ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
16 ΙΟΥΝΙΟΥ 2021

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. α

Α2. γ

Α3. δ

Α4. β

Α5. γ

ΘΕΜΑ Β

Β1.
1-Α
2-Γ
3-Β
4-Α
5-Γ
6-Β
7-Α

Β2. Η δρεπανοκυτταρική αναιμία είναι μία ασθένεια που οφείλεται στη μετάλλαξη του έκτου αμινοξέος της β-πολυπεπτιδικής αλυσίδας της αιμοσφαιρίνης HbA. Συγκεκριμένα στην κωδική αλυσίδα του γονιδίου το κωδικόνιο GAG που κωδικοποιεί το γλουταμικό οξύ, λόγω αντικατάστασης βάσης, μετατρέπεται σε GTG που κωδικοποιεί το αμινοξύ βαλίνη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή στη στερεοδιαμόρφωση της αιμοσφαιρίνης και κατ' επέκταση την αλλαγή της μορφής των ερυθροκυττάρων, τα οποία σε συνθήκες έλλειψης οξυγόνου παίρνουν το χαρακτηριστικό δρεπανοειδές σχήμα με αποτέλεσμα τα άτομα που είναι ομόζυγα για το μεταλλαγμένο γονίδιο (β^S) να παράγουν μόνο τη μεταλλαγμένη αιμοσφαιρίνη HbS και να εμφανίζουν αναιμία.

Οι γνώσεις που έχουμε αποκτήσει σε μοριακό επίπεδο για τον μηχανισμό που δημιουργεί τη γενετική αυτή ασθένεια, την οποία έχουμε μελετήσει διεξοδικά βοηθούν στην έγκαιρη διάγνωση της και μας προσφέρουν τη δυνατότητα σχεδιασμού της κατάλληλης θεραπευτικής αγωγής. Μία τεχνική διάγνωσης

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΧΑΝΙΑ

είναι η παρατήρηση της μορφολογίας των ερυθροκυττάρων σε συνθήκες έλλειψης οξυγόνου. Στην περίπτωση που το άτομο πάσχει, τα ερυθροκύτταρα παίρνουν το δρεπανοειδές σχήμα (δοκιμασία δρεπάνησης). Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν τεχνικές που επιτρέπουν τον προσδιορισμό της αιμοσφαιρίνης HbS στα ερυθροκύτταρα όπως και τον εντοπισμό του μεταλλαγμένου γονιδίου (β^S).

*Παρατήρηση: Μπορεί να αναφερθεί ως διαγνωστική μέθοδος και η ηλεκτροφόρηση αιμοσφαιρίνης.

Β3. Τα βακτήρια περιέχουν εκτός από το κύριο κυκλικό δίκλωνο μόριο DNA και πλασμίδια. Τα πλασμίδια είναι και αυτά δίκλωνα κυκλικά μόρια DNA με διάφορα μεγέθη. Περιέχουν μικρό ποσοστό της γενετικής πληροφορίας και αποτελούν το 1-2% του βακτηριακού DNA. Ένα βακτήριο μπορεί να διαθέτει περισσότερα από ένα πλασμίδια τα οποία αντιγράφονται ανεξάρτητα από το κύριο μόριο DNA του βακτηρίου. Μεταξύ των γονιδίων που περιέχουν τα πλασμίδια υπάρχουν γονίδια ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά και γονίδια που σχετίζονται με την μεταφορά γενετικού υλικού από ένα βακτήριο σε άλλο. Τα πλασμίδια έχουν τη δυνατότητα να ανταλλάσσουν το γενετικό υλικό τόσο μεταξύ τους όσο και με το κύριο μόριο DNA του βακτηρίου, καθώς και να μεταφέρονται από ένα βακτήριο σε άλλο. Με τον τρόπο αυτό μετασχηματίζουν το βακτήριο στο οποίο εισέρχονται και του προσδίδουν καινούργιες ιδιότητες.

Το γονίδιο ανθεκτικότητας στην αμπικιλίνη του στελέχους Α αλλά και το γονίδιο ανθεκτικότητας στην πενικιλίνη του στελέχους Β είναι γονιδια που εντοπίζονται σε πλασμίδια. Κατά την ανάμιξη των δύο στελεχών και την μεταφορά τους σε θρεπτικό υλικό που περιέχει και τα δύο αντιβιοτικά φαίνεται πως πραγματοποιήθηκε μετασχηματισμός ορισμένων βακτηρίων λόγω μεταφοράς πλασμιδίων από το ένα στέλεχος στο άλλο. Τα βακτηριακά κύτταρα που κατέληξαν να έχουν και τα δύο πλασμίδια απέκτησαν ανθεκτικότητα και στα δύο αντιβιοτικά και έδωσαν τις αποικίες που παρατηρήθηκαν.

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ

Β4. Η μετάφραση του mRNA είναι η αντιστοίχιση των κωδικονίων σε αμινοξέα και η διαδοχική σύνδεση των αμινοξέων σε πολυπεπτιδική αλυσίδα. Πραγματοποιείται στο ριβόσωμα με τη βοήθεια του tRNA και την συμμετοχή πολλών πρωτεϊνών και ενέργειας. Κάθε μόριο tRNA έχει μία ειδική τριπλέτα νουκλεοτιδίων το αντικωδικόνιο, με την οποία προσδένεται λόγω συμπληρωματικότητας με το αντίστοιχο κωδικόνιο του mRNA. Επιπλέον κάθε tRNA διαθέτει μία ειδική θέση σύνδεσης με ένα συγκεκριμένο αμινοξύ. Η μεγάλη ριβοσωμική υπομονάδα έχει δύο θέσεις εισδοχής των tRNA στις οποίες τοποθετούνται με κατάλληλη σειρά τα tRNA κατά την έναρξη και την επιμήκυνση της πολυπεπτιδικής αλυσίδας.

Με δεδομένο ότι το πρώτο αμινοξύ που τοποθετείται κατά την έναρξη είναι η μεθειονίνη, στη συνέχεια τοποθετείται η λευκίνη και έπειτα η βαλίνη και αφού η μεγάλη ριβοσωμική υπομονάδα έχει δύο θέσεις εισδοχής tRNA, τη στιγμή που μεταφέρεται η βαλίνη, από το ριβόσωμα απομακρύνεται το tRNA της μεθειονίνης. Γνωρίζουμε ότι το κωδικόνιο που αντιστοιχεί στην μεθειονίνη είναι το ATG επομένως το αντικωδικόνιο του tRNA είναι το συμπληρωματικό UAC.

ΘΕΜΑ Γ

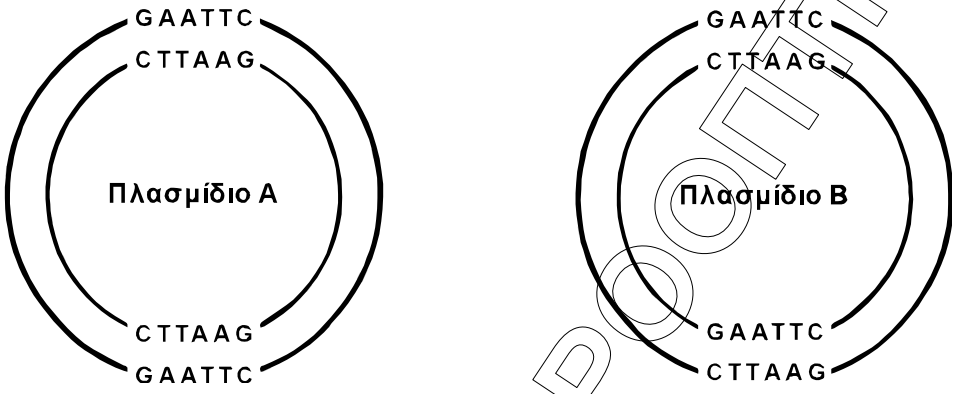
Γ1. Η θέση έναρξης αντιγραφής βρίσκεται στο Β και η 2η αλυσίδα αντιγράφεται συνεχώς από δεξιά προς αριστερά. Στον ασυνεχή κλώνο το πρωταρχικό τμήμα το οποίο θα τοποθετηθεί 1ο είναι το τμήμα 2 .

Γ2. Το πριμόσωμα κατά την δημιουργία πρωταρχικών τμημάτων ενσωματώνει ουρακίλη (U) απέναντι από την αδενίνη. Επομένως θα τοποθετηθούν συνολικά 6 ραδιερνεργές ουρακίλες.
Κατά την επιμήκυνση των πρωταρχικών τμημάτων η DNA πολυμεράση τοποθετεί γουανίνες G απέναντι από κυτοσίνες. Επομένως συνολικά θα τοποθετηθούν 13 ραδιενεργές γουανίνες.

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΧΑΝΙΑ

Γ3. Μετά την ολοκλήρωση της αντιγραφής τα ριβονουκλεοτίδια των πρωταρχικών τμημάτων θα αντικατασταθούν από δεσοξύριβονουκλεοτίδια από την DNA πολυμεράση. Επομένως οι μη ραδιενεργές γουανίνες των πρωταρχικών τμημάτων (συνολικά 5) θα αντικατασταθούν από ραδιενεργές, έτσι θα υπάρχουν συνολικά 13+5=18 ραδιενεργές γουανίνες.

Γ4.



Από την εικόνα 2 προκύπτει πως λόγω προσανατολισμού των αντιπαράλληλων αλυσίδων η θέση αναγνώρισης για την περιοριστική ενδουκλέαση EcoRI μπορεί να υπάρχει μόνο 1 φορά στο πλασμίδιο Α (είτε επάνω, είτε κάτω):
Αν ο εξωτερικός κλώνος έχει 5′ στο G επάνω η θέση αναγνώρισης είναι η επάνω. Αν ο εξωτερικός κλώνος έχει 5′ στο G κάτω η θέση αναγνώρισης είναι κάτω.
Το πλασμίδιο Α είναι κατάλληλος φορέας κλωνοποίησης.
Το πλασμίδιο Β για τους ίδιους λόγους μπορεί να έχει είτε 2 θέσεις αναγνώρισης (αν 5′ στο G του εξωτερικού κλώνου) ή καμία (αν 3′ στο G του εξωτερικού κλώνου). Επομένως δεν είναι κατάλληλος φορέας κλωνοποίησης).

Γ5.

GGGGGAATTCATGTTTCACAAAGAGTGAATTCGGGG
CCCCCTTAAGTACAAAGTGTTTCTCACTTAAGCCCC

Καθώς η αλληλουχία του DNA που μας δίνεται η κωδικοποιεί 5-πεπτίδιο, η αλληλουχία προκύπτει μόνο μετά την σωστή ενσωμάτωση (εικόνα 5) έχει τους παρακάτω προσανατολισμούς άκρων:
(κωδική αλυσίδα)
5' GGGGGAATTCATGTTTCACAAAGAGTGAATTCGGGG 3'
3' CCCCCTTAAGTACAAAGTGTTTCTCACTTAAGCCCC 5'

Η ενσωμάτωση με τον σωστό προσανατολισμό θα είναι αν το 5' άκρο της κωδικής αλυσίδας τοποθετηθεί προς τον υποκινητή του πλασμιδίου. Ο ανιχνευτής θα πρέπει να είναι συμπληρωματικός και αντιπαράλληλος με την αλυσίδα που υβριδοποιεί (έστω ότι υβριδοποιεί την κωδική αλυσίδα στο 5' άκρο της οπότε θα έχει την ακόλουθη αλληλουχία:
3' CCCCCTTAAGTACA 5' (αποτελείται από δεσοξυ ριβονουκλεοτίδια)).

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ ΠΡΟΤΥΠΟΣ ΧΑΛΙΚΑ

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Ο Νίκος έχει κληρονομήσει τα μισά του χρωμοσώματα από τον πατέρα του. Μεταξύ αυτών έχει κληρονομήσει και το Υ χρωμόσωμά του, το οποίο και ο πατέρας του έχει κληρονομήσει από τον δικό του πατέρα (δηλαδή από τον παππού 1).

Από τα 23 χρωμοσώματα που κληρονομεί ο Νίκος από τον πατέρα του, τα 22 αυτοσωματικά μπορεί να προέρχονται είτε από τη γιαγιά, είτε από τον παππού 1, αλλά το Υ χρωμόσωμα μπορεί να προέρχεται μόνο από τον παππού 1. Επίσης το παθολογικό αλληλόμορφο του Κώστα το οποίο κληροδοτεί στον Νίκο πρέπει να προέρχεται από τον παππού 1, καθώς μόνο η γιαγιά 1 μπορεί να έχει κληροδοτήσει το αντίστοιχο φυσιολογικό. Συνεπώς ο ελάχιστος αριθμός χρωμοσωμάτων που μπορεί να έχει κληρονομήσει ο Νίκος από τον παππού 1 είναι 2 χρωμοσώματα, το Υ και το 21.

Δ2. Καθώς ο Κώστας έχει έναν γονιό που πάσχει από ομοκυστινουρία, θα φέρει ένα παθολογικό αλληλόμορφο. Συνεπώς, εφόσον γνωρίζουμε ότι ο Κώστας είναι υγιής, θα είναι ετερόζυγος για αυτό το γνώρισμα.

Αντίστοιχα, και η Ελένη έχει έναν γονιό που πάσχει, ενώ η ίδια είναι υγιής. Οπότε και η Ελένη θα είναι ετερόζυγη (δηλαδή φορέας) για την ομοκυστινουρία αλληλουχίες. Εφόσον το $2^{ο}$ παιδί φέρει τρεις διαφορετικές αλληλουχίες βάσεων για το χρωμόσωμα 21 διαφορετικές, δηλαδή τρία διαφορετικά χρωμοσώματα 21. Συνεπώς, ο λανθασμένος διαχωρισμός έγινε κατά την πρώτη μειωτική διαίρεση και η Μαρία κληρονόμησε από τον γονέα στον οποίο έγινε ο λανθασμένος διαχωρισμός 2 διαφορετικά αλληλόμορφα, άρα ένα φυσιολογικό και ένα παθολογικό. Από τον άλλο γονέα δεν γνωρίζουμε αν κληρονόμησε φυσιολογικό ή παθολογικό αλληλόμορφο. Όμως, εφόσον φέρει τουλάχιστον ένα φυσιολογικό αλληλόμορφο, η Μαρία δεν θα πάσχει από ομοκυστινουρία.

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ

Δ3 Εξετάζουμε διαφορετικά τα 2 χαρακτηριστικά στα δύο φύλα.

- Στα θηλυκά της F_2 παρατηρούμε ότι έχουμε μόνο μικρές τεράτες ενώ η αναλογία για τα φτερά είναι 3 κανονικά : 1 αφύσικα.

- Στα αρσενικά της F_2 η αναλογία για τις τεράτες είναι μεγάλες : 1 μικρές και για τα φτερά είναι 3 κανονικά : 1 αφύσικα.

Συνεπώς, εφόσον για τις τεράτες στα θηλυκά εμφανίζεται μόνο ένας γονότυπος ενώ στα αρσενικά εμφανίζονται και οι δύο, συμπεραίνουμε ότι το μέγεθος τεράτας κληρονομείται με φυλοσύνδετο τρόπο κληρονομικότητας. Αυτό συμβαίνει διότι το ένα από τα 2 Χ χρωμοσώματα των θηλυκών προέρχεται από τον πατέρα, ο οποίος έχει μόνο ένα Χ, το οποίο κληρονομεί αναγκαστικά όλοι οι θηλυκοί του απόγονοι.

Για το σχήμα των φτερών δεν παρατηρείται διαφορετικότητα σε κανένα φύλο. Συνεπώς το χαρακτηριστικό αυτό πρέπει να κληρονομείται

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ

με αυτοσωμικό

τρόπο κληρονομικότητας.

Δ4. Το μέγεθος περαίας, το οποίο κληρονομείται με φυλοσύνδετο τρόπο κληρονομικότητας έχει ως επικρατές αλληλόμορφο αυτό που εκδηλώνεται για το μικρό μέγεθος (αφού αυτό εμφανίζεται σε όλα τα άτομα της F_2). Ο μόνος τρόπος για να ισχύει αυτή η διαπίστωση ως προς τον αναστρεμμένο φαινότυπο είναι εφόσον έχαν κληρονομηθεί τα επικρατές αλληλόμορφο από τον πατέρα τους (επειδή όλα τα θηλυκά έχουν κληρονομήσει το ίδιο (μοναδικό) Χ του πατέρα τους).

Εφόσον στους αρσενικούς της F_2 εμφανίζονται οι 2 πιθανοί φαινότυποι, και το αρσενικά κληρονομεί ένα από τα 2 Χχρωμοσώματα της μητέρας τους και το Υ του πατέρα τους, τρέπει η μητέρα να είναι ετερόζυγη για αυτό το χαρακτηριστικό.

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΧΑΝΙΑ

Για τα φτερά, η μορφολογία των σχοίνων κληρονομείται με αυτοσωμικό τρόπο κληρονομικότητας, και στα 2 φυτά έχουμε αναλογία 3:1. Για να προκύψει αυτή η αναλογία πρέπει και οι 2 γονείς να είναι ετερόζυγοι. Έτσι, εφόσον είναι 3 καινούρια: 1 αρρωστιά, πρέπει το γονίδιο για τα καινούρια να επικρατεί του γονίδιου για τα αρρωστιά.

Συνεπώς, συμβολίζοντας ως X^M το γονίδιο για τις μικρές πτέρυγες και ως X^m το γονίδιο για τις μεγάλες πτέρυγες και συμβολίζοντας ως Φ το γονίδιο για τα καινούρια φτερά και ως ϕ το γονίδιο για τα αρρωστιά, οι γονότυποι των απόγονων της F_1 γενιάς είναι:

F_1: ♀ : $\Phi\phi X^M X^m$

♂ : $\Phi\phi X^M Y$

(Η διαχωρισμός του επιβεβαιώνει αυτούς τους γονότυπους γίνεται στο τέλος).

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ ΠΡΟΣΟΤΗΚΗ

Για να προκύψουν αυτοί οι γονότυποι στην
F1 πρέπει στη ταξική γενιά ο ένας γονέας
να είναι ομόζυγος για τα κανονικά
φτερά και ο άλλος να είναι ομόζυγος
για τα αποφικά, εφόσον όλοι οι απόγονοι
στην F1 είναι ετερόζυγοι για αυτό
το χαρακτηριστικό. Για τις ιδιαίτερες,
εφόσον στην F1 όλα τα αρσενικά έχουν το
γονίδιο X^H, πρέπει στη ταξική
γενιά ο δικός γονέας να είναι ομόζυγος
για τις κυκρές κεραίες. Τα δικά της F1
είναι όλα ετερόζυγα για το μέγεθος των
κεραιών, άρα, εφόσον αναγκαστικά έχουν
κληρονομήσει το X^H από το δικό της
ταξικής γενιάς, πρέπει το αρσενικό της
ταξικής να φέρει το X^H.

Δηλαδή συνολικά οι γονότυποι της
ταξικής γενιάς είναι:

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ

P: $\Phi: \Phi\Phi X^{\mu} X^{\mu}$ (1η περίπτωση)

$\sigma^{\uparrow}: \phi\phi X^{\mu} Y$

ή

$\Phi: \phi\phi X^{\mu} X^{\mu}$ (2η περίπτωση)

$\sigma^{\uparrow}: \Phi\Phi X^{\mu} Y$

καθως φωτιζουν οι ίδιοι ακόμουν ανεξαρτητα από το πολος μονάς είναι ολόιδιος για τα τανυστικά και πολος για τα αξονικά φτερά.

Ακολουθούν οι διαγραμμες οι οποίες επιβεβαιωνουν τους φωτισμους:

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΑ

1) $F_1 \otimes F_1$

σ \ τ	ΦX^μ	ΦY^μ	ϕX^μ	ϕY^μ
ΦX^μ	$\Phi\Phi X^\mu X^\mu$	$\Phi\Phi X^\mu Y^\mu$	$\Phi\phi X^\mu X^\mu$	$\Phi\phi X^\mu Y^\mu$
ΦY	$\Phi\Phi X^\mu Y$	$\Phi\Phi Y^\mu Y$	$\Phi\phi X^\mu Y$	$\Phi\phi Y^\mu Y$
ϕX^μ	$\Phi\phi X^\mu X^\mu$	$\Phi\phi X^\mu Y^\mu$	$\phi\phi X^\mu X^\mu$	$\phi\phi X^\mu Y^\mu$
ϕY	$\Phi\phi X^\mu Y$	$\Phi\phi Y^\mu Y$	$\phi\phi X^\mu Y$	$\phi\phi Y^\mu Y$

Καθως προκυπτουν οι δυναμεις για την F_2 αναλογιες, επιβεβαιωνεται οι φυσικοι για την F_1.

2) $P \otimes P$

1η περιπτωση:

σ \ τ	ΦX^μ
ϕX^μ	$\Phi\phi X^\mu Y^\mu$
ϕY	$\Phi\phi X^\mu Y$

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΧΑΝΙΑ

3η περίπτωση:

σ \ Φ	ϕX^μ
ΦX^μ	$\Phi_\phi X^\mu X^\mu$
ΦY	$\Phi_\phi X^\mu Y$

Καθως και για τις 2 περιπτωσεις επιβεβαιωνεται οι τυπους για την F_1, ιδιο ομως και οι 2.

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΧΑΝΙΑ