



Anisn

**HUMANITAS
UNIVERSITY**

ZANICHELLI

**Olimpiadi delle Scienze Naturali 2022 – XIX Edizione - Fase Regionale
(Triennio Biologia)**

FOGLIO RISERVATO AL DOCENTE

CHIAVI

Domanda			Domanda	
PARTE PRIMA			11	C
1	C		12	A
2	D		PARTE QUARTA	
3	C		13	C
4	D		14	A
5	A		15	C
PARTE SECONDA			16	C
6	C		17	C
7	A		PARTE QUINTA	
8	B		18	D
PARTE TERZA			19	B
9	A		20	C
10	D		21	Vedi sotto

21a:

**1K – 2C – 3E oppure B – 4I – 5E – 6B – 7H oppure G – 8K – 9F – 10B
– 11D – 12K – 13H – 14H – 15J – 16L – 17I – 18A – 19G – 20G**

21b

**1D – 2A – 3G – 4B – 5F – 6L – 7U – 8H – 9Q – 10M – 11C – 12I – 13R
– 14S – 15P – 16E – 17O – 18N – 19V – 20T**



Commento a cura di Michele Russo e Gabriele Quaranta, Alumni ANISN

1) La risposta corretta è la c. I filamenti di mRNA impiegabili in terapie proteiche sono trascritti in vivo, codificano per una proteina che può avere un uso terapeutico, ed in vivo vengono degradati dagli enzimi cellulari dopo una breve emivita.

Nel vaccino Comirnaty - BioNTech/Pfizer, l'mRNA codifica per la proteina di superficie Spike, l'antigene del virus che è stato scelto da molte ricerche come target. L'obiettivo è indurne transitoriamente (poiché gli mRNA sono degradati dopo la traduzione) l'espressione nelle cellule, per consentire lo sviluppo di una memoria immunologica contro il virus.

La differenza dalle terapie geniche è evidente.

Si noti che:

- questo particolare caso è un esempio di vaccinoprofilassi, non di vaccinoterapia (termine impiegato per descrivere ad esempio i vaccini contro il cancro somministrati a chi è già affetto dalla malattia: <https://www.cancer.gov/about-cancer/treatment/types/immunotherapy/cancer-treatment-vaccines>).
- l'mRNA in questione non codifica per anticorpi (come suggerito dall'opzione a), ma consente di svilupparli con i processi tipici dell'immunità adattativa attiva.

Per contrasto, si consiglia la lettura di questo articolo sull'antibody gene transfer:

<https://translational-medicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12967-017-1234-4>

2) La risposta corretta è la d. Il vaccino Comirnaty-BioNTech/Pfizer, così come Spikevax (ex COVID-19 Moderna), utilizza liposomi per il delivery degli RNA con l'informazione genetica per la sintesi della proteina Spike, a differenza di Vaxzevria (ex COVID-19 Vaccine AstraZeneca) e Janssen (Johnson&Johnson), che utilizzano vettori virali, o BBIBP-CorV (Sinopharm), che utilizza proprio i virus inattivati, o Nuvaxovid (Novavax), che impiega direttamente la specifica proteina.

3) La risposta corretta è la c: l'RNA, per arrivare nella cellula ed essere espresso, non deve essere riconosciuto come molecola estranea.

Nel caso particolare dei vaccini, l'effetto a valle è l'attivazione del sistema immunitario, ma ad essere immunogenica è appunto la proteina tradotta.

4) La risposta corretta è la d. La risposta immunitaria attivata dalla proteina spike è sia umorale (secrezione di anticorpi prodotti dai linfociti B) che cellulare (attivazione dei linfociti T per la distruzione di cellule infette)

5) La risposta corretta è la a. L'insorgenza di nuove varianti nei virus è una conseguenza naturale della loro riproduzione molto veloce e frequente, peraltro con replicazioni a bassa fedeltà.

Non ha connessione con il metabolismo, che d'altronde i virus non hanno (la risposta b è errata).

Bisogna ricordare che la selezione naturale non è solo purificante, e che anzi la variazione è uno degli imprescindibili presupposti dell'evoluzione: mentre le mutazioni dannose sono rimosse, quelle neutre possono anche essere ritenute, e quelle positive tendono a diventare prevalenti e fissarsi. La risposta d quindi è falsa.

6) La risposta corretta è la c. Le condizioni che devono essere soddisfatte affinché una popolazione si trovi all'equilibrio di Hardy-Weinberg sono le seguenti: gli accoppiamenti devono essere casuali (gli individui non devono preferire partner con particolari genotipi), la popolazione deve essere di grandi dimensioni (più grande è la popolazione, minore è l'effetto delle eventuali fluttuazioni casuali delle frequenze alleliche), non deve esserci flusso genico (non devono verificarsi fenomeni di immigrazione o di emigrazione), non devono avvenire mutazioni (gli alleli non si trasformano uno nell'altro né possono comparirne di nuovi), la selezione naturale non deve influenzare la

sopravvivenza di particolari genotipi. L'equazione dell'equilibrio di Hardy-Weinberg descrive dunque una situazione modello in cui risulta che, sotto le ipotesi citate in precedenza, le frequenze alleliche rimangono costanti da una generazione all'altra (l'affermazione c non è un'ipotesi, ma la tesi!)

7) La risposta corretta è la a. È noto il genotipo del padre, **pq**. La madre, essendo ramata avrà genotipo **qr**, come specificato nel testo. Affinché il figlio sia ramato deve avere anche lui genotipo **qr**. Dovrà quindi acquisire l'allele **r** dalla madre, in quanto è l'unica a possederlo (50% di probabilità), mentre dal padre dovrà ricevere l'allele **q** (50% di probabilità). Per la composizione delle probabilità dei due eventi indipendenti la probabilità di avere genotipo **qr** sarà $0.5 \times 0.5 = 0.25 = 25\%$.

8) La risposta corretta è la b. Secondo la legge di Hardy-Weinberg le frequenze genotipiche degli individui omozigoti con un certo allele sono calcolabili con il quadrato della frequenza allelica dell'allele. Le frequenze genotipiche degli individui eterozigoti sono invece date dal doppio prodotto delle frequenze alleliche dei due alleli presenti. Di conseguenza la frequenza del genotipo **pp** sarà $p^2 = 0.09 = 9\%$, la frequenza del genotipo **pq** sarà $2pq = 2 \times 0.3 \times 0.5 = 0.3 = 30\%$, la frequenza del genotipo **pr** sarà $2pr = 2 \times 0.3 \times 0.2 = 0.12 = 12\%$.

9) La risposta corretta è la a.

Nella rappresentazione delle informazioni nel sistema nervoso si possono distinguere:

- un codice neurale implicito, legato all'anatomia e alla disposizione delle cellule nervose;
- un codice neurale esplicito, cioè la rappresentazione data dai segnali e dalle frequenze di firing dei neuroni.

Ciò detto, ogni neurone può formare diverse sinapsi con altri neuroni o cellule di tipo diverso, e l'attivazione di una certa sinapsi può generare effetti e risposte che dipendono dal tipo di cellula presinaptica e postsinaptica. Le diverse funzioni svolte dai neuroni sono dovute quindi alle loro diverse connessioni con altre cellule.

Si noti anche che l'impulso elettrico generalmente va dai dendriti al soma e all'assone (la risposta c è errata), e che quest'ultimo è generalmente il sito deputato al rilascio di neurotrasmettitori (la risposta d è errata), anche se sono noti casi particolari (si vedano ad esempio

<https://www.jneurosci.org/content/28/27/7013.short>

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cphy.c160007>)

10) La risposta corretta è la d. Le cellule che, una volta differenziate hanno smesso di dividersi, in modo temporaneo o irreversibile, sono in uno stato di quiescenza (**fase G0**). Le cellule nervose e quelle striate dei muscoli scheletrici, ad esempio, rimangono in questo stadio per tutta la vita dell'organismo

11) La risposta corretta è la c. I neuroni, come tutte le cellule animali sono interamente circondati da una membrana cellulare, che assume un ruolo particolarmente importante lungo i dendriti e gli assoni per il trasporto dell'impulso elettrico. Anche nelle terminazioni sinaptiche e negli assoni sono presenti il citoplasma con gli organuli come mitocondri (risposte a, d errate), e non è presente una parete cellulare (risposta b errata).

12) La risposta corretta è la a. I canali voltaggio-dipendenti presenti sulla membrana plasmatica dei neuroni, quando sono aperti permettono il passaggio di ioni secondo il loro gradiente elettrochimico. Questo passaggio avviene spontaneamente, senza consumo di ATP, in quanto si tratta di trasporto passivo che richiede però la presenza di un canale a causa della impermeabilità della membrana a molecole cariche o ioni. Per mantenere le concentrazioni degli ioni sodio e potassio costanti a livello intra- ed extra-cellulare è necessario ritrasportarli con un trasporto attivo, che utilizza ATP, contro il loro gradiente elettrochimico (risposta b errata). I processi di trasporto di

vescicole lungo l'assone e di formazione e rimodellamento di sinapsi richiedono energia (risposte c, d errate).

13) La risposta corretta è la c. Come già detto, le cellule differenziate si trovano generalmente in fase G₀ (risposte b e d errate). Inoltre, sebbene durante la fase S la quantità di DNA raddoppi, il numero di cromosomi e la ploidia della cellula rimangono invariati.

14) La risposta corretta è la a. Se le cellule generate dalle divisioni sono per 2/3 differenziate, allora le staminali saranno il restante 1/3. Poiché con la divisione il numero di cellule è raddoppiato, la popolazione staminale da un round replicativo al successivo è moltiplicata di un fattore 2/3 (quindi, diminuisce).

Il numero di round di replicazione è $10 \times 24 / 40 = 6$.

Ne segue che la popolazione staminale finale sarà pari a $10000 \times (2/3)^6$.

15) La risposta corretta è la c. Se il frammento guidasse la degradazione di Cdt-1 durante le fasi S e G₂, potremmo ragionevolmente restringere il segnale della proteina rossa fusa ad esso alla fase rimanente, G₁.

L'opposto sarebbe vero ammettendo l'opzione b. L'opzione a ipotizza un insolito feedback positivo che ha poco senso ai fini della domanda. Ancor meno senso ha l'opzione d.

16) La risposta corretta è la c. La sovrapposizione delle due emissioni di fluorescenza è letta come segnale centrato su una lunghezza d'onda intermedia.

17) L'affermazione errata è la c. Non per qualsiasi scelta di geni si può capire in quale stadio del ciclo cellulare si trova la cellula sulla base dell'analisi dei profili di espressione: alcuni geni potrebbero aggiungere del "rumore", peggiorando la qualità della previsione.

18) La risposta corretta è la d. L'ordine e la famiglia sono categorie tassonomiche superiori rispetto al genere, che è dichiarato nella prima metà della nomenclatura binomiale (in questo caso è Citrus).

19) La risposta corretta è la b. Il piruvato è un metabolita centrale e di collegamento tra le vie riguardanti i carboidrati, i grassi (attraverso l'acetil-CoA), e gli amminoacidi (ad esempio, è l'alfa-cheto acido corrispondente all'alanina). Notoriamente si trova a valle della glicolisi e a monte delle fermentazioni (alcolica, lattica), della fase mitocondriale della respirazione cellulare (non solo attraverso l'acetil-CoA, perché può anche essere convertito ad ossalacetato quando il ciclo di Krebs necessita di intermedi), e della gluconeogenesi.

20) La risposta corretta è la c. L'ipofisi si trova alla base del cranio, in una fossa della sella turcica, cioè la faccia superiore del corpo dell'osso sfenoide.

L'osso etmoide invece si trova tra la cavità nasale e la scatola cranica.

A controllare i ritmi circadiani dell'organismo nei mammiferi è il nucleo soprachiasmatico, un gruppo definito di cellule dell'ipotalamo (non dell'ipofisi).

L'ipofisi regola l'attività delle gonadi, ma attraverso tropine (FSH, LH) in risposta ai fattori di rilascio ipotalamici, e non secernendo estrogeni e testosterone, che sono prodotti (prevalentemente) dai follicoli ovarici, dalla placenta, dalle cellule di Leydig nei testicoli.

21)

1. L'astragalo si trova nel piede (K) ed è associato all'immagine D
2. La clavicola si trova nella cintura pettorale (C) ed è associata all'immagine A
3. Il coccige si trova alla fine della colonna vertebrale (E) e nel bacino (B) ed è associato all'immagine G
4. Le coste si trovano nella gabbia toracica (I) e sono associate all'immagine B

5. L'epistrofeo è la seconda vertebra, quindi si trova nella colonna vertebrale (E) ed è associato all'immagine F
6. L'ischio è un osso del bacino (B) ed è associato all'immagine L
7. Lo sfenoide è un osso del cranio, tra la scatola cranica (H) e la parte anteriore (G) ed è associato all'immagine U
8. La falangina è una delle ossa del piede (K) (o della mano, ma non è tra le opzioni) ed è associato all'immagine H
9. Il femore è un osso della gamba (J) ed è associato all'immagine Q
10. L'ileo si trova nel bacino (B) ed è associato all'immagine M
11. Lo iotide è un osso mobile che si trova nel collo (D) ed è associato all'immagine C
12. L'osso metatarsale si trova nel piede (K) ed è associato all'immagine I
13. L'occipitale è un osso del cranio (H) ed è associato all'immagine R
14. Il parietale è un osso del cranio (H) associato all'immagine S
15. Il perone si trova nella gamba (J) ed è associato all'immagine P
16. Lo scafoide del carpo si trova nel polso (L) ed è associato all'immagine E
17. Lo sterno si trova nella parte anteriore della gabbia toracica (I) ed è associato all'immagine O
18. L'ulna è una delle ossa dell'avambraccio (A) ed è associata all'immagine N
19. Il vomere è un osso della parte anteriore del cranio (G) associato all'immagine V
20. Lo zigomatico è un osso facciale (G) associato all'immagine T