Verifica di fine parte III

Scienze naturali 4 · Parte III · Il corpo umano: nutrizione, scambi e difesa · versione 1.0
Verifica: Verifica di fine parte III · pagine 335–340 del volume completo · estratto per lo studio

Il corpo umano: nutrizione, scambi e difesa (parte III: capitoli 7–11). Tempo: 100 minuti. Punteggio totale: 100 punti. Puoi usare la calcolatrice e le tavole dell'appendice (costanti, masse atomiche, principali ormoni). Nei calcoli scrivi i passaggi e indica sempre le unità di misura; dai i risultati con un numero ragionevole di cifre significative. Dove non è indicato diversamente, usa i valori tipici di un adulto a riposo, al livello del mare: sono valori indicativi, arrotondati, e i dati dei problemi sono di esempio.

Punteggio. Scelta multipla: 2 punti per ogni risposta corretta (24 punti). Vero o falso: 2 punti ciascuno; 1 punto se la risposta è giusta ma la correzione dell'affermazione falsa manca o è sbagliata (12 punti). Applicare: 5 punti ciascuno, di cui 3 per l'impostazione e i passaggi e 2 per il risultato corretto con le unità (40 punti). Indagare e argomentare: 6 punti ciascuno, 2 per i concetti scientifici corretti, 2 per la completezza del ragionamento, 2 per la chiarezza e l'uso del lessico specifico (24 punti).

Comprendere e ricordare (12 × 2 punti)

1. ● Quale di queste coppie enzima–substrato è corretta?
   - **A.** lipasi pancreatica – trigliceridi emulsionati
   - **B.** pepsina – amido
   - **C.** lattasi – saccarosio
   - **D.** amilasi salivare – proteine

2. ●● Dopo un pasto ricco di grassi, quale ormone liberato dalla mucosa del duodeno fa contrarre la cistifellea, stimola la secrezione degli enzimi pancreatici e rallenta lo svuotamento dello stomaco?
   - **A.** la gastrina
   - **B.** la secretina
   - **C.** la colecistochinina (CCK)
   - **D.** il glucagone

3. ● L'aria che a ogni respiro riempie le vie di conduzione, dalla trachea ai bronchioli terminali, e non partecipa agli scambi gassosi costituisce:

   A. il volume residuo

   B. lo spazio morto anatomico

   C. la capacità funzionale residua

   D. il volume di riserva espiratoria

4. ●● La curva di dissociazione dell'emoglobina ha forma a S (sigmoide) perché:

   A. l'ossigeno è poco solubile nel plasma

   B. l'emoglobina lega anche il diossido di carbonio sull'eme

   C. nei globuli rossi l'anidrasi carbonica accelera il legame dell'ossigeno

   D. il legame di una molecola di O_2 a una subunità rende più facile il legame alle altre subunità (cooperatività)

5. ●●● In un muscolo che lavora intensamente l'emoglobina cede ai tessuti molto più ossigeno che a riposo. Quale insieme di fattori lo spiega?

   A. P_{O_2} più bassa nei tessuti e curva di dissociazione spostata a destra da più CO_2, più acidità e temperatura più alta

   B. P_{O_2} più alta nei tessuti e curva spostata a sinistra dall'aumento del pH

   C. aumento della quantità di emoglobina in ogni globulo rosso durante lo sforzo

   D. sostituzione dell'emoglobina con la mioglobina, che cede l'ossigeno più facilmente

6. ● Le vene polmonari portano il sangue:

   A. all'atrio destro

   B. al ventricolo destro

   C. all'atrio sinistro

   D. al ventricolo sinistro

7. ●● In un elettrocardiogramma l'intervallo PR, dall'inizio dell'onda P all'inizio del complesso QRS, misura soprattutto:

   A. la ripolarizzazione degli atri

   B. il ritardo della conduzione nel nodo atrioventricolare

   C. la durata della sistole ventricolare

   D. la durata dell'intero ciclo cardiaco

8. ●●● Il *plasma* (non i globuli rossi) di un donatore di gruppo AB può essere trasfuso, dal punto di vista del sistema AB0, a riceventi:

   A. soltanto di gruppo AB

   B. soltanto di gruppo 0

   C. di gruppo A e B, ma non 0

   D. di qualunque gruppo

9. ●● I linfociti T helper (CD4) riconoscono:
   - **A.** peptidi presentati da molecole MHC di classe II sulle cellule che presentano l'antigene
   - **B.** peptidi presentati da molecole MHC di classe I sui globuli rossi
   - **C.** antigeni interi, liberi nel plasma, come fanno i linfociti B
   - **D.** la porzione Fc degli anticorpi legati ai batteri

10. ●●● A quattro mesi un bambino, figlio di una madre immune al morbillo e non ancora vaccinato, viene a contatto con il virus e non si ammala; a due anni, se non fosse vaccinato, si ammalerebbe. La spiegazione più probabile è che a quattro mesi:
    - **A.** aveva già cellule della memoria contro il virus, che poi si sono perse
    - **B.** era protetto dalle IgG materne passate attraverso la placenta, che nei mesi successivi vengono degradate
    - **C.** le IgE del latte materno neutralizzavano il virus nel sangue
    - **D.** il suo timo non era ancora attivo, e quindi il virus non poteva infettarlo

11. ● Il tratto del nefrone che riassorbe circa due terzi dell'acqua e del Na^+ filtrati è:
    - **A.** l'ansa di Henle
    - **B.** il dotto collettore
    - **C.** il tubulo contorto distale
    - **D.** il tubulo contorto prossimale

12. ● Dopo una partita giocata sotto il sole, con molta sudorazione e senza bere, l'osmolarità del plasma aumenta. Quale risposta ti aspetti?
    - **A.** meno ADH e urina abbondante e diluita
    - **B.** più peptide natriuretico atriale e più Na^+ nelle urine
    - **C.** più ADH, acquaporine nel dotto collettore e urina scarsa e concentrata
    - **D.** chiusura dello sfintere esterno dell'uretra e arresto della filtrazione

Vero o falso (6 × 2 punti; correggi le affermazioni false)

13. ● Il succo pancreatico contiene ioni idrogenocarbonato, HCO_3^-, che neutralizzano l'acidità del chimo nel duodeno.

14. ●● Secondo i fattori energetici dell'etichetta nutrizionale europea, la fibra alimentare non contribuisce al valore energetico di un alimento, perché i nostri enzimi non riescono a idrolizzarla.

15. ● In un respiro tranquillo l'inspirazione è un processo attivo, mentre l'espirazione è passiva.

16. ●● Lungo la grande circolazione la pressione del sangue cala soprattutto nei capillari, che sono il tratto con la sezione totale più grande.

17. ●●● Le cellule NK e i linfociti T citotossici riconoscono una cellula infettata nello stesso modo: entrambi legano un preciso peptide virale presentato da una molecola MHC di classe I.

18. ●● Le cellule dei tubuli renali secernono ioni H^+ e, per ciascuno di essi, restituiscono al sangue uno ione HCO_3^-: per questo il pH dell'urina può variare molto mentre quello del sangue resta quasi costante.

Applicare (8 × 5 punti)

19. ● Una barretta ai cereali da 35 g riporta, per 100 g: grassi 18 g (di cui saturi 7 g), carboidrati 62 g (di cui zuccheri 30 g), fibre 6 g, proteine 8 g, sale 0,3 g. a) Calcola con i fattori UE l'energia di 100 g in kJ e in kcal. b) Quanta energia fornisce una barretta? c) Quale percentuale dell'energia viene dai grassi e quale dagli zuccheri?

20. ●● Sulla vetta del Monte Bianco, a circa 4800 m, la pressione atmosferica, secondo l'atmosfera standard, è circa 416 mmHg. a) Calcola la P_{O_2} dell'aria secca e quella dell'aria nella trachea, satura di vapore acqueo a 37 °C (47 mmHg), e confronta quest'ultima con il valore al livello del mare. b) In vetta un alpinista respira 20 volte al minuto con un volume corrente di 0,70 L; lo spazio morto è 0,15 L. Calcola la ventilazione al minuto e la ventilazione alveolare e confrontale con quelle a riposo in pianura (12 atti/min, 0,50 L).

