nervoso periferico

#### 2.14 Gangli e nervi costituiscono il sistema nervoso periferico

- I nervi cranici portano gli impulsi da e verso il cervello.
- I nervi spinali prendono impulsi da e verso il midollo spinale.

#### 2.15 I riflessi sono risposte automatiche del sistema nervoso somatico

- Il sistema nervoso periferico è diviso in sistema somatico e sistema autonomo.
- I nervi nel sistema somatico lavorano con la pelle, le articolazioni e i muscoli scheletrici.
- Alcune azioni sono dovute ai riflessi, che sono automatici e involontari.

#### 2.16 I sistemi autonomo parasimpatico e simpatico controllano le azioni degli organi interni

- Il sistema nervoso parasimpatico governa le risposte che si verificano durante i periodi di rilassamento.
- Il sistema nervoso simpatico è responsabile delle risposte che si verificano durante i periodi di stress.

## **C3 – Gli organi di senso**

### I recettori sensoriali

3.1 I recettori sensoriali si possono dividere in cinque categorie

- I chemiocettori, i termocettori e i meccanocettori sono tipi comuni di recettori sensoriali.
- I recettori del dolore rispondono, per esempio, a temperature o pressioni eccessive e a diverse sostanze chimiche.
- I recettori elettromagnetici sono stimolati da cambiamenti nelle onde elettromagnetiche (per esempio i fotorecettori alle radiazioni UV).

3.2 I recettori sensoriali comunicano con il sistema nervoso centrale

- I recettori sensoriali avviano impulsi nervosi che vengono trasmessi al midollo spinale e/o al cervello.
- La sensazione si verifica quando gli impulsi nervosi raggiungono la corteccia cerebrale.
- L'adattamento sensoriale è un tipo di integrazione in base al quale la risposta a uno stimolo diminuisce gradualmente.

### I chemiocettori

3.3 I recettori del gusto sono localizzati in bocca

- Sulla lingua sono presenti circa 3000 papille gustative.
- I quattro principali tipi di gusto sono dolce, aspro, salato e amaro; un quinto è chiamato umami.

3.4 I recettori dell'olfatto sono localizzati nel naso

- Le cellule olfattive sono neuroni modificati situati in alto nella cavità nasale.
- Il gusto e l'olfatto dipendono dalla combinazione di recettori che vengono stimolati.

### I fotorecettori

3.5 L'occhio a camera funziona con un'unica lente

- I tre strati dell'occhio sono la sclera, la coroide e la retina.
- Il punto cieco è l'area che non contiene bastoncelli o coni, dove il nervo ottico esce dalla retina.

3.6 Il cristallino contribuisce a mettere a fuoco gli oggetti

- La luce passa attraverso la pupilla e si concentra sulla retina.

- Nell'accomodazione visiva, l'obiettivo si arrotonda per permettere la vista di oggetti vicini.
- Con l'invecchiamento, la lente perde la sua capacità di adattarsi e diventa soggetta alla cataratta.

### 3.7 La retina invia informazioni alla corteccia visiva

- Il primo strato della retina contiene coni e bastoncelli:
  - i bastoncelli sono i recettori sensoriali per la luce fioca;
  - i coni sono i recettori sensoriali per luce e colori brillanti.
- Nel daltonismo, un tipo di cono è difettoso o in numero carente.
- Gli altri due strati della retina sono composti dalle cellule bipolari e dalle cellule gangliari.

## I meccanocettori

### 3.8 L'apparato uditivo è formato da orecchio esterno, medio e interno

- L'orecchio esterno contiene la pinna e il canale uditivo; l'orecchio medio ospita il timpano e gli ossicini; e nell'orecchio interno si trovano i canali semicircolari, del vestibolo e della coclea.
- L'orecchio ha un ruolo sia nell'udito, sia nell'equilibrio.
- I meccanocettori dell'orecchio interno sono costituiti da cellule ciliate con stereociglia.

### 3.9 Le vibrazioni sonore sono captate da cellule ciliate

- Per poter udire, il timpano e gli ossicini amplificano le onde sonore che colpiscono la membrana della finestra ovale.
- In risposta alle vibrazioni, le cellule ciliate presenti sulla membrana basilare dell'organo del Corti inviano impulsi alla corteccia cerebrale, dove vengono interpretati come suoni.

### 3.10 Nell'orecchio interno si trova anche il senso dell'equilibrio

- Per l'equilibrio rotazionale, i meccanorecettori nei canali semicircolari rilevano movimenti rotatori e/o angolari della testa.
- Per l'equilibrio gravitazionale, i meccanocettori nell'utrículo e nel sacculo rilevano i movimenti della testa sul piano verticale o orizzontale.

## **C4 – I sistemi scheletrico e muscolare**

### Le funzioni dello scheletro

#### 4.1 L'endoscheletro dei mammiferi assolve diverse funzioni

- Lo scheletro è necessario per il movimento, protegge gli organi interni, aiuta la respirazione, immagazzina e rilascia calcio e assiste altri sistemi.

