

## Λυμένες ασκήσεις του 1<sup>ου</sup> Κεφαλαίου του τεύχους Α'

1. Ένα πλασματοκύτταρο εκκρίνει 200.000.000 μόρια αντισωμάτων την ημέρα και ζει 10 ημέρες.
- α) Πόσες αλυσίδες και τι είδους πρέπει να συνθέσει για τα αντισώματα αυτά;
  - β) Πόσα είδη αντιγόνων μπορεί να αντιμετωπίσει;
  - γ) Η μεταβλητή περιοχή του αντισώματος μπορεί να συνδεθεί με δύο μόρια αντιγόνων. Πόσα βακτήρια μπορεί να εξουδετερωθούν από τη δράση αυτού του πλασματοκύτταρου, εάν στην επιφάνεια του βακτηρίου βρίσκονται 100 μόρια των αντίστοιχων αντιγόνων;
  - δ) Τι είδους κύτταρο ήταν το προγονικό του και τι είδους μόρια συνθέτετε;

### Απάντηση

α) Κάθε μόριο αντισώματος συνίσταται από 2 βαριές αλυσίδες και 2 ελαφριές. Σε 10 ημέρες θα έχει εκκρίνει  $200.000.000 \cdot 10 = 2.000.000.000$  μόρια αντισωμάτων. Άρα θα έχει συνθέσει  $2 \cdot 2.000.000.000 = 4.000.000.000$  βαριές αλυσίδες και άλλες τόσες ελαφριές.

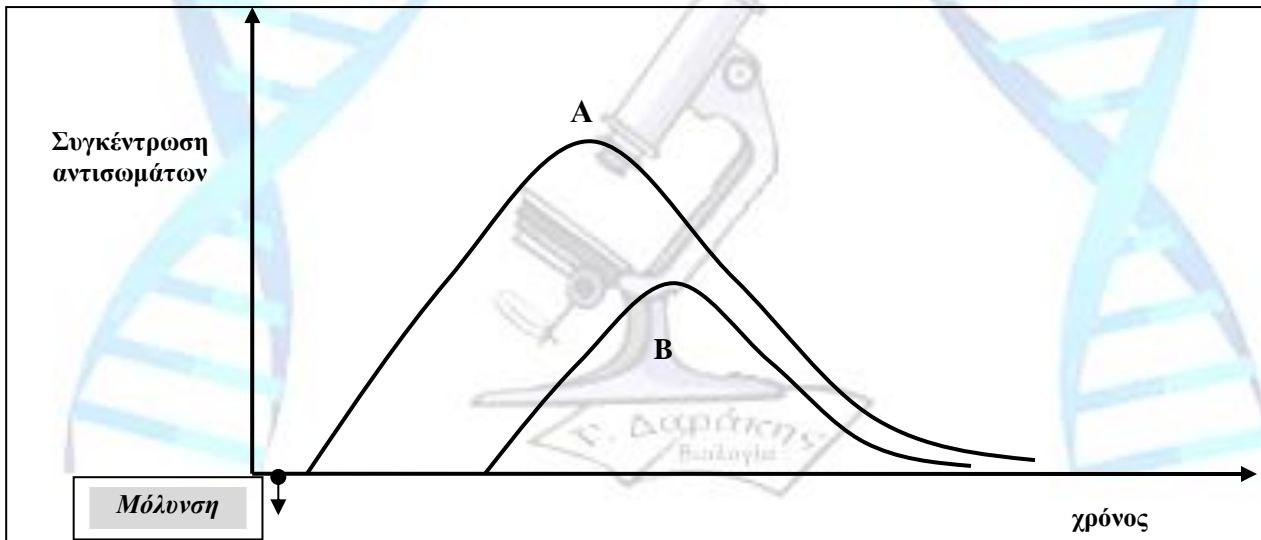
β) Τα πλασματοκύτταρα εκκρίνουν αντισώματα το καθένα ειδικά για συγκεκριμένο αντιγόνο. Άρα μπορεί να αντιμετωπίσει μόνο ένα είδος αντιγόνου.

γ) Τα 2.000.000.000 μόρια αντισωμάτων έχουν από μία μεταβλητή περιοχή. Άρα μπορούν να συνδεθούν με  $2 \cdot 2.000.000.000 = 4.000.000.000$  μόρια αντιγόνων. Επομένως μπορούν να εξουδετερώσουν  $4.000.000.000 : 100 = 40.000.000$  βακτήρια.

δ) Τα πλασματοκύτταρα παράγουν και εκκρίνουν αντισώματα ίδια με αυτά που υπήρχαν στην επιφάνεια του Β-λεμφοκυττάρου από το οποίο προήλθαν. Το Β-λεμφοκύτταρο συνθέτει και παρουσιάζει στην επιφάνεια του υποδοχείς - αντισώματα που αναγνωρίζουν ένα συγκεκριμένο αντιγόνο.

Εάν με το συγκεκριμένο αντιγόνο ο οργανισμός έχει ξαναέρθει σε επαφή, τότε τα πλασματοκύτταρα προήλθαν από Β-λεμφοκύτταρα μνήμης.

2. Το διάγραμμα παρουσιάζει τη μεταβολή της συγκέντρωσης των αντισωμάτων στο αίμα ενός ανθρώπου που μολύνθηκε ταυτόχρονα από δύο διαφορετικά μικρόβια (Α και Β). Να επισημάνετε δύο διαφορές στη γραφική παράσταση της μεταβολής της συγκέντρωσης κάθε αντισώματος και να τις αιτιολογήσετε.



### Απάντηση

Η καμπύλη Α δείχνει ως προς τη Β ταχύτερη αντίδραση και μεγαλύτερη παραγωγή αντισωμάτων από το ανοσοβιολογικό σύστημα.

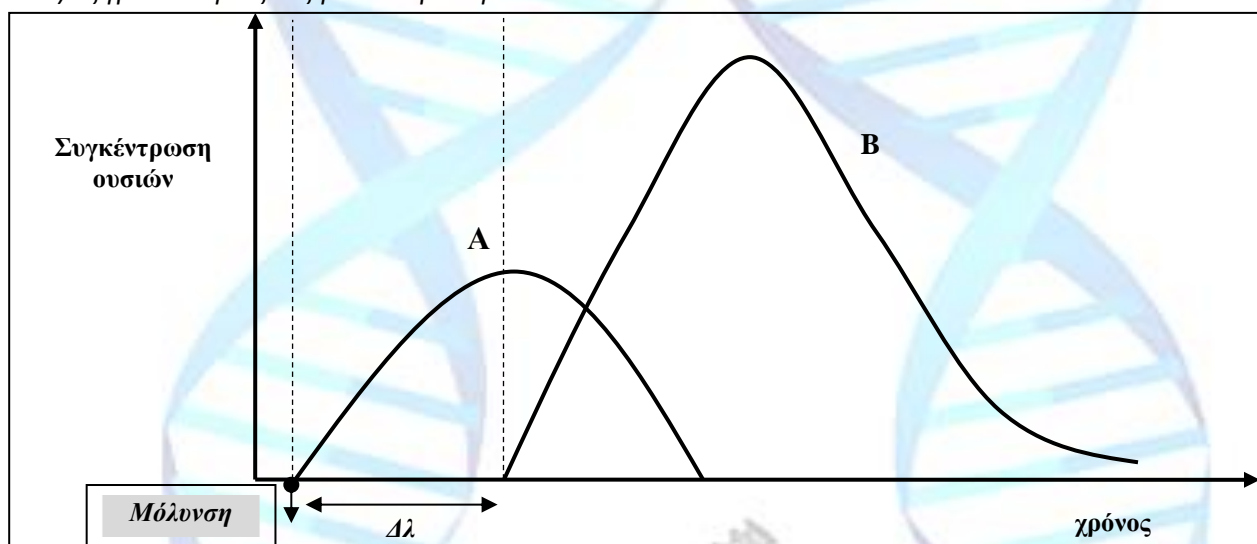
Αυτό μπορεί να οφείλεται στην ύπαρξη κυττάρων μνήμης για το μικρόβιο Α που δεν υπάρχουν αντίστοιχα για το Β. Τα κύτταρα μνήμης αντιδρούν αμέσως. Χάρη σε αυτά η παραγωγή αντισωμάτων είναι ταχύτερη και αυξημένη ως προς την πρώτη φορά που έρχεται ο οργανισμός σε επαφή με το αντιγόνο. Δηλ. υπάρχει δευτερογενής ανοσοβιολογική απόκριση για το μικρόβιο Α.