21. ●●● Una ragazza con anemia ha 9,0 g/dL di emoglobina; la sua P_{O_2} è 95 mmHg nel sangue arterioso e 40 mmHg nel sangue venoso. a) Con il modello di Hill ($n = 2{,}7$, $P_{50} = 27$ mmHg) calcola la saturazione nei due casi. b) Quanti millilitri di O_2 cede ai tessuti ogni decilitro di sangue (1,34 mL di O_2 per grammo di emoglobina saturata)? Trascura l'ossigeno disciolto. c) Confronta il risultato con quello di una persona con 15 g/dL e le stesse pressioni parziali. Quale gittata cardiaca servirebbe alla ragazza per consegnare ai tessuti, in un minuto, lo stesso ossigeno che la seconda persona consegna con 5,5 L/min?

22. ●● Un elettrocardiogramma registrato a 25 mm/s subito dopo aver salito alcune rampe di scale mostra due onde R successive distanti 12 quadretti piccoli; l'intervallo PR è di 5 quadretti piccoli e il complesso QRS di 2. a) Calcola la durata del ciclo cardiaco e la frequenza cardiaca. b) PR e QRS rientrano nei valori tipici? c) Se in quel momento la gittata sistolica è 80 mL, quanto vale la gittata cardiaca? Di quante volte è maggiore di quella a riposo, 70 battiti/min × 70 mL?

23. ● A riposo la gittata cardiaca di un atleta è 6,0 L/min; la sezione della sua aorta è 3,0 cm^2. a) Esprimi la portata in cm^3/s e calcola la velocità media del sangue nell'aorta. b) Nei capillari la velocità media misurata è 0,40 mm/s: quale sezione totale devono avere i capillari? Quante volte è più grande di quella dell'aorta? c) Quanto tempo impiega un globulo rosso a percorrere un capillare lungo 0,80 mm, e perché questo tempo è importante?

24. ●●● Per una malattia infettiva si stima $R_0 = 12$; il vaccino disponibile protegge il 97 % dei vaccinati. a) Con il modello semplificato calcola la soglia dell'immunità di gregge e la copertura vaccinale necessaria. b) In una regione la copertura è dell'88 %: quale frazione della popolazione è effettivamente protetta? Basta a impedire la diffusione? c) Qual è il valore massimo di R_0 di una malattia che, con quella copertura e quel vaccino, non riuscirebbe a diffondersi?

25. ●●● In un adulto la creatinina nel plasma è 1,0 mg/dL; in un giorno produce 1,5 L di urina che contiene 1,2 g/L di creatinina e 16 g/L di urea. La concentrazione dell'urea nel plasma è 30 mg/dL. a) Sapendo che la creatinina viene filtrata ma né riassorbita né (in prima approssimazione) secreta, stima la velocità di filtrazione glomerulare in L al giorno e in mL/min. b) Con questa VFG calcola la massa di urea filtrata e quella escreta in un giorno, e la percentuale di urea riassorbita.

26. ●● A riposo la gittata cardiaca di una persona è 5,2 L/min e i reni ne ricevono il 21 %; l'ematocrito è 45 % e la VFG è 125 mL/min. a) Calcola il flusso di sangue e il flusso di plasma che attraversano i reni ogni minuto. b) Quale percentuale del plasma che arriva ai glomeruli viene filtrata? c) Perché nel glomerulo non viene filtrato tutto il plasma, ma soltanto una parte? Indica le pressioni in gioco.

Indagare e argomentare (4 × 6 punti)

27. ●● Progetta un esperimento per verificare che i sali biliari accelerano la digestione dei grassi da parte della lipasi. Hai a disposizione latte intero, una soluzione di lipasi, sali biliari in polvere, una soluzione diluita di carbonato di sodio, fenolftaleina, provette, un bagno termostatico a 37 °C e un cronometro. Indica l'ipotesi, la variabile indipendente, quella dipendente (come la misuri) e quelle da tenere costanti, le provette di controllo, il risultato atteso e le norme di sicurezza. Spiega perché i sali biliari agiscono anche se non sono enzimi.

28. ●●● Confronta due situazioni: a) uno studente, in preda all'ansia prima di un'interrogazione, respira per alcuni minuti molto in fretta e a fondo; b) una persona con una malattia polmonare cronica ventila troppo poco, per mesi. Per ciascuna spiega che cosa accade a P_{CO_2} e pH del sangue, usando l'equilibrio $CO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2CO_3 \rightleftarrows H^+ + HCO_3^-$, come rispondono i chemocettori e come si sposta la curva dell'emoglobina. Spiega infine perché nella situazione b) sono i reni a compensare, che cosa fanno e perché non possono farlo nella situazione a).

29. ●● Nei capillari una parte del plasma esce nei tessuti e non tutta rientra. Spiega, collegando i capitoli sul sangue, sul fegato e sul sistema linfatico: perché esce liquido all'estremità arteriosa e rientra all'estremità venosa; dove va e come torna nel sangue la parte che non rientra; perché si forma un edema 1) in una persona con una grave malattia del fegato, che produce poca albumina, e 2) nel braccio di una persona a cui sono stati asportati i linfonodi dell'ascella.

30. ●●● Una compagna sostiene: «Se quasi tutti sono vaccinati, io posso anche non vaccinarmi: tanto sono protetta dagli altri». Rispondile in modo argomentato: spiega che cosa fa un vaccino nel sistema immunitario (risposta primaria, cellule della memoria, risposta secondaria), che cos'è l'immunità di gregge e da che cosa dipende la sua soglia, chi ne dipende davvero e che cosa succede se molte persone ragionano come lei, in particolare per una malattia molto contagiosa come il morbillo.

Soluzioni

1. A (2 punti). La lipasi pancreatica idrolizza i trigliceridi emulsionati dalla bile in monogliceridi e acidi grassi. La pepsina agisce sulle proteine, la lattasi sul lattosio (il saccarosio è scisso dalla saccarasi), l'amilasi salivare sull'amido.

2. C (2 punti). La colecistochinina è liberata dal duodeno quando arrivano grassi e amminoacidi. La secretina risponde al chimo acido e fa secernere HCO_3^-; la gastrina agisce sullo stomaco; il glucagone è un ormone del pancreas endocrino che regola la glicemia.

3. B (2 punti). È lo spazio morto anatomico, circa 150 mL: è la prima aria che arriva agli alveoli a ogni inspirazione, ma è aria già espirata. Il volume residuo resta nei polmoni dopo un'espirazione massima.

4. D (2 punti). La forma sigmoide nasce dalla cooperatività fra le quattro subunità: ogni O_2 legato cambia la forma della proteina e facilita il legame (o il distacco) degli altri. Il CO_2 si lega ai gruppi amminici, non all'eme; l'anidrasi carbonica riguarda il CO_2.

5. A (2 punti). Nel muscolo che lavora la P_{O_2} scende (fino a circa 20 mmHg) e si è nella parte ripida della curva; in più CO_2, H^+ e calore spostano la curva a destra (effetto Bohr), e a parità di P_{O_2} la saturazione è più bassa.

6. C (2 punti). Le vene polmonari riportano il sangue ossigenato dai polmoni all'atrio sinistro; da qui passa nel ventricolo sinistro e nell'aorta.

7. B (2 punti). L'intervallo PR (circa 0,12–0,20 s) misura soprattutto il ritardo dell'impulso nel nodo atrioventricolare, che dà agli atri il tempo di svuotarsi. La ripolarizzazione degli atri è nascosta nel QRS; la durata del ciclo è l'intervallo R–R.

8. D (2 punti). Il plasma di gruppo AB non contiene né anti-A né anti-B, quindi non agglutina i globuli rossi di alcun ricevente. Per i globuli rossi vale il contrario: il donatore «universale» è il gruppo 0.

9. A (2 punti). I T helper portano CD4 e leggono, con il loro TCR, peptidi presentati da MHC II sulle cellule che presentano l'antigene (cellule dendritiche, macrofagi, linfociti B). Le MHC I sono lette dai T CD8; i globuli rossi non hanno MHC; i linfociti T non riconoscono l'antigene libero.

10. B (2 punti). È un'immunità passiva naturale: le IgG materne attraversano la placenta e proteggono il bambino nei primi mesi, poi vengono degradate e non lasciano memoria. Il bambino non aveva incontrato il virus, quindi non poteva avere cellule della memoria; le IgE non hanno questo ruolo.

11. D (2 punti). Il tubulo contorto prossimale, con il suo orletto a spazzola, riassorbe circa due terzi dell'acqua e del Na^+ filtrati e, in una persona sana, tutto il glucosio e gli amminoacidi.

12. C (2 punti). Gli osmocettori dell'ipotalamo rilevano l'aumento di osmolarità; la neuroipofisi libera più ADH, che fa inserire acquaporine nel dotto collettore: l'acqua passa nell'interstizio concentrato della midollare e l'urina è poca e concentrata (feedback negativo). L'ANP risponde a un aumento del volume del sangue.

13. V. L'idrogenocarbonato secreto dalle cellule dei dotti pancreatici reagisce con l'acido ($HCO_3^- + H_3O^+ \rightarrow H_2CO_3 + H_2O$, poi $H_2CO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O$) e porta il pH del duodeno vicino alla neutralità, dove lavorano gli enzimi pancreatici. (2 punti)

14. F. I fattori UE attribuiscono alla fibra 8 kJ/g (2 kcal/g): pur non essendo idrolizzata dai nostri enzimi, una parte viene fermentata dai batteri del colon, che producono acidi grassi a catena corta assorbiti e usati dalle cellule. (2 punti; 1 se manca la correzione)

15. V. In inspirazione il diaframma e gli intercostali esterni si contraggono e allargano il torace; a riposo l'espirazione è dovuta al ritorno elastico dei polmoni, senza contrazione muscolare. Diventa attiva solo

nello sforzo (intercostali interni, addominali). (2 punti)

16. F. La caduta di pressione più grande avviene nelle arteriole, dove la resistenza è massima. Nei capillari la sezione totale è massima e quindi è minima la *velocità* del sangue (v = Q/A), non la caduta di pressione. (2 punti; 1 se manca la correzione)

17. F. Solo i linfociti T citotossici riconoscono in modo specifico un peptide virale presentato da MHC I. Le cellule NK fanno parte dell'immunità innata e uccidono le cellule che espongono *poche* molecole MHC I, come molte cellule infettate da virus o tumorali; entrambe inducono l'apoptosi. (2 punti; 1 se manca la correzione)

18. V. Gli H^+ secreti sono catturati da basi del liquido tubulare ($HPO_4^{2-} \rightarrow H_2PO_4^-$, $NH_3 \rightarrow NH_4^+$), e ogni H^+ eliminato corrisponde a un HCO_3^- restituito al tampone del sangue. Il pH dell'urina può scendere fino a circa 4,5, mentre quello del sangue resta fra 7,35 e 7,45. (2 punti)

19. a) $E = 18 \times 37 + 62 \times 17 + 6 \times 8 + 8 \times 17 = 666 + 1054 + 48 + 136 = 1904$ kJ $\approx 1{,}90 \times 10^3$ kJ; in kcal $18 \times 9 + 62 \times 4 + 6 \times 2 + 8 \times 4 = 454$ kcal (1904/4,184 ≈ 455 kcal). Saturi e zuccheri sono già compresi in grassi e carboidrati e non si contano due volte; il sale non dà energia. b) 35 g sono 0,35 volte 100 g: $1904 \times 0{,}35 \approx 666$ kJ ≈ 159 kcal. c) Grassi: 666/1904 = 35,0 %; zuccheri: $30 \times 17 = 510$ kJ, 510/1904 = 26,8 %. (Procedimento 3 punti, risultati con unità 2 punti)

20. a) Aria secca: $P_{O_2} = 0{,}2095 \times 416$ mmHg ≈ 87 mmHg. Trachea: $0{,}2095 \times (416 - 47)$ mmHg = $0{,}2095 \times 369$ mmHg ≈ 77 mmHg, contro $0{,}2095 \times 713 \approx 149$ mmHg al livello del mare: circa il 52 %. La frazione di O_2 non cambia con la quota; cambia la pressione totale, mentre quella del vapore resta 47 mmHg. b) In vetta $V_E = 0{,}70$ L × 20 /min = 14 L/min e $V_A = (0{,}70 - 0{,}15)$ L × 20 /min = 11 L/min; in pianura 6,0 L/min e $(0{,}50 - 0{,}15) \times 12 = 4{,}2$ L/min. La ventilazione alveolare è più che raddoppiata (circa 2,6 volte): è la risposta dei chemocettori periferici alla P_{O_2} bassa. (3 + 2 punti)

21. a) $S = P^{2{,}7}/(27^{2{,}7} + P^{2{,}7})$: a 95 mmHg $S \approx 0{,}968$ (97 %); a 40 mmHg $S \approx 0{,}743$ (74 %). La saturazione non dipende dalla quantità di emoglobina. b) Arterioso: $9{,}0 \times 1{,}34 \times 0{,}968 \approx 11{,}7$ mL/dL; venoso: $9{,}0 \times 1{,}34 \times 0{,}743 \approx 9{,}0$ mL/dL; ceduti ≈ 2,7 mL di O_2 per decilitro. c) Con 15 g/dL: 19,4 − 14,9 ≈ 4,5 mL/dL. Con 5,5 L/min = 55 dL/min la seconda persona consegna $55 \times 4{,}5 \approx 2{,}5 \times 10^2$ mL/min; la ragazza, a parità di gittata, solo $55 \times 2{,}7 \approx 1{,}5 \times 10^2$ mL/min. Per pareggiare le serve una gittata 15/9,0 volte maggiore: $5{,}5 \times 15/9{,}0 \approx 9{,}2$ L/min. Per questo, nell'anemia, il cuore tende a battere più in fretta e la fatica arriva prima. (3 + 2 punti)

22. a) A 25 mm/s un quadretto piccolo vale 0,04 s: R–R = 12 × 0,04 s = 0,48 s; *FC* = 60 s/min ÷ 0,48 s = 125 battiti/min (oppure 1500/12). b) PR = 5 × 0,04 s = 0,20 s, al limite superiore dei valori tipici (0,12–0,20 s); QRS = 2 × 0,04 s = 0,08 s, meno di un decimo di secondo: normali. c) *GC* = 125 /min × 80 mL = 10 000 mL/min = 10 L/min; a riposo 70 × 70 mL = 4,9 L/min: circa 2,0 volte. (3 + 2 punti)

23. a) $Q = 6{,}0$ L/min = 6000 cm^3/60 s = 100 cm^3/s; $v_{aorta} = Q/A = 100\ cm^3/s \div 3{,}0\ cm^2 \approx 33$ cm/s. b) 0,40 mm/s = 0,040 cm/s; per l'equazione di continuità la portata è la stessa: $A = 100\ cm^3/s \div 0{,}040$ cm/s = $2{,}5 \times 10^3\ cm^2$, circa 830 volte la sezione dell'aorta. c) t = 0,80 mm ÷ 0,40 mm/s = 2,0 s: il sangue resta nel capillare abbastanza a lungo perché gli scambi per diffusione si completino. (3 + 2 punti)

24. a) $p_c = 1 - 1/12 = 11/12 \approx 0{,}917$ (92 %); copertura necessaria = 0,917/0,97 ≈ 0,945, cioè circa il 94,5 % della popolazione (in pratica il 95 %). b) Protetti: $0{,}88 \times 0{,}97 \approx 0{,}854$ (85 %), meno della soglia del 92 %: la malattia può ancora diffondersi. c) La malattia non cresce se $R_0(1 - p) < 1$ con $p = 0{,}854$: $R_0 < 1/(1 - 0{,}854) \approx 6{,}8$. (3 + 2 punti)

25. a) Creatinina escreta = 1,5 L × 1,2 g/L = 1,8 g = 1800 mg al giorno; poiché non è riassorbita né secreta, escreta = filtrata = VFG × concentrazione nel plasma: VFG = 1800 mg ÷ 1,0 mg/dL = 1800 dL = 180 L al giorno, cioè 180 000 mL ÷ 1440 min = 125 mL/min. b) Urea filtrata = 1800 dL × 30 mg/dL = 54 000 mg = 54 g; escreta = 1,5 L × 16 g/L = 24 g; riassorbita = (54 − 24)/54 × 100 ≈ 56 %, per diffusione, in accordo con il «circa metà» tipico. (3 + 2 punti)

26. a) Flusso di sangue renale = 0,21 × 5,2 L/min ≈ 1,09 L/min; flusso di plasma = $1{,}09 \times (1 - 0{,}45) \approx 0{,}60$

L/min = 600 mL/min. b) Frazione filtrata = 125 mL/min ÷ 600 mL/min ≈ 0,21, cioè circa il 21 %. c) La pressione netta di filtrazione è piccola: la pressione nel glomerulo (circa 55 mmHg) è contrastata dalla pressione del liquido nella capsula (circa 15 mmHg) e dalla pressione osmotica delle proteine plasmatiche (circa 30 mmHg), che cresce man mano che il plasma perde acqua lungo il glomerulo; inoltre cellule e proteine non passano il filtro, e il sangue deve continuare a scorrere verso i capillari peritubulari. (3 + 2 punti)

27. Traccia (6 punti). Ipotesi: con i sali biliari la lipasi idrolizza più in fretta i trigliceridi del latte. Si preparano provette con lo stesso volume di latte, di carbonato di sodio e qualche goccia di fenolftaleina (rosa, ambiente basico), portate a 37 °C. Variabile indipendente: presenza dei sali biliari (A: latte + lipasi + sali biliari; B: latte + lipasi, senza sali). Controlli: C, latte + sali biliari + acqua al posto della lipasi; eventualmente D, latte + acqua. Variabile dipendente: il tempo che impiega la soluzione a perdere il colore rosa, perché gli acidi grassi liberati abbassano il pH. Costanti: volumi, temperatura, concentrazione della lipasi, quantità di sali biliari, tipo di latte. Risultato atteso: A si decolora prima di B; C e D restano rosa. Ripetere le prove. Sicurezza: occhiali e guanti, fenolftaleina e carbonato irritanti, nulla si assaggia, smaltimento secondo le indicazioni dell'insegnante. Spiegazione: i sali biliari sono anfipatici ed emulsionano il grasso in goccioline, aumentando la superficie su cui lavora la lipasi, che è solubile in acqua: è un processo fisico, non una idrolisi.

28. Traccia (6 punti). a) Iperventilazione: si elimina troppo CO_2, la P_{CO_2} arteriosa scende, l'equilibrio si sposta a sinistra, H^+ diminuisce e il pH sale (alcalosi respiratoria). I chemocettori centrali, che rispondono all'acidità del liquido cerebrospinale, e i periferici ricevono meno stimolo; la curva dell'emoglobina si sposta a sinistra e l'ossigeno viene ceduto meno facilmente ai tessuti. Il disturbo si corregge in pochi minuti rallentando il respiro: è troppo rapido perché intervengano i reni, che lavorano in ore o giorni. b) Ipoventilazione cronica: il CO_2 si accumula, l'equilibrio si sposta a destra, il pH scende (acidosi respiratoria); la curva si sposta a destra. Poiché i polmoni sono proprio la causa, la compensazione spetta ai reni: le cellule dei tubuli secernono più H^+ (catturati da HPO_4^{2-} e NH_3), recuperano tutto l'HCO_3^- filtrato e ne producono di nuovo, così il rapporto HCO_3^-/CO_2 e il pH tornano verso la norma, mentre l'urina diventa più acida.

29. Traccia (6 punti). All'estremità arteriosa del capillare la pressione del sangue supera il richiamo osmotico delle proteine del plasma e il liquido filtra nell'interstizio; all'estremità venosa la pressione è scesa, prevale il richiamo osmotico e la maggior parte del liquido rientra. Circa 3 L al giorno, con un po' di proteine, restano nei tessuti: entrano nei capillari linfatici a fondo cieco (cellule a tegola che fanno da valvola), diventano linfa, attraversano i linfonodi e tornano al sangue venoso attraverso il dotto toracico (vena succlavia sinistra) e il dotto linfatico destro. 1) Le albumine sono prodotte dal fegato: se mancano, il richiamo osmotico del plasma diminuisce, rientra meno liquido e si forma edema diffuso. 2) Senza i linfonodi dell'ascella (e i vasi che vi passano) la linfa del braccio non defluisce e il liquido si accumula in quell'arto.

30. Traccia (6 punti). Il vaccino presenta antigeni in una forma che non dà la malattia: provoca una risposta primaria, con selezione clonale dei linfociti che li riconoscono, e lascia cellule della memoria; se poi arriva il vero virus, la risposta secondaria è rapida e intensa (soprattutto IgG) e blocca spesso l'infezione prima dei sintomi. L'immunità di gregge: se la frazione di immuni supera la soglia $p_c = 1 - 1/R_0$, ogni malato contagia in media meno di una persona e i casi restano isolati. Ne dipendono i neonati troppo piccoli per il vaccino, le persone con gravi immunodeficienze e chi non ha risposto al vaccino. Il ragionamento della compagna funziona solo finché pochi lo fanno: se lo fanno in molti, la copertura scende sotto la soglia e la malattia torna a circolare, colpendo anche lei e i più fragili. Per il morbillo, molto contagioso, R_0 è alto e la soglia è molto elevata (l'OMS indica una copertura di almeno il 95 %): basta un piccolo calo per avere epidemie.