### Le ossa dello scheletro

#### 4.2 Le ossa dello scheletro assiale si trovano sulla linea mediana del corpo

- Lo scheletro assiale è costituito da cranio, colonna vertebrale, gabbia toracica, osso sacro e coccige:
  - il cranio e le ossa facciali del cranio proteggono il cervello;
  - la colonna vertebrale, composta da vertebre separate da dischi che assorbono gli urti, protegge il midollo spinale e i nervi, e ancora tutte le altre ossa;
  - la gabbia toracica, composta dalle costole, dalle cartilagini costali e dallo sterno, protegge il cuore e i polmoni.

#### 4.3 Lo scheletro appendicolare è costituito dai cinti e dalle ossa degli arti

- Le ossa della cintura pettorale (spalla) e degli arti superiori sono adattate per la flessibilità.
- La cintura pelvica (ossa delle anche) e gli arti inferiori sono adattati per forza e sostegno.

#### 4.5 Le ossa sono composte da tessuti irrorati e innervati

- L'osso lungo (per esempio l'omero) presenta le seguenti strutture:
  - la cavità midollare che contiene il midollo osseo giallo;
  - l'osso compatto ai lati contiene osteoni separati da una matrice dura;
  - l'osso spugnoso alle estremità contiene midollo osseo rosso;
  - la cartilagine articolare copre le estremità di un osso lungo.

### La contrazione muscolare

#### 4.6 I muscoli scheletrici svolgono diversi ruoli strutturali e funzionali

- L'apparato muscolo-scheletrico sostiene il corpo, fa muovere le ossa, aiuta a mantenere una temperatura corporea costante, aiuta il movimento del sangue nelle vene, aiuta a proteggere gli organi interni e stabilizza le articolazioni.

#### 4.7 I muscoli scheletrici si contraggono per unità motorie

- I muscoli, attaccati alle ossa dai tendini, lavorano in coppie antagoniste.
- Un muscolo di balena ha diverse unità motorie:
  - un ciclo di contrazione comprende contrazione, rilassamento e fase latente;
  - il reclutamento è l'attivazione di più unità;
  - il tono richiede che alcune unità siano sempre in contrazione.

#### 4.8 In una cellula muscolare contratta, i sarcomeri si accorciano

- Le miofibrille, composte da unità chiamate sarcomeri, costituiscono la porzione contrattile di una cellula muscolare.

#### 4.9 L'ATP per la contrazione muscolare proviene da tre fonti

- La via della creatina-fosfato (CP) è semplice e rapida; la fermentazione (anaerobica) produce due molecole di ATP per un glucosio; e la respirazione cellulare (aerobica) produce ATP e utilizza glucosio.

#### 4.10 Le fibre muscolari sono di due tipi: rapide e lente

- Le fibre a contrazione rapida sono anaerobiche e di colore chiaro; forniscono energia esplosiva a breve termine.
- Le fibre a contrazione lenta sono aerobiche e di colore scuro; sono utili per le attività che richiedono resistenza a lungo termine.

## C5 – La circolazione e il sangue

### La circolazione sanguigna nei vertebrati

#### 5.1 Il sistema circolatorio garantisce i bisogni metabolici delle cellule

- Il sistema circolatorio fornisce ossigeno e sostanze nutritive alle cellule ed elimina l'anidride carbonica e altri rifiuti.

#### 5.2 Tutti i vertebrati hanno un sistema circolatorio chiuso

- I pesci hanno un sistema circolatorio ad anello unico; il cuore ha un atrio singolo e un singolo ventricolo.
- Altri vertebrati hanno un sistema circolatorio a due circuiti: gli anfibi e la maggior parte dei rettili presenta due atri e un ventricolo; il cuore di uccelli e mammiferi ha due atri e due ventricoli.

#### 5.3 Il cuore ha quattro camere: due atri e due ventricoli

- Un setto separa il cuore nelle metà destra e metà sinistra.
- Ogni lato del cuore presenta un atrio e un ventricolo.
- Le arterie portano il sangue fuori dal cuore; le vene portano il sangue al cuore.
- Le valvole mantengono il sangue in movimento nella direzione corretta.

#### 5.4 Il battito cardiaco è un impulso elettrico ritmico

- La sistole è la contrazione; la diastole è il rilassamento delle camere cardiache.
- Durante un singolo battito cardiaco, prima si contraggono gli atri e poi i ventricoli.
- Impulso: espansione dell'aorta a seguito della contrazione ventricolare.
- Nel sistema di conduzione cardiaca, il nodo senoatriale inizia il battito cardiaco e il nodo atrioventricolare fa contrarre i ventricoli.

