Verifica di fine parte IV

Scienze naturali 3 · Parte IV · Le basi molecolari della vita e il corpo umano · versione 1.0
Verifica: Verifica di fine parte IV · pagine 437–442 del volume completo · estratto per lo studio

Le basi molecolari della vita e il corpo umano (parte IV: capitoli 13–16). Tempo: 100 minuti. Punteggio totale: 100 punti. Puoi usare la calcolatrice e le tavole dell'appendice (in particolare il codice genetico, Tabella D.1, e gli amminoacidi, Tabella D.2). Nei calcoli scrivi i passaggi e indica sempre le unità di misura; scrivi le sequenze indicando le estremità 5′ e 3′.

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. ● Nel modello di Watson e Crick lo scheletro zucchero–fosfato del DNA si trova:
   - **A.** all'interno della doppia elica, con le basi all'esterno
   - **B.** all'esterno della doppia elica, con le basi all'interno
   - **C.** solo su uno dei due filamenti
   - **D.** al centro, lungo l'asse della doppia elica

2. ●●● Nell'esperimento di Meselson e Stahl, batteri cresciuti a lungo con ^{15}N vengono trasferiti in un terreno con ^{14}N. Dopo due generazioni il DNA forma:
   - **A.** una sola banda pesante
   - **B.** una sola banda intermedia
   - **C.** due bande di uguale intensità, una intermedia e una leggera
   - **D.** due bande di uguale intensità, una pesante e una leggera

3. ● L'enzima che unisce fra loro i frammenti di Okazaki è:
   - **A.** la DNA ligasi
   - **B.** l'elicasi
   - **C.** la primasi
   - **D.** la telomerasi

4. ● Negli eucarioti la traduzione avviene:
   - **A.** nel nucleo, durante la trascrizione
   - **B.** nel nucleolo
   - **C.** nell'apparato di Golgi
   - **D.** sui ribosomi, nel citoplasma o sul reticolo endoplasmatico ruvido

5. ●● Quale di queste mutazioni sposta la finestra di lettura di un gene?
   - **A.** la delezione di una sola base
   - **B.** una sostituzione silente
   - **C.** la delezione di tre basi consecutive
   - **D.** una sostituzione di senso

6. ●●● Un codone dell'mRNA è 5′-GCA-3′. L'anticodone del tRNA che lo riconosce, scritto da 3′ a 5′, è:
   - **A.** 3′-GCA-5′
   - **B.** 3′-UGC-5′
   - **C.** 3′-CGT-5′
   - **D.** 3′-CGU-5′

7. ● Nell'operone *lac* di un batterio selvatico, in assenza di lattosio:
   - **A.** il repressore non viene prodotto
   - **B.** l'allolattosio è legato all'operatore
   - **C.** il repressore è legato all'operatore e la trascrizione è bloccata
   - **D.** l'RNA polimerasi trascrive i geni al massimo

8. ●● La trascrittasi inversa di un retrovirus come l'HIV:
   - **A.** traduce l'RNA virale in proteine
   - **B.** sintetizza DNA usando come stampo l'RNA del virus
   - **C.** taglia il DNA della cellula per integrare il virus
   - **D.** copia il DNA della cellula in RNA

9. ● Il passaggio di un plasmide da un batterio a un altro attraverso un pilo sessuale si chiama:
   - **A.** scissione binaria
   - **B.** trasformazione
   - **C.** trasduzione
   - **D.** coniugazione

10. ● Quale di questi è un tessuto connettivo con matrice liquida?
    - **A.** il sangue
    - **B.** l'epidermide
    - **C.** la cartilagine ialina
    - **D.** il muscolo liscio

11. ●● I melanociti, che producono la melanina, si trovano:
    A. nello strato corneo
    B. nello strato basale dell'epidermide
    C. nelle ghiandole sebacee
    D. nell'ipoderma

12. ●● Quando ti alzi sulla punta dei piedi, il piede funziona come una leva di:
    A. primo genere
    B. terzo genere
    C. secondo genere
    D. nessun genere, perché il piede non ruota

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

13. ● Nel DNA l'adenina si appaia con la timina mediante due legami a idrogeno, la guanina con la citosina mediante tre.

14. ●● La DNA polimerasi allunga il nuovo filamento aggiungendo nucleotidi alla sua estremità 5′.

15. ● Durante la maturazione dell'mRNA lo splicing elimina gli esoni e unisce gli introni.

16. ● Un'infezione virale, come l'influenza, si cura con gli antibiotici.

17. ●● Nel ciclo lisogeno il genoma del fago si inserisce nel cromosoma batterico e viene copiato a ogni divisione della cellula.

18. ● In un circuito a feedback negativo la risposta degli effettori rafforza lo stimolo.

Applicare (8 × 5 punti)

19. ●● Un campione di DNA a doppio filamento contiene il 31 % di guanina. a) Calcola le percentuali delle altre tre basi. b) Se il campione contiene $1{,}2 \times 10^6$ coppie di basi, quante molecole di adenina contiene?

20. ●● Un filamento di DNA ha la sequenza 5′-TTAGCCGACG-3′. a) Scrivi il filamento complementare indicando le estremità. b) Quanti legami a idrogeno tengono uniti i due filamenti in questo tratto? c) Qual è la percentuale di G + C del tratto?

21. ●●● Il filamento stampo di un breve gene, scritto da 3′ a 5′, è 3′-TAC GTA CCT TCG AAG ATT-5′. a) Scrivi l'mRNA, da 5′ a 3′. b) Scrivi la sequenza degli amminoacidi (Tabella D.1 dell'appendice). c) Nel filamento codificante la base C del quarto codone (AGC) viene sostituita da A: che tipo di mutazione è e che effetto ha?

22. ●● Il pre-mRNA di un gene eucariotico è lungo 2400 nucleotidi e contiene tre introni, di 350, 420 e 280 nucleotidi. a) Quanto è lungo l'mRNA maturo, trascurando il cappuccio e la coda di poli-A? b) Se nell'mRNA maturo la regione codificante, dal codone d'inizio al codone di stop compresi, è di 1200 nucleotidi, da quanti amminoacidi è formato il polipeptide?

23. ●●● Dieci batteri vengono infettati ciascuno da un fago virulento, che compie solo il ciclo litico e libera 100 nuovi fagi per ogni cellula. Supponi che ogni fago liberato infetti un nuovo batterio e che il ciclo si ripeta. a) Quanti fagi si liberano dopo tre cicli? b) Perché un fago temperato in ciclo lisogeno non produrrebbe questo aumento?

24. ●●● Un ceppo di *Escherichia coli* ha due mutazioni: il repressore *lac* non riesce più a legarsi all'operatore, e il sito CAP accanto al promotore non lega più il complesso CAP–cAMP. a) Prevedi se l'operone *lac* è trascritto molto, poco o quasi per niente nelle quattro combinazioni di lattosio (presente o assente) e glucosio (presente o assente). b) Confronta con il ceppo selvatico: in quali condizioni il mutante produce più β-galattosidasi del selvatico, e in quali meno?

25. ●● Quando mordi con gli incisivi, la mandibola ruota intorno alla sua articolazione con il cranio, che fa da fulcro. Il muscolo massetere la tira verso l'alto a 3,0 cm dall'articolazione; gli incisivi si trovano a 9,0 cm (dati di esempio, distanze misurate lungo la mandibola). a) Di che genere è la leva? b) Quale forza deve esercitare il massetere perché gli incisivi stringano il cibo con una forza di 150 N? c) Con la stessa forza del massetere, quale forza si esercita su un cibo stretto fra i molari, a 5,0 cm dall'articolazione?

26. ●●● In un muscolo i filamenti spessi sono lunghi 1,6 µm e i filamenti sottili si estendono per 1,1 µm da ciascuna linea Z. a) Per un sarcomero lungo 2,6 µm calcola la banda A, la banda I e la zona H. b) Di quanto si sovrappongono i filamenti in ciascuna metà del sarcomero? c) A quale lunghezza del sarcomero la zona H si annulla?

Indagare e argomentare (4 × 6 punti)

27. ●●● Prima dell'esperimento di Meselson e Stahl si discutevano tre ipotesi sulla duplicazione del DNA: conservativa, semiconservativa e dispersiva. Spiega quali bande prevede ciascuna dopo una e dopo due generazioni in ^{14}N, e perché i risultati della prima generazione esclusero un'ipotesi e quelli della seconda un'altra.

28. ●●● Nell'anemia falciforme una sola base cambiata nel gene della β-globina provoca una malattia di tutto l'organismo. Ricostruisci la catena di cause dal DNA alla proteina, ai globuli rossi e ai sintomi, e spiega perché l'allele si mantiene frequente nelle regioni in cui la malaria è diffusa.

29. ●●● Una cellula muscolare e un neurone della stessa persona hanno lo stesso genoma, ma forma e funzioni diversissime. Spiega come è possibile, citando almeno tre livelli ai quali si regola l'espressione dei geni negli eucarioti, e indica una proteina che la fibra muscolare produce in grande quantità e il neurone no.

30. ●● Dopo un lungo bagno in un lago di montagna una ragazza esce con la pelle pallida, la «pelle d'oca» e i brividi. Spiega queste tre reazioni come risposte di un circuito a feedback negativo, indicando lo stimolo, i recettori, il centro di controllo, gli effettori e il loro effetto sulla temperatura del corpo.

Tabella V4.1 Griglia di valutazione della verifica di fine parte IV.

Sezione	Esercizi	Criteri	Punti
Comprendere e ricordare	1–12	12 domande a scelta multipla, 2 punti per risposta corretta, 0 se errata o non data	24
Vero o falso	13–18	2 punti ciascuno; 1 punto se manca la correzione dell'affermazione falsa	12
Applicare	19–26	8 problemi, 5 punti ciascuno: impostazione e passaggi 3, risultato con unità 2	40
Indagare e argomentare	27–30	4 domande aperte, 6 punti ciascuna: concetti 2, completezza 2, lessico 2	24
Totale			**100**

Soluzioni

1. B (2 punti). Le basi, appaiate, stanno all'interno; i due scheletri zucchero–fosfato, uniti da legami fosfodiesterici, all'esterno.

2. C (2 punti). Duplicazione semiconservativa: dopo la prima generazione tutte le molecole sono ibride; nella seconda ogni ibrida dà una molecola ibrida e una leggera.

3. A (2 punti). La ligasi forma il legame fosfodiesterico mancante fra frammenti vicini, dopo che i primer sono stati sostituiti da DNA.

4. D (2 punti). L'mRNA maturo esce dal nucleo e viene tradotto dai ribosomi liberi o legati al RER.

5. A (2 punti). Togliere una base (non un multiplo di tre) cambia tutti i codoni a valle; tre basi tolgono un codone intero.

6. D (2 punti). Appaiamento antiparallelo e complementare: G–C, C–G, A–U; il tRNA contiene U, non T.

7. C (2 punti). Senza l'induttore (allolattosio) il repressore attivo occupa l'operatore.

8. B (2 punti). È l'eccezione al flusso DNA → RNA del dogma centrale: dall'RNA del virus si ottiene DNA, che poi si integra.

9. D (2 punti). Nella trasformazione il batterio assorbe DNA libero; nella trasduzione il DNA è portato da un fago.

10. A (2 punti). La matrice del sangue è il plasma.

11. B (2 punti). Dallo strato basale cedono la melanina ai cheratinociti vicini.

12. C (2 punti). Il fulcro è l'avampiede, la resistenza (peso) è alla caviglia, la forza del polpaccio agisce sul calcagno: la resistenza sta fra fulcro e forza.

13. V. (2 punti)

14. F. Li aggiunge soltanto all'estremità 3′: la sintesi procede da 5′ a 3′. (2 punti)

15. F. Elimina gli introni e unisce gli esoni. (2 punti)

16. F. Gli antibiotici agiscono su strutture dei batteri che i virus non hanno; contro i virus servono, quando esistono, antivirali e vaccini. (2 punti)

17. V. È il profago, che può in seguito passare al ciclo litico. (2 punti)

18. F. Si oppone allo stimolo e riporta la variabile verso il valore di riferimento; lo rafforza il feedback positivo. (2 punti)

19. a) C = G = 31 %; A + T = 100 − 62 = 38 %, quindi A = T = 19 %. b) Le basi sono $2 \times 1{,}2 \times 10^6 = 2{,}4 \times 10^6$; adenina: $0{,}19 \times 2{,}4 \times 10^6 = 4{,}6 \times 10^5$ (456 000). Procedimento 3 punti, risultato 2. (5 punti)

20. a) 3′-AATCGGCTGC-5′, cioè 5′-CGTCGGCTAA-3′. b) 4 coppie A–T × 2 + 6 coppie G–C × 3 = 8 + 18 = 26 legami a idrogeno. c) 6 coppie G–C su 10: 60 %. Procedimento 3 punti, risultato 2. (5 punti)

21. a) 5′-AUG CAU GGA AGC UUC UAA-3′. b) Met-His-Gly-Ser-Phe, poi stop (UAA). c) AGC → AGA: serina → arginina; è una sostituzione di senso (missenso): il peptide ha un amminoacido diverso in quarta posizione, con effetto che dipende dal ruolo di quell'amminoacido. Procedimento 3 punti, risultato 2. (5 punti)

22. a) 2400 − (350 + 420 + 280) = 2400 − 1050 = 1350 nucleotidi. b) 1200 : 3 = 400 codoni; l'ultimo è di stop: 399 amminoacidi. Procedimento 3 punti, risultato 2. (5 punti)

23. a) $10 \times 100 = 10^3$ dopo il primo ciclo, 10^5 dopo il secondo, $10 \times 100^3 = 10^7$ dopo il terzo. b) Nel ciclo lisogeno il genoma del fago resta integrato come profago e viene solo copiato con il cromosoma: non si formano nuovi fagi e la cellula non viene lisata, finché il profago non passa al ciclo litico. Procedimento 3 punti, risultato 2. (5 punti)

24. a) Poco in tutte e quattro le condizioni: il repressore non blocca mai la trascrizione, ma manca sempre l'attivazione da parte di CAP–cAMP, quindi

la trascrizione resta debole e non dipende né dal lattosio né dal glucosio. b) Il selvatico trascrive quasi per niente senza lattosio, molto con lattosio e senza glucosio, poco con lattosio e glucosio. Il mutante produce quindi più enzima del selvatico in assenza di lattosio (poco contro quasi niente), meno in presenza di lattosio e assenza di glucosio (poco contro molto), circa quanto il selvatico con lattosio e glucosio. Procedimento 3 punti, risultato 2. (5 punti)

25. a) Terzo genere: la forza del massetere agisce fra il fulcro (l'articolazione della mandibola) e la resistenza (il cibo fra gli incisivi). b) $F = 150\ \text{N} \times 9{,}0\ \text{cm} / 3{,}0\ \text{cm} = 450\ \text{N}$ ($4{,}5 \times 10^2$ N). c) $R = 450\ \text{N} \times 3{,}0\ \text{cm} / 5{,}0\ \text{cm} = 270\ \text{N}$ ($2{,}7 \times 10^2$ N): fra i molari, più vicini al fulcro, la stessa forza muscolare stringe di più; per questo i cibi duri si masticano con i molari. Procedimento 3 punti, risultato 2. (5 punti)

26. a) $A = 1{,}6\ \mu\text{m}$; $I = 2{,}6 - 1{,}6 = 1{,}0\ \mu\text{m}$; $H = 2{,}6 - 2 \times 1{,}1 = 0{,}4\ \mu\text{m}$. b) In ogni metà i filamenti spessi iniziano a $(2{,}6 - 1{,}6)/2 = 0{,}5\ \mu\text{m}$ dalla linea Z: sovrapposizione $1{,}1 - 0{,}5 = 0{,}6\ \mu\text{m}$. c) $H = 0$ quando $L = 2 \times 1{,}1 = 2{,}2\ \mu\text{m}$. Procedimento 3 punti, risultato 2. (5 punti)

27. Traccia (6 punti: 2 concetti, 2 completezza, 2 lessico). Conservativa: 1ª gen. una banda pesante e una leggera; 2ª gen. 1/4 pesante, 3/4 leggera. Semiconservativa: 1ª gen. solo intermedia; 2ª gen. metà intermedia, metà leggera. Dispersiva: 1ª gen. solo intermedia; 2ª gen. una sola banda, fra intermedia e leggera. Una sola banda intermedia alla 1ª generazione esclude la conservativa; le due bande (intermedia e leggera) alla 2ª escludono la dispersiva. Resta la semiconservativa: ogni nuova molecola ha un filamento vecchio e uno nuovo.

28. Traccia (6 punti). Sostituzione A → T nel codone 7 del filamento codificante (il sesto amminoacido nella numerazione tradizionale, senza la metionina) (GAG → GTG); nell'mRNA GAG → GUG; nella catena β acido glutammico (polare, carico) → valina (apolare): mutazione di senso. L'emoglobina mutata, quando cede ossigeno, forma lunghe fibre che deformano i globuli rossi a falce; le cellule rigide si rompono (anemia) e ostruiscono i capillari (dolore, danni agli organi). Gli eterozigoti hanno di solito pochi sintomi e resistono meglio alla malaria grave: nelle zone malariche la selezione naturale li favorisce (vantaggio dell'eterozigote) e l'allele resta frequente.

29. Traccia (6 punti). Il differenziamento non cambia il DNA ma l'insieme dei geni espressi. Livelli: cromatina (eucromatina accessibile, eterocromatina condensata; acetilazione degli istoni, metilazione del DNA), inizio della trascrizione (fattori di trascrizione, enhancer e silenziatori, controllo combinatorio), dopo la trascrizione (splicing alternativo, stabilità dell'mRNA, microRNA), traduzione e modifiche delle proteine. La fibra muscolare esprime in abbondanza actina e miosina dei sarcomeri (o la mioglobina), che il neurone non produce in quella forma e quantità; i geni corrispondenti sono spenti o poco espressi nel neurone.

30. Traccia (6 punti). Stimolo: calo della temperatura (l'acqua sottrae calore). Recettori: termocettori della pelle e dell'ipotalamo. Centro di controllo: ipotalamo, che confronta con il valore di riferimento. Effettori e risposte: vasi della pelle (vasocostrizione: meno sangue in superficie, pelle pallida, meno calore ceduto); muscoli erettori dei peli, lisci (pelle d'oca, residuo di una risposta che negli animali con pelliccia trattiene uno strato d'aria isolante); muscoli scheletrici (brivido: contrazioni involontarie che producono calore). Le risposte si oppongono allo stimolo e riportano la temperatura verso l'intervallo normale: feedback negativo.