Η ανοσία που έχει αυτό το άτομο στο μικρόβιο A, αφού ενεργοποιήθηκε η δευτερογενής ανοσοβιολογική απόκριση, μπορεί να γίνει είτε με φυσικό τρόπο (δηλ., το άτομο αυτό να είχε προσβληθεί από το μικροοργανισμό A, οπότε διέθετε κύτταρα μνήμης) είτε με τεχνητό τρόπο (να είχε εμβολιαστεί για το συγκεκριμένο μικροοργανισμό).

**ΠΡΟΣΟΧΗ.** Κατά την ερμηνεία των διαγραμμάτων πρέπει πάντα να περιγράφονται τα στάδια της πρωτογενούς ή της δευτερογενούς απόκρισης.

3. Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει την αντίδραση ενός οργανισμού μετά από μόλυνση.

- α) Ποια είναι η φύση των ουσιών A και B που ανιχνεύονται στο αίμα του ασθενούς;  
β) Εξηγήστε την εξέλιξη των συγκεντρώσεων των ουσιών A και B.



**Απάντηση**

α) Μόλυνση ονομάζεται η είσοδος ενός παθογόνου μικροοργανισμού στον οργανισμό. Γνωρίζουμε, όμως γενικά ότι η είσοδος του αντιγόνου προηγείται χρονικά της ενεργοποίησης του ανοσοβιολογικού μηχανισμού και της έκκρισης αντισωμάτων.

Παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση του αντιγόνου αυξάνεται μέσα στον οργανισμό του ανθρώπου. Άρα μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η καμπύλη A αντιστοιχεί σε πληθυσμό μικροοργανισμών και η καμπύλη B σε συγκέντρωση αντισωμάτων.

β) Η ανάπτυξη των μικροβίων ανακόπτεται όταν ξεκινά η παραγωγή αντισωμάτων, οπότε ο πληθυσμός μικροοργανισμών μειώνεται. Όταν εξουδετερωθούν πλήρως, σταματά και η παραγωγή των αντισωμάτων.

**Προσοχή!** Δεν πρέπει να γίνεται ποσοτική σύγκριση μεταξύ των συγκεντρώσεων των ουσιών A και B. Η μία αφορά πληθυσμό μικροοργανισμών και η άλλη συγκέντρωση αντισωμάτων.

**Άλλες σημαντικές πληροφορίες**

Η καθυστέρηση στην παραγωγή των αντισωμάτων υποδηλώνει ότι το άτομο έρχεται πρώτη φορά σε επαφή με το μικρόβιο αυτό και κάνει πρωτογενή ανοσοβιολογική απόκριση.

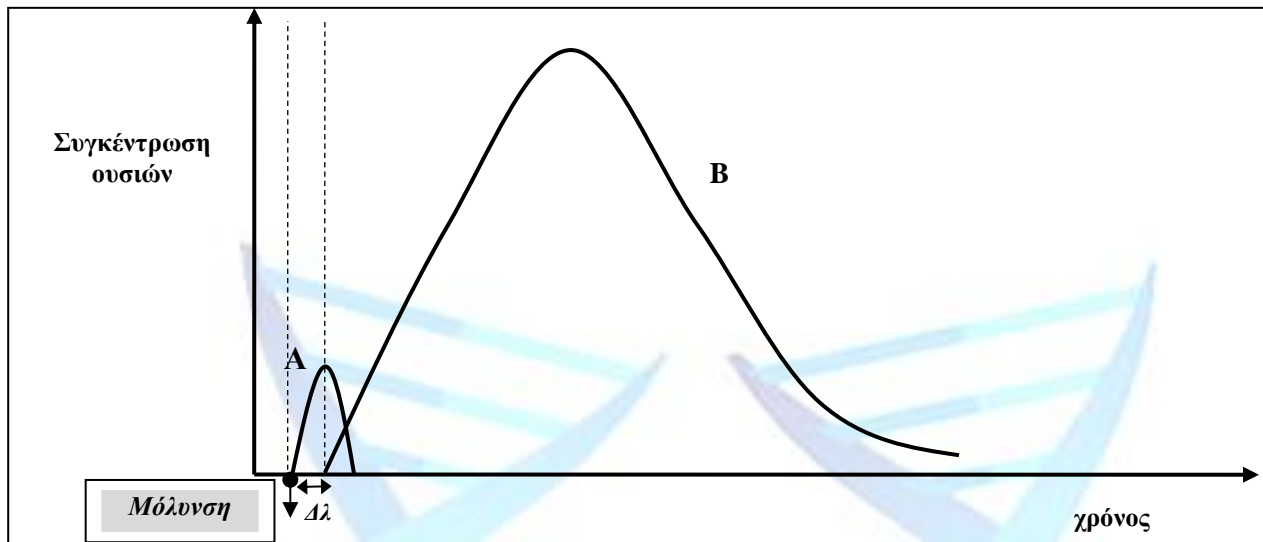
Το διάστημα Δλ (βλέπε διάγραμμα) όπου το μικρόβιο πολλαπλασιάζεται, πριν αρχίσει η έκκριση αντισωμάτων, προκαλείται λοίμωξη, διαταράσσεται η ομοιόσταση και το άτομο θα εκδηλώσει συμπτώματα ασθένειας.

Στο τέλος, το άτομο θα έχει αποκτήσει ενεργητική ανοσία με φυσικό τρόπο.

Παρατηρούμε ότι η μικροβιακή λοίμωξη αντιμετωπίστηκε με επιτυχία, επειδή ο πληθυσμός του παθογόνου μηδενίστηκε.

4. Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει την αντίδραση ενός οργανισμού μετά από μόλυνση.

- α) Ποια είναι η φύση των ουσιών A και B που ανιχνεύονται στο αίμα του ασθενούς;  
 β) Εξηγήστε την εξέλιξη των συγκεντρώσεων των ουσιών A και B.



Απάντηση

α) και β): Όπως και προηγουμένως.

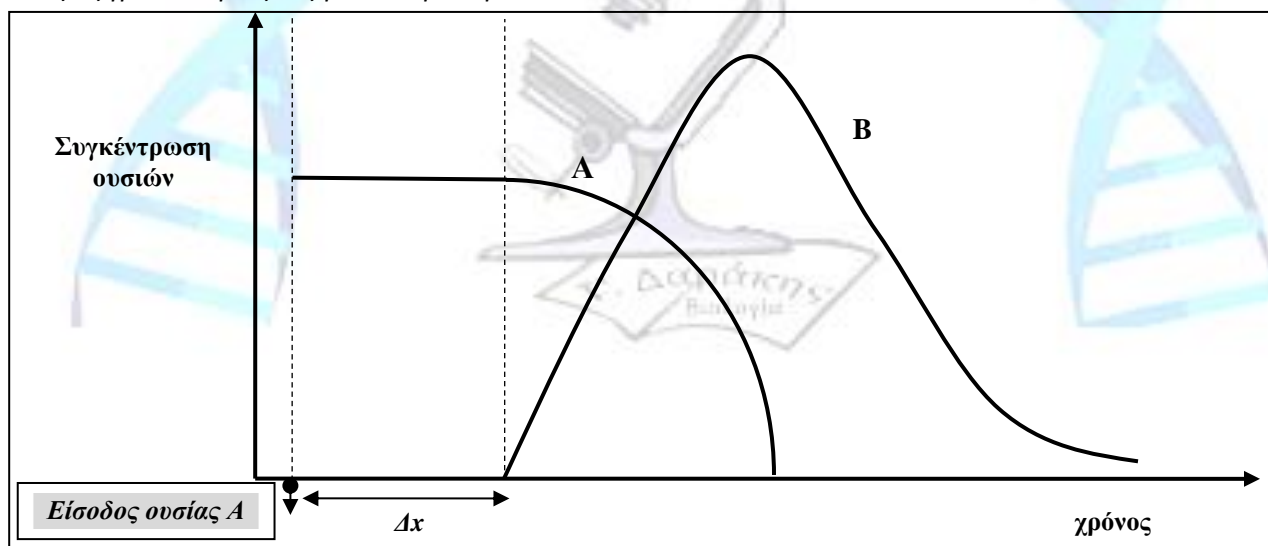
Άλλες σημαντικές πληροφορίες

Δεν υπάρχει καθυστέρηση στην παραγωγή των αντισωμάτων. Αυτό το γεγονός υποδηλώνει ότι ο οργανισμός έχει ξαναέρθει σε επαφή με το αντιγόνο στο παρελθόν κι έχει κύτταρα μνήμης (έχει ήδη αποκτήσει ενεργητική ανοσία), τα οποία ενεργοποιούνται γι' αυτό και πραγματοποιεί δευτερογενή ανοσοβιολογική απόκριση.

Το χρονικό διάστημα μεταξύ της μόλυνσης και της παραγωγής αντισωμάτων είναι πάρα πολύ μικρό ( $\Delta\lambda \rightarrow 0$ ) δηλ., η χρονική διάρκεια λοίμωξης είναι σχεδόν μηδενική. Το άτομο δεν εκδηλώνει συμπτώματα, γιατί το μικρόβιο δεν προλαβαίνει να πολλαπλασιαστεί, και πιθανόν δεν καταλαβαίνει ότι μολύνθηκε.

5. Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει την αντίδραση ενός οργανισμού μετά από είσοδο μιας ουσίας A.

- α) Ποια είναι η φύση των ουσιών A και B που ανιχνεύονται στο αίμα ενός ασθενούς;  
 β) Εξηγήστε την εξέλιξη των συγκεντρώσεων των ουσιών A και B.



Απάντηση

α) Η συγκέντρωση της ουσίας A εμφανίζεται απευθείας σταθερή με την είσοδο της στο οργανισμό μέχρις

όπου μειώνεται όταν αρχίζει η αύξηση της ουσίας Β. Γνωρίζουμε, όμως γενικά ότι η είσοδος του αντιγόνου προηγείται χρονικά της ενεργοποίησης του ανοσοβιολογικού μηχανισμού και της έκκρισης αντισωμάτων. Η σταθερή συγκέντρωση των αντιγόνων κατά το διάστημα Δχ οφείλεται στο ότι αποτελούν νεκρούς ή εξασθενημένους μικροοργανισμούς ή τμήματά τους και όχι ζωντανούς μικροοργανισμούς, διότι τότε θα παρουσίαζε αύξηση. Έτσι, καμπύλη Α αντιστοιχεί στα αντιγόνα που πιθανόν χορηγούνται μέσω εμβολίου και η Β στα αντισώματα.

β) Μετά το διάστημα Δχ, παράγονται αντισώματα και αυτά αντιδρούν με τα αντιγόνα, τα εξουδετερώνουν και έτσι παρατηρείται βαθμιαία μείωση των αντιγόνων. Όταν εξουδετερωθούν πλήρως, σταματά και η παραγωγή των αντισωμάτων.

**Προσοχή!** Στο διάγραμμα αυτό οι καμπύλες Α και Β αντιστοιχούν σε συγκεντρώσεις ελεύθερων μορίων αντιγόνου και ελεύθερων μορίων αντισωμάτων και όχι σε συγκεντρώσεις συμπλόκων αντιγόνου-αντισώματος.

Άλλες σημαντικές πληροφορίες

Η καθυστέρηση στην παραγωγή των αντισωμάτων υποδηλώνει ότι το άτομο έρχεται πρώτη φορά σε επαφή με το αντιγόνο αυτό και πραγματοποιεί πρωτογενή ανοσοβιολογική απόκριση.

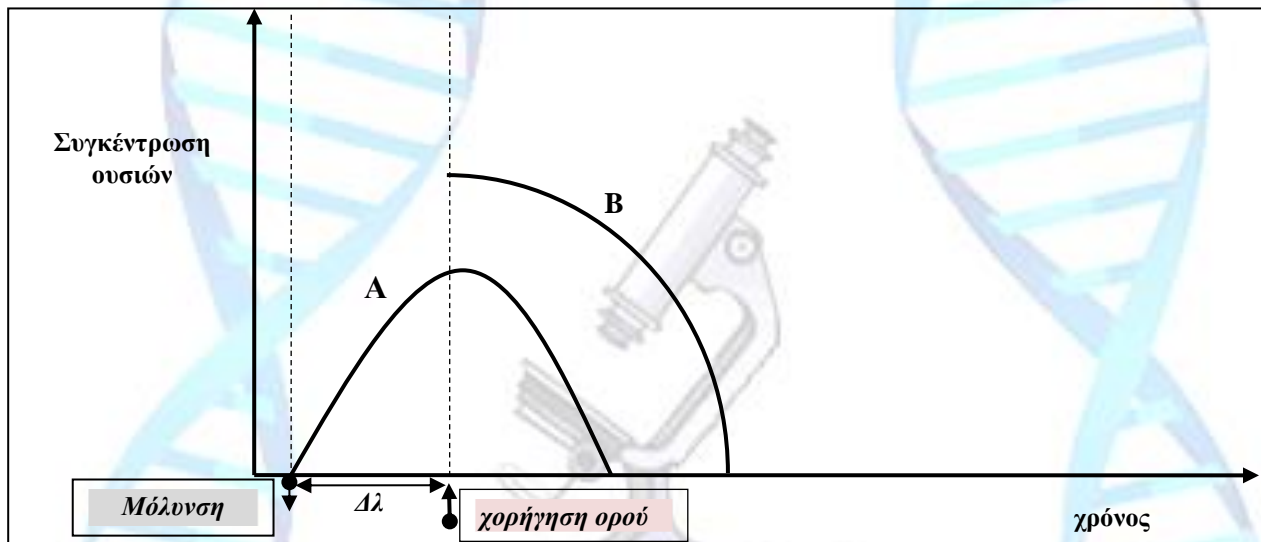
Το διάστημα Δχ, πριν αρχίσει η έκκριση αντισωμάτων, τα αντιγόνα επειδή είναι νεκρά ή εξασθενημένα τμήματα δεν πολλαπλασιάζονται, δεν προκαλούν λοίμωξη, δε διαταράσσουν την ομοιόσταση και το άτομο δε θα εκδηλώσει συμπτώματα ασθένειας και φυσικά δεν τη μεταδίδει. (βλέπε διαφορά με την 3<sup>η</sup> άσκηση)\*.

Στο τέλος, το άτομο θα έχει αποκτήσει ενεργητική ανοσία με τεχνητό τρόπο.

6. Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει την αντίδραση ενός οργανισμού μετά από μόλυνση.

α) Ποια είναι η φύση των ουσιών Α και Β που ανιχνεύονται στο αίμα του ασθενούς;

β) Εξηγήστε την εξέλιξη των συγκεντρώσεων των ουσιών Α και Β.



α) Γενικά γνωρίζουμε ότι προηγείται χρονικά η είσοδος του αντιγόνου κι ακολουθεί η εμφάνιση των αντισωμάτων. Παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση της ουσίας Α αυξάνεται μέσα στον οργανισμό του ανθρώπου. Άρα μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η καμπύλη Α αντιστοιχεί σε πληθυσμό μικροοργανισμών.

Όμως η αύξηση των παθογόνων μικροοργανισμών ανακόπτεται από την απότομη εμφάνιση της συγκέντρωσης της ουσίας Β μετά από χρόνο Δλ. Άρα, η καμπύλη Β αντιστοιχεί σε αντισώματα.

β) Τα αντισώματα εμφανίζονται σε κάποια χρονική στιγμή (σε χρόνο Δλ μετά την μόλυνση) σε μεγάλες τιμές στον οργανισμό του ασθενούς, γεγονός που αποκλείει την περίπτωση να είναