

“ΠΟΛΥΤΡΟΠΗ ΑΡΜΟΝΙΑ” και “ΠΟΛΥΤΡΟΠΗ”
ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
Γ΄ ΤΑΞΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 14 ΜΑΡΤΙΟΥ 2025
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
ΣΥΝΟΛΟ ΣΕΛΙΔΩΝ: ΠΕΝΤΕ (5)
ΛΥΣΕΙΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ

ΘΕΜΑ Α

A1. Γ A2. Α A3. Γ A4. Β A5. Δ

ΘΕΜΑ Β

B1. Στην πρόφαση II ανήκει το: _____ (Γ) και διαθέτει _____ (6) _____ μόρια DNA

Στην πρόφαση I ανήκει το: _____ (Δ) και διαθέτει _____ (6) _____ κεντρομερίδια

Στην ανάφαση II ανήκει το: _____ (Β) και διαθέτει _____ (6) _____ χρωμοσώματα

B2 Α. Ένας τύπος εμβολίων είναι τα εμβόλια από ζωντανούς γενετικά τροποποιημένους ιούς. Στην περίπτωση αυτή γονίδια από επικίνδυνο ιό ή άλλο μικροοργανισμό ενσωματώνονται σε άλλο ιό, που είναι αβλαβής για τον άνθρωπο, όπως ο ιός της δαμαλίτιδας. Ο γενετικά τροποποιημένος ιός που προκύπτει εξακολουθεί να είναι αβλαβής, αλλά επειδή παράγει την αντιγονική πρωτεΐνη του ιού ή του μικροοργανισμού, εισάγεται στο σώμα και προκαλεί έντονη ανοσολογική αντίδραση

Β. Οι φορείς της β θαλασσαιμίας και οι φορείς της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας έχουν ανθεκτικότητα στην προσβολή από το πλασμώδιο (πρωτόζωο) που προκαλεί την ελονοσία, επειδή τα ερυθροκύτταρά τους δεν ευνοούν τον πολλαπλασιασμό του.

Γ. Το πλασμώδιο είναι πρωτόζωο και γνωρίζουμε ότι ορισμένα κατώτερα πρωτόζωα έχουν ως μιτοχονδριακό DNA δίκλινα γραμμικά μόρια σε αντίθεση με τα δίκλινα και κυκλικά μόρια που εμφανίζονται κατά κανόνα. Άρα τα νουκλεοτίδια θα είναι α+2 και α αντίστοιχα.

B3. Α.

- Πληροφορίες για τον είδος του οργανισμού, αφού ο αριθμός και η μορφολογία των χρωμοσωμάτων είναι χαρακτηριστικά για το είδος του οργανισμού.

- Πληροφορίες για το φύλο του οργανισμού (θηλυκά ΧΧ και αρσενικά ΧΥ) Η παρουσία του Υ ορίζει το αρσενικό άτομο.
- Τυχόν αριθμητικές μεταλλάξεις, αλλαγές στον φυσιολογικό αριθμό των χρωμοσωμάτων.

B. Χρωμοσώματα = 45, Βραχίονες = 180, Μόρια DNA = 90

Γ. Οι μεταλλάξεις που οφείλονται στο μιτοχονδριακό DNA μεταβιβάζονται αποκλειστικά από την μητέρα σε όλους τους απογόνους ανεξαρτήτως φύλου. Το ζυγωτό των ανώτερων οργανισμών περιέχει μόνο τα μιτοχόνδρια που προέρχονται από το ωάριο. Επομένως, η προέλευση των μιτοχονδριακών γονιδίων είναι μητρική.