#### 5.5 Ogni vaso sanguigno ha strutture adeguate alle proprie funzioni

- La pressione sanguigna nelle arterie e nelle arteriole trasporta il sangue lontano dal cuore.
- Le pareti sottili dei capillari consentono lo scambio di materiale con i tessuti.
- La contrazione dei muscoli scheletrici restituisce il sangue alle vene e alle venule verso il cuore.

#### 5.6 I vasi sanguigni formano due circuiti, polmonare e sistemico

- Circuito polmonare: le arterie polmonari portano il sangue povero di  $O_2$  ai polmoni; le vene polmonari restituiscono il sangue ricco di  $O_2$  alla circolazione cardiaca.



- Circuito sistemico: il ventricolo sinistro invia sangue ricco di O<sub>2</sub> all'aorta; la vena cava porta il sangue povero di O<sub>2</sub> all'atrio destro.
- Il sistema portale epatico inizia dal tratto digestivo e finisce nel fegato.

#### 5.7 Il sangue scorre nei circuiti grazie a un'adeguata pressione sanguigna

- La pressione sistolica è la pressione nelle arterie durante la sistole ventricolare.
- La pressione diastolica è la pressione nelle arterie durante la diastole ventricolare..

#### 5.8 L'elettrocardiogramma fornisce molte informazioni sulla salute del cuore

- L'elettrocardiogramma (ECG) misura i cambiamenti elettrici che si verificano nel cuore durante un ciclo cardiaco, rilevando vari tipi di anomalie.

### Le varie funzioni del sangue

#### 5.9 Il sangue è costituito da una porzione liquida e da una corpuscolare

- Il sangue, che è composto da elementi plasmatici e corpuscolari, ha funzioni di trasporto, di difesa dagli agenti patogeni, di aiuto per la regolazione della temperatura corporea e la formazione di grumi.
- Plasma: principalmente acqua e proteine, insieme ad alcuni nutrienti, rifiuti e sali.
- Elementi formati: globuli rossi, globuli bianchi e piastrine.

#### 5.10 Le piastrine sono parte attiva nella coagulazione del sangue

- Le piastrine si aggregano sul sito danneggiato dei vasi sanguigni, dove rilasciano il fattore di coagulazione; lunghi fili di fibrina forniscono una struttura per la coagulazione del sangue.

#### 5.11 Lo scambio capillare garantisce la vita delle cellule

- Lo scambio capillare nei tessuti sistemici aiuta a mantenere costante l'ambiente interno.
- Quando il sangue raggiunge un capillare, l'acqua entra dall'estremità arteriosa a causa della pressione sanguigna.
- L'acqua si muove verso l'estremità venosa di un capillare a causa della pressione osmotica.
- Tra l'estremità arteriosa e quella venosa, i nutrienti si diffondono dal capillare e i rifiuti si diffondono nel capillare.
- I capillari linfatici raccolgono il fluido dei tessuti in eccesso (linfa) e lo restituiscono al sistema cardiovascolare.

#### 5.12 Il tipo di sangue può essere classificato secondo vari sistemi

- La tipizzazione del sangue AB0 è determinata dalla presenza o l'assenza di antigeni A e B sulla superficie dei globuli rossi.
- L'agglutinazione del sangue avviene se l'antigene e l'anticorpo corrispondenti si incontrano.
- Il fattore Rh è un altro antigene importante nel confronto fra gruppi sanguigni.

## **C6 – Il sistema linfatico e l'immunità**

### Il sistema linfatico

#### 6.1 I vasi linfatici trasportano la linfa

- Il sistema linfatico è composto da vasi e organi linfatici.
- I capillari linfatici assorbono i liquidi e i grassi in eccesso e li trasportano nel flusso sanguigno.
- Il sistema linfatico produce, mantiene e distribuisce i linfociti e aiuta a difendere il corpo dagli agenti patogeni.

#### 6.2 Gli organi linfatici difendono l'organismo

- Il midollo osseo rosso è dove vengono prodotte tutte le cellule del sangue e dove maturano le cellule B.
- La ghiandola del timo è dove maturano le cellule T.
- I linfonodi ripuliscono la linfa dai agenti patogeni e da detriti.
- Nella milza, il sangue viene purificato da agenti patogeni e detriti.
- Le tonsille, le placche di Peyer e l'appendice sono parti di tessuto linfatico che incontrano agenti patogeni e antigeni.

### La prima difesa contro la malattia: innata e aspecifica

#### 6.3 Le difese aspecifiche comprendono varie azioni per contrastare i patogeni

- Le barriere all'ingresso sono la pelle, le mucose, la flora batterica cutanea e le molecole antimicrobiche.
- Le proteine protettive sono complemento (proteine del plasma sanguigno) e interferoni (citochine).
- I fagociti (neutrofili, eosinofili, macrofagi e cellule dendritiche) inghiottono agenti patogeni e le cellule killer naturali uccidono le cellule infettate da virus e cancerose.

#### 6.4 La risposta infiammatoria è una risposta localizzata ai patogeni

- La risposta infiammatoria coinvolge i mastociti, che rilasciano istamina per aumentare la permeabilità capillare, provocando rossore, calore, gonfiore e dolore.
- I neutrofili e i macrofagi entrano nel tessuto fluido e fagocitano gli agenti patogeni.

### La seconda difesa: specifica e acquisita

#### 6.5 La seconda linea di difesa ha come bersaglio degli antigeni specifici

- L'immunità specifica riconosce, risponde a e ricorda un antigene.

## 6.6 L'immunità specifica può essere attiva o passiva

- L'immunità attiva dura a lungo: si sviluppa naturalmente dopo l'infezione o è indotta dalla vaccinazione.
- L'immunità passiva è di breve durata: si verifica quando una persona riceve gli anticorpi o quando gli anticorpi passano dalla madre al figlio attraverso l'allattamento al seno.

## 6.7 I linfociti sono i responsabili delle difese specifiche

- Ogni cellula B e T presenta un recettore per uno specifico antigene.
- Considerate complessivamente, i linfociti B e i linfociti T presentano recettori per tutti i possibili antigeni.
- I linfociti B sono responsabili dell'immunità mediata da anticorpi.
- I linfociti T sono responsabili dell'immunità cellulo-mediata.

## 6.8 L'immunità mediata da anticorpi dipende dai linfociti B

- Dopo che un recettore delle cellule B (BCR) si combina con un antigene specifico, i linfociti B attivati subiscono la selezione clonale, con produzione di plasmacellule e cellule B della memoria
- Un anticorpo (immunoglobulina) solitamente ha forma di Y, con due siti di legame per l'antigene specifico.

## 6.9 L'immunità mediata da cellule dipende da diversi tipi di linfociti T

- Affinché un recettore delle cellule T (TCR) riconosca un antigene, esso deve esservi esposto da una cellula che presenta l'antigene, assieme a una proteina MHC. Successivamente, la cellula T attivata si divide e, a seconda dell'MHC, produce cellule T citotossiche o cellule T *helper*.

## 6.10 I linfociti T si dividono in citotossici ed *helper*

- Le cellule T citotossiche conferiscono l'immunità cellulo-mediata.
- Le cellule T *helper* coordinano l'immunità cellulo-mediata e l'immunità mediata dagli anticorpi rilasciando citochine.
- I linfociti T memoria provocano una reazione immunitaria contro un antigene che riconoscono.

## 6.11 Gli anticorpi monoclonali hanno numerosi impieghi terapeutici

- Oltre a essere un prezioso strumento di ricerca in laboratorio, gli anticorpi monoclonali sono utilizzati per la diagnosi e il trattamento medico, i test di gravidanza e la cura del cancro.

## I disturbi del sistema immunitario

### 6.12 Il rigetto rende difficoltoso il trapianto di organi

- Il rigetto degli organi trapiantati si verifica perché il sistema immunitario sta correttamente distinguendo tra sé e non sé.
- Il rigetto di un organo può essere controllato dai farmaci immunosoppressori. Lo xenotrapianto e l'ingegneria tissutale sono delle alternative.

### 6.13 Le malattie autoimmuni sono disturbi a lungo termine

- Nelle malattie autoimmuni, come l'artrite reumatoide, la miastenia grave e il lupus, il sistema immunitario attacca erroneamente i tessuti del corpo.

### 6.14 Le reazioni allergiche possono essere debilitanti e talvolta pericolose

- Le allergie sono ipersensibilità a determinati allergeni.
- Una risposta allergica immediata si manifesta in pochi secondi ed è causata da anticorpi IgE.
- Lo shock anafilattico è una pericolosa risposta allergica immediata caratterizzata da un improvviso calo della pressione sanguigna.
- Una risposta allergica ritardata si verifica dopo 1-3 giorni dal contatto con l'allergene.

## C7 – Il sistema respiratorio

### Lo scambio dei gas respiratori

7.1 La respirazione è un processo suddivisibile in più tappe

- La ventilazione è la respirazione polmonare.
- La respirazione esterna è lo scambio di gas tra l'aria e il sangue nei polmoni.
- La respirazione interna è uno scambio gassoso tra il sangue e il fluido tissutale.
- Lo scopo della respirazione è fornire ossigeno per la respirazione cellulare.

7.2 La superficie respiratoria esterna deve essere umidificata

- Piccoli animali acquatici possono scambiare gas direttamente con l'esterno.
- Gli animali acquatici complessi presentano branchie.
- I lombrichi usano una superficie del corpo umida per lo scambio di gas e, quindi, possono rimanere sottoterra.
- Gli insetti usano la trachea per fornire ossigeno direttamente ai muscoli.
- I vertebrati terrestri solitamente presentano polmoni e l'aria viene inumidita prima che vi entri.

### I polmoni

7.3 Il sistema respiratorio comprende strutture che portano aria ai polmoni

- L'aria è riscaldata e umidificata nel naso.
- I passaggi per l'aria e il cibo si incontrano nella faringe, permettendoci di respirare attraverso la bocca.
- La glottide si apre nella laringe e la trachea collega la laringe ai bronchi.
- Due bronchi conducono ai polmoni e ai rami destro e sinistro nei bronchioli.
- I bronchioli finiscono negli alveoli, che formano i polmoni.

### Le fasi respiratorie: la ventilazione e il trasporto dei gas

7.4 La respirazione comporta l'inspirazione e l'espirazione

- L'inspirazione consiste in contrazioni muscolari che abbassano il diaframma e sollevano le costole e che provocano la pressione negativa che fa fluire l'aria.
- Durante l'espirazione, i muscoli delle costole e del diaframma si rilassano e l'aria esce a causa dell'aumento di pressione.

7.5 Il ritmo respiratorio è controllato da un centro respiratorio

- La respirazione è automatica, ma una diminuzione del pH può indurre il centro respiratorio nel midollo allungato ad accelerare la velocità.

## 7.6 La respirazione esterna e interna non richiedono energia, ma emoglobina

- Nei polmoni, la  $P_{CO_2}$  è più alta nel sangue mentre la  $P_{O_2}$  è più alta nei polmoni; la  $CO_2$  diffonde dal sangue verso i polmoni e l' $O_2$  diffonde dai polmoni al sangue.
- Nei tessuti, la  $P_{O_2}$  è più alta nel sangue e la  $P_{CO_2}$  è più alta nei tessuti; pertanto, l' $O_2$  si diffonde dal sangue e la  $CO_2$  si diffonde nel sangue.

## **C8 – La digestione e la nutrizione**

### Sistemi digerenti adatti a vari tipi di nutrizione

8.1 Il sistema digerente ingerisce, digerisce, assorbe ed elimina

- L'ingestione è l'assunzione di cibo.
- La digestione fornisce alle cellule i nutrienti.
- L'assorbimento si verifica quando le molecole nutritive vengono introdotte nel corpo, di solito attraverso il flusso sanguigno.
- L'eliminazione è la rimozione delle molecole non assorbite dal corpo.

8.2 Gli animali presentano strategie alimentari diversificate

- Possono ingerire il cibo in pezzi o intero.
- Possono raccogliere e mangiare piccole particelle filtrando l'acqua.
- Possono consumare fluidi.
- Possono vivere sul o nel cibo di cui si nutrono.

8.3 Un sistema digerente completo presenta compartimenti specializzati

- Un sistema digerente incompleto ha una singola apertura attraverso la quale i nutrienti entrano ed escono.
- Un sistema digerente completo presenta una bocca e un ano.
- Le parti specializzate comprendono il gozzo, il ventriglio, la ceca e la cloaca negli uccelli; un rumine nelle vacche; e un cieco nei conigli.

### Un sistema digerente adatto a una dieta onnivora

8.4 Nella bocca avvengono le prime fasi della digestione

- I denti masticano il cibo; la saliva contiene amilasi salivare che serve a digerire l'amido; la lingua forma un bolo alimentare per la deglutizione.

8.5 Nella faringe avviene l'ingestione del cibo

- L'esofago è un tubo muscolare che passa dalla faringe allo stomaco.
- Durante la deglutizione, il passaggio dell'aria viene bloccato dal palato molle e dall'epiglottide in modo che il bolo alimentare entri nell'esofago.
- Dopo la deglutizione, nell'esofago comincia la peristalsi.

8.6 L'esofago conduce il cibo allo stomaco dove ha luogo la digestione chimica

- Lo stomaco si espande e immagazzina il cibo, che viene agitato e mescolato assieme ai succhi gastrici acidi.



- I succhi gastrici contengono pepsina, un enzima che serve per la digestione delle proteine.

#### 8.7 Nell'intestino tenue termina la digestione e sono assorbiti i nutrienti

- Il duodeno accoglie il succo pancreatico e la bile proveniente dalla cistifellea.
- La bile emulsiona il grasso e lo prepara per la digestione grazie alla lipasi.
- Il pancreas produce amilasi pancreatiche (per la digestione dei carboidrati), tripsina (per le proteine) e lipasi (per i grassi).
- Gli enzimi intestinali completano la digestione fino a che rimangono piccole molecole nutritive, che vengono assorbite dai villi.

#### 8.8 I prodotti del pancreas e del fegato contribuiscono alla digestione chimica

- Il fegato produce la bile, distrugge i vecchi globuli, disintossica il sangue, produce proteine plasmatiche, immagazzina il glucosio e produce l'urea.

#### 8.9 Stomaco e duodeno sono anche organi endocrini

- Lo stomaco produce gastrina che aiuta a regolare la digestione degli alimenti.
- Il duodeno produce secretina e colecistochinina.

#### 8.10 L'intestino crasso assorbe l'acqua e prepara gli scarti

- Oltre all'acqua, l'intestino crasso assorbe anche i sali e alcune vitamine, e forma le feci.

### I nutrienti e la dieta bilanciata

#### 8.11 I carboidrati forniscono energia di pronto uso e fibre

- Zuccheri e amidi forniscono energia alle cellule.
- I carboidrati integrali sono più nutrienti; la fibra è cellulosa che può essere ingerita.

#### 8.12 I lipidi forniscono energia per l'utilizzo a lungo termine

- I trigliceridi forniscono energia; i grassi vengono immagazzinati.
- Gli alimenti di origine animale contengono grassi saturi e colesterolo.
- Gli acidi alfa-linoleico e linoleico sono acidi grassi essenziali.
- L'alta assunzione di grassi saturi, grassi trans e colesterolo è dannosa per la salute.

#### 8.13 Le proteine mettono a disposizione «materiale da costruzione» per le cellule

- Le proteine, che forniscono tutti gli amminoacidi essenziali, comprendono carne, pesce, pollame, uova, noci, soia e formaggio.

#### 8.14 I minerali hanno diversi ruoli metabolici e strutturali

- I sali minerali regolano le reazioni biochimiche, mantengono l'equilibrio dei fluidi e sono incorporati in strutture e composti.

#### 8.15 Le vitamine hanno un importante ruolo regolatore del metabolismo

- Le vitamine, ottenute dalla maggior parte dei cibi, regolano il metabolismo e lo sviluppo fisiologico; le vitamine C, E e A sono antiossidanti.

## C9 – L'escrezione e l'osmoregolazione

### Gli scarti metabolici degli animali

9.1 Gli scarti azotati sono eliminati sotto forma di ammoniaca, urea o acido urico

- I gruppi amminici (-NH<sub>2</sub>) rimossi dagli amminoacidi e gli acidi nucleici vengono convertiti in ammoniaca, urea o acido urico per l'escrezione.
- Gli animali acquatici eliminano l'ammoniaca, che richiede acqua ma non energia da per essere prodotta.
- Squali, anfibi adulti e mammiferi espellono l'urea, che richiede energia per essere prodotta ma meno acqua nell'espulsione.  
proteine → amminoacidi → -NH<sub>2</sub> → ammoniaca / urea / acido urico
- I rettili e gli uccelli espellono l'acido urico, la cui produzione è la più esigente in termini di energia.

### L'osmoregolazione

9.2 I vertebrati acquatici mostrano diversi adattamenti per il bilancio idro-salino

- I pesci cartilaginei presentano sangue isotonico per l'acqua di mare perché contiene abbondante urea.
- I pesci ossei marini devono compensare la perdita osmotica dell'acqua bevendo costantemente acqua e pompando il sale verso le branchie.
- I pesci ossei d'acqua dolce devono adattarsi al guadagno osmotico dell'acqua, quindi non bevono acqua ma pompano il sale alle branchie.

### La struttura e la funzione del rene umano

9.3 I reni presentano tre settori anatomici e funzionali

- Le parti del rene sono la corteccia renale, il midollo renale e la pelvi renale.

9.4 Le unità funzionali renali sono i tubuli renali, chiamati nefroni

- Un nefrone (tubulo renale) ha una capsula glomerulare, un tubulo contorto prossimale, un'ansa, un tubulo contorto distale e un dotto collettore.
- L'afflusso di sangue verso un nefrone passa attraverso l'arteriola afferente, il glomerulo, l'arteriola efferente, una rete capillare peritubulare e una venula.

9.5 La formazione di urina avviene in tre fasi

- Durante la filtrazione glomerulare, piccole molecole si spostano nella capsula glomerulare.

- Il riassorbimento tubulare avviene nel tubulo contorto prossimale e comporta il riassorbimento della maggior parte dell'acqua, di tutti i nutrienti e di altre piccole molecole, a eccezione dell'urea.
- Durante la secrezione tubulare, al filtrato vengono aggiunte sostanze come gli ioni di idrogeno, l'ammoniaca, la creatinina, l'istamina e la penicillina.

#### 9.6 I reni concentrano l'urina per mantenere il bilancio idro-salino dell'organismo

- Gran parte dell'acqua e dei sali è riassorbita nel tubulo contorto prossimale.
- Nei mammiferi, il ciclo del nefrone concentra l'urina.
- Nei tratti ascendenti, la concentrazione di sale nel midollo aumenta e l'urea viene passivamente rilasciata dal dotto collettore.
- L'acqua lascia il tratto discendente e il dotto collettore man mano che scorre.
- La secrezione di ADH regola il riassorbimento d'acqua nel tubulo contorto distale e nel dotto collettore.

#### 9.7 Il bilancio acido-base è mantenuto dal lavoro dei polmoni e dei reni

- I polmoni espellono  $\text{CO}_2$ , una sostanza che tende a rendere il sangue acido.
- I reni espellono  $\text{H}^+$  attraverso la formazione di ioni ammonio ( $\text{NH}_4^+$ ) e il riassorbimento degli ioni bicarbonato, alla bisogna.
- L'acidosi è un pH del sangue inferiore a 7,34.
- L'alcalosi è un pH del sangue superiore 7,45.

#### 9.8 Il nostro organismo può andare incontro a disidratazione o iperidratazione

- La disidratazione è dovuta alla perdita di acqua dalle cellule e viene trattata con l'assunzione di una soluzione a basso contenuto di sodio.
- L'intossicazione da acqua è dovuta all'aumento dell'acqua nelle cellule e viene trattata con l'assunzione endovenosa di una soluzione ad alto contenuto di sodio.

## **C10 – Il controllo ormonale**

### I segnali chimici del sistema endocrino

#### 10.1 Il sistema endocrino e il sistema nervoso lavorano in modo coordinato

- Il sistema nervoso agisce rapidamente perché sfrutta gli assoni che rilasciano neurotrasmettitori per la stimolazione dell'organo bersaglio (per esempio, un muscolo).
- Il sistema endocrino agisce più lentamente ma ha effetti più duraturi; le sue ghiandole rilasciano ormoni che viaggiano nel sangue per arrivare agli organi.
- Entrambi i sistemi utilizzano meccanismi di feedback negativo.

#### 10.2 Gli ormoni influenzano il metabolismo cellulare

- Gli ormoni peptidici sono i primi messaggeri ricevuti dai recettori della membrana plasmatica. Il secondo messaggero modifica il metabolismo della cellula.
- Gli steroidi entrano nella cellula o nel nucleo, dove si legano a un recettore. Il complesso stimola un gene, che dà origine a una proteina come risposta al segnale ormonale.

#### 10.3 Il sistema endocrino produce una gamma di ormoni

- Gli ormoni influenzano l'osmolarità del sangue, i livelli di glucosio e calcio nel sangue, il metabolismo e la maturazione e la funzione degli organi riproduttivi.

### L'ipotalamo e l'ipofisi

#### 10.4 L'ipotalamo è un organo condiviso dai sistemi nervoso ed endocrino

- L'ipotalamo produce gli ormoni rilasciati dall'ipofisi posteriore.
- L'ormone antidiuretico (ADH) provoca il riassorbimento di acqua da parte dei reni.
- L'ossitocina stimola l'utero a contrarsi durante il parto e promuove il rilascio del latte durante l'allattamento.
- L'ipotalamo produce ormoni che stimolano o inibiscono l'ipotalamo e che controllano le ghiandole pituitarie anteriori.

#### 10.5 Il lobo anteriore dell'ipofisi produce gli ormoni atropici e tropici

- Gli ormoni non-tropici comprendono la prolattina (PRL), l'ormone della crescita (GH) e l'ormone stimolante dei melanociti (MSH).
- Gli ormoni tropici sono l'ormone stimolante della tiroide (TSH), l'ormone adrenocorticotropo (ACTH) e gli ormoni gonadotropici (FSH e LH).
- L'ipotalamo stimola la ghiandola pituitaria anteriore a rilasciare ormoni, che stimolano la tiroide, la corteccia surrenale o le gonadi a rilasciare ormoni. Il feedback di questi ormoni controlla l'ipotalamo e la ghiandola pituitaria anteriore.

## Il controllo ormonale

### 10.6 Le ghiandole surrenali reagiscono alle situazioni di stress

- Il midollo del surrene rilascia adrenalina e norepinefrina, che hanno effetti a breve termine.
- La corteccia surrenale secreta ormoni che forniscono una risposta a lungo termine allo stress.
- I glucocorticoidi regolano il metabolismo dei carboidrati, delle proteine e dei grassi, portando a un aumento dei livelli di glucosio nel sangue.
- I mineralcorticoidi aiutano a regolare l'escrezione di sodio e potassio.
- In entrambi i sessi, la corteccia surrenale rilascia anche una piccola quantità di ormoni sessuali sia maschili che femminili.

### 10.7 Il pancreas regola la concentrazione del glucosio nel sangue

- Nel pancreas, le cellule delle isole di Langerhans rilasciano l'insulina dopo aver mangiato, provocando un normale assorbimento e conservazione del glucosio, riducendo in tal modo la glicemia.
- Le cellule delle isole di Langerhans rilasciano glucagone tra i pasti, causando la scomposizione del glicogeno in glucosio e aumentando così la glicemia.

### 10.8 Le azioni dirette dalla tiroide e dalle paratiroidi

- La tiroide secreta la triiodotironina (T3) e la tiroxina (T4), che aumentano il metabolismo di tutte le cellule.
- L'ipotiroidismo è la causa del cretinismo e del gozzo semplice.
- L'ipertiroidismo può portare a gozzo esoftalmico, caratterizzato da una tiroide ingrossata e occhi sporgenti.
- La tiroide e le paratiroidi regolano il livello di calcio nel sangue

## C11 – La riproduzione e lo sviluppo

### Le modalità di riproduzione negli animali

#### 11.1 Le modalità di riproduzione negli animali

- Nella riproduzione asessuata, un singolo genitore produce una prole che è geneticamente identica al genitore.
- Nella riproduzione sessuata, l'uovo di un genitore è fecondato dallo sperma di un altro, producendo prole geneticamente differente dai genitori.

### Il sistema riproduttivo umano

#### 11.2 Le gonadi maschili sono i testicoli

- Il sistema riproduttivo maschile umano comprende testicoli, epididimi, dotti deferenti e uretra.
- Il pene è l'organo per il rapporto sessuale.
- Lo sperma è composto da spermatozoi e secrezioni prodotte dalle vescicole seminali, dalla ghiandola prostatica e dalle ghiandole bulbouretrali.
- Con l'orgasmo maschile si ha l'eiaculazione del seme attraverso il pene.

#### 11.3 Nei testicoli si formano gli spermatozoi e si producono ormoni sessuali maschili

- I testicoli contengono i tubuli seminiferi, che producono spermatozoi, e le cellule interstiziali, che producono testosterone.
- Il testosterone è l'ormone che influenza il funzionamento degli organi sessuali, la maturazione degli spermatozoi e le caratteristiche sessuali secondarie maschili.

#### 11.4 Le gonadi femminili sono le ovaie

- Il sistema riproduttivo femminile umano comprende le ovaie, gli ovidotti, l'utero e la vagina.
- L'area genitale esterna femminile comprende l'apertura vaginale, il clitoride, le piccole labbra e le grandi labbra.
- L'orgasmo femminile culmina nelle contrazioni dell'utero e dell'ovidotto.

#### 11.5 Nelle ovaie si formano gli oociti e si producono ormoni sessuali femminili

- La produzione di un ovulo si verifica quando il follicolo passa da primario a secondario fino a diventare un follicolo vescicolare.
- Le ovaie producono estrogeni e progesterone, i quali sono responsabili della conservazione delle caratteristiche sessuali femminili.

### 11.6 Il ciclo ovarico controlla il ciclo uterino

- Nel ciclo ovarico:
  - durante la fase follicolare, l'FSH fa maturare un follicolo che secerne estrogeni e un po' di progesterone;
  - durante la fase luteale, LH promuove lo sviluppo del corpo luteo, che secerne il progesterone.
- Nel ciclo uterino:
  - gli estrogeni inducono l'ispessimento del rivestimento uterino;
  - il progesterone causa la secrezione del rivestimento.

### 11.7 Diverse malattie si trasmettono tra le persone per via sessuale

- Le malattie sessualmente trasmissibili più comuni sono l'AIDS, il virus dell'herpes simplex (HSV), il papillomavirus umano (HPV), le infezioni da clamidia, la sifilide e la gonorrea.

### Dallo zigote all'embrione e infine al feto

#### 11.8 Lo sviluppo ha inizio con gli stadi cellulari e procede con gli stadi tissutali

- Dalla divisione risulta un embrione multicellulare (morula) e quindi una blastula.

#### 11.9 Dalla gastrula si differenziano tre foglietti germinali embrionali

- Una gastrula matura ha tre foglietti germinali: ectoderma, endoderma e mesoderma.
- Ogni foglietto germinale si sviluppa in organi specifici.
- Il sistema nervoso si sviluppa dall'ectoderma appena sopra la notocorda; la piastra neurale appare, e quindi le pieghe neurali diventano il tubo neurale.

#### 11.10 Le membrane extraembrionali giocano un ruolo primario nello sviluppo

- Le membrane extraembrionali (corion, amnio, allantoide e sacco vitellino) rendono possibile lo sviluppo interno.

#### 11.11 Lo sviluppo embrionale si completa nei primi due mesi di gravidanza

- Lo sviluppo embrionale copre i primi due mesi di sviluppo, dalla fecondazione alla comparsa dei sistemi di organi.

#### 11.14 Lo sviluppo del feto va dal terzo e al nono mese di gravidanza

- Nella placenta gli scambi forniscono ossigeno e sostanze nutritive al feto e rimuovono anidride carbonica e rifiuti.



- Durante il terzo e il quarto mese, lo scheletro si ossifica e il sesso del feto è distinguibile.
- Tra il quinto e il settimo mese inizia il movimento fetale e il feto continua a crescere e ad aumentare di peso.
- La gravidanza termina con la nascita del neonato:
  - stadio 1 (dilatazione): iniziano le contrazioni uterine; cervice dilata;
  - stadio 2 (espulsione): le contrazioni uterine si verificano ogni 1 o 2 minuti; il bambino nasce e il cordone ombelicale viene tagliato;
  - stadio 3 (secondamento): le contrazioni muscolari uterine riducono l'utero e rimuovono la placenta, che viene espulsa.