Το άτομο στο οποίο ανήκει ο καρυότυπος πάσχει από σύνδρομο Turner. Τα άτομα που πάσχουν από το σύνδρομο Turner έχουν φυσιολογικό αριθμό αυτοσωμικών χρωμοσωμάτων (44) αλλά μόνο ένα χρωμόσωμα Χ από το ζεύγος των φυλετικών χρωμοσωμάτων (ΧΟ). Τα άτομα αυτά είναι στείρα, συνεπώς δεν μπορεί να μεταβιβάσει μια ασθένεια που οφείλεται σε μετάλλαξη μιτοχονδριακού γονιδίου.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

Από δέντρο

Έστω ΑΕ: 3(Χ)4 → αα (Χ)αα → F1: 100% φυσιολογικά άτομα απορρίπτεται από 8

Έστω ΦΕ: 3(Χ)4 → Χ^αΧ^α(Χ)Χ^αΥ → F1: 100% φυσιολογικά άτομα απορρίπτεται από 8

Το άτομο 2 είναι ασθενές άρα φέρει μόνο το υπολειπόμενο μεταλλαγμένο αλληλόμορφο που κόβεται από την Π.Ε. (τμήματα 600,400), το οποίο μεταβιβάζει στον θηλυκό απόγονο 5, όμως στον αρσενικό απόγονο 6 δεν μεταβιβάζει το παθολογικό αλληλόμορφο, άρα η ασθένεια είναι φυλοσύνδετη.

Έστω ΑΥ: 1(Χ)2 → Αα (Χ)αα → F1: 100% των απογόνων φέρουν ένα μεταλλαγμένο αλληλόμορφο από τον πατέρα, απορρίπτεται από άτομο 6

Άρα, όπως γνωρίζουμε και από τη θεωρία, η αιμορροφιλία Β είναι **ΦΥ**.

Χ^β: φυσιολογικό αλληλόμορφο για παράγοντα IV

Χ^β: μετταλλαγμένο αλληλόμορφο, απουσία παράγοντα IV

1Χ^βΧ^β 2Χ^βΥ 3Χ^βΧ^β 4Χ^βΥ 5Χ^βΧ^β 6Χ^βΥ 7Χ^βΥ 8Χ^βΥ

Γ2. Η μέθοδος προγεννητικού ελέγχου που πραγματοποιήθηκε είναι η λήψη χοριακών λαχνών. Πραγματοποιείται συνήθως την 9η-12η εβδομάδα της κύησης και περιλαμβάνει τη λήψη εμβρυϊκών κυττάρων από τις προεκβολές (λάχνες) του χόριου (εμβρυϊκή μεμβράνη που συμμετέχει στο σχηματισμό του πλακούντα). Τα κύτταρα από τις χοριακές λάχνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για τον έλεγχο των χρωμοσωμάτων (καρυότυπος) όσο και για βιοχημικές αναλύσεις και ανάλυση DNA.

3: $X^B X^B$ (X) 4: $X^B Y$

Γαμέτες: X^B, X^b, X^B, Y

F1: $X^B X^b: X^B X^B: X^B Y: X^b Y$

Δεν υπάρχει πιθανότητα να προκύψει ασθενής κόρη.

Γ3. Πριν από την ανάπτυξη της τεχνολογίας του ανασυνδυασμένου DNA, οι περισσότερες φαρμακευτικές πρωτεΐνες, δηλαδή πρωτεΐνες που χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία διάφορων ασθενειών, ήταν διαθέσιμες σε πολύ μικρές ποσότητες, η παραγωγή τους ήταν πολύ ακριβή και συχνά η βιολογική δράση τους δεν ήταν πλήρως κατανοητή, επειδή είχε μικρές διαφορές στη σύσταση των αμινοξέων της από τις ανθρώπινες, προκαλούσε αλλεργικές αντιδράσεις.

Γ4.

A_0 : χρωμόσωμα 10 χωρίς το γονίδιο για την παραγωγή του παράγοντα IV

A_{10} : χρωμόσωμα 10 με το γονίδιο για την παραγωγή του παράγοντα IV

X: χρωμόσωμα X χωρίς το γονίδιο για την παραγωγή του παράγοντα IV

X': χρωμόσωμα X με το γονίδιο για την παραγωγή του παράγοντα IV

$A_0 A_{10} X Y$ (X) $A_0 A_0 X X'$

Γαμέτες: $A_0 X, A_{10} X, A_0 Y, A_{10} Y$ $A_0 X, A_0 X'$

	$A_0 X$	$A_{10} X$	$A_0 Y$	$A_{10} Y$
$A_0 X$	$A_0 A_0 X X$	$A_0 A_{10} X X$	$A_0 A_0 X Y$	$A_{10} A_0 X Y$
$A_0 X'$	$A_0 A_0 X X'$	$A_0 A_{10} X X'$	$A_0 A_0 X' Y$	$A_{10} A_0 X' Y$

Η πιθανότητα οι απόγονοι θα φέρουν από δύο αντίγραφα του ετερόλογου γονιδίου = $\frac{1}{4}$,

τα μισά θηλυκά και τα μισά αρσενικά άτομα.

Θέμα Δ

Δ1. Το γονίδιο Α έχει την εξής αλληλουχία:

Κωδική: 5' ATGGCTGTGCTCCATTGC **AATAAACCCGAGATGACCTGG** 3'

Μη κωδική: 3' TACCGACACGAGGTAAC**GTTATTTGGG**CTCTACTGGACC 5'

Το γονίδιο Β έχει την εξής αλληλουχία:

Κωδική: 5' ATGGCTGTGCTCCATTGC **GGGTTTATTGAGATGACCTGG** 3'

Μη κωδική: 3' TACCGACACGAGGTAAC**CCCAAATAA**CTCTACTGGACC 5'

Στα δύο πεπτίδια, α και β παρατηρούμε ότι έχει γίνει αλλαγή σε τρία ενδιάμεσα αμινοξέα, του 7ου, 8ου και 9ου, ενώ η πεπτιδική αλληλουχία επανέρχεται, κατόπιν, στο φυσιολογικό. Αυτό υποδηλώνει ότι το μεταλλαγμένο γονίδιο προέκυψε με αναστροφή των τριών κωδικονίων, και συγκεκριμένα εκείνων που βρίσκονται σημειωμένα τόσο στο γονίδιο Α, όσο και στο γονίδιο Β. Η σύνδεση των νουκλεοτιδίων γίνεται με 3' - 5' φωσφοδιεστερικό δεσμό με αποτέλεσμα το 5' άκρο του σημειωμένου τμήματος της μη κωδικής αλυσίδας του γονιδίου Α να ενωθεί στο 3' άκρο του πρώτου τμήματος - πριν τα σημειωμένα νουκλεοτίδια - της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου Β και να σχηματιστούν τα κωδικόνια των αμινοξέων του πεπτιδίου β.

Δ2. Ο προσανατολισμός των μορίων - υποστρωμάτων γίνεται στο ενεργό κέντρο του ενζύμου, που αποτελεί μια μικρή περιοχή του. Η σύνδεση των αντιδρώντων μορίων με αυτό μοιάζει με το «ταίριασμα του κλειδιού στην κλειδαριά». Αν η μετάλλαξη πραγματοποιηθεί στο ενεργό κέντρο της καταλάσης, τότε η καταλάση θα χάσει την καταλυτική της δράση και θα προκληθεί η ασθένεια. Οι δομικές μεταλλάξεις μπορούν να συμβούν καθ' όλη τη διάρκεια του κυτταρικού κύκλου.

Δ3. Πιθανοί τρόποι διάγνωσης:

Βιοχημική διάγνωση για τον εντοπισμό της κατάκλασης και με την μέτρηση της ενεργότητας του ενζύμου.

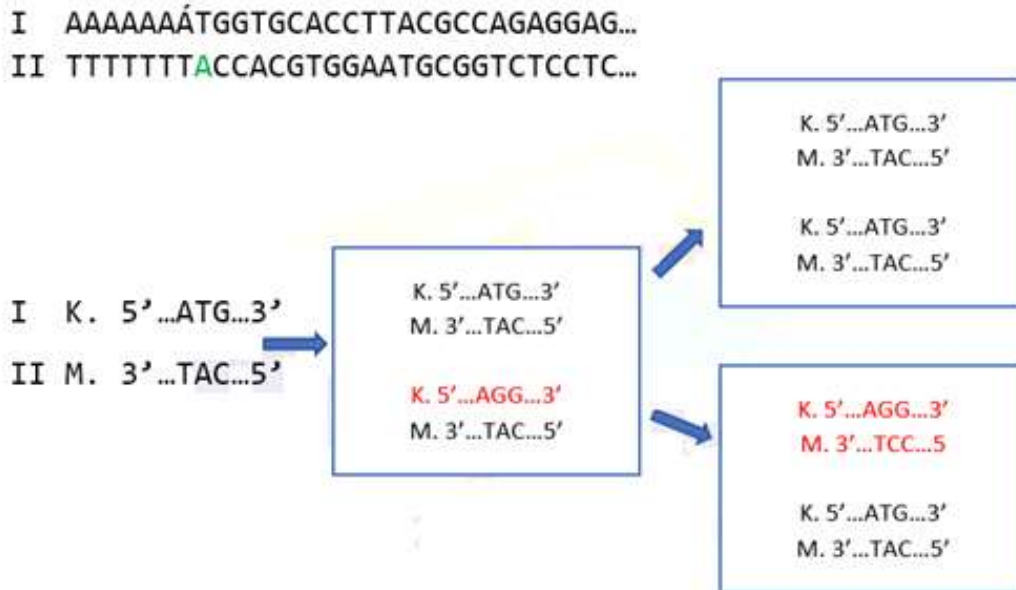
Μοριακή διάγνωση για τον εντοπισμό του μεταλλαγμένου αλληλομόρφου που φέρει διαφορετική αλληλουχία.

Μελέτη καρυστύπου και χρώση με ειδική χρωστική για τον εντοπισμό της δομικής αλλαγής. (Εδώ είναι μικρής έκτασης, άρα δεν είναι η βέλτιστη μέθοδος.)

Ο τύπος αυτός της γονιδιακής θεραπείας που είναι κατάλληλος ονομάζεται *ex vivo*, γιατί τα κύτταρα τροποποιούνται έξω από τον οργανισμό και εισάγονται πάλι σ' αυτόν. Τα κύτταρα του αιμοποιητικού συστήματος, εδώ τα ερυθρά αιμοσφαίρια, μπορούν να

τροποποιούνται γενετικά, να αναπτύσσονται σε κυτταροκαλλιέργειες και να εισάγονται με ενδοφλέβια ένεση στον οργανισμό.

Δ2. α.



- i) Παρατηρούμε ότι η αντικατάσταση βάσης που συνέβη κατά την 1^η αντιγραφή του DNA πριν από την 1^η κυτταρική διαίρεση, έχει ως αποτέλεσμα τη μετατροπή του κωδικονίου έναρξης σε νέο κωδικόνιο 5'AGG3'. Ωστόσο το λάθος αυτό στην κωδική αλυσίδα δεν επηρεάζει τη σύνθεση της β-πολυπεπτιδικής αλυσίδας, διότι μεταγράφεται η μη κωδική αλυσίδα (M) και το παραγόμενο από αυτή mRNA θα έχει τη σωστή πληροφορία για τη σύνθεση της β-πολυπεπτιδικής αλυσίδας. Επομένως και στα δύο πρώτα θυγατρικά κύτταρα που θα προκύψουν, θα συντίθεται η β-πολυπεπτιδική αλυσίδα.
- ii) Κατά τη 2^η κυτταρική διαίρεση θα προκύψουν 4 θυγατρικά κύτταρα και μόνο στο ένα από αυτά δε θα συντίθεται η β-πολυπεπτιδική αλυσίδα, όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα.
- β. Οι γαμέτες θα είναι φυσιολογικοί, διότι η μετάλλαξη έγινε σε πρόδρομο ερυθροκύτταρο και όχι σε άωρο γεννητικό κύτταρο συνεπώς δε μεταβιβάζεται στους απογόνους. Μονάχα οι μεταλλάξεις που συμβαίνουν στα άωρα γεννητικά κύτταρα μεταβιβάζονται στην επόμενη γενιά. Συνεπώς η πιθανότητα θα είναι 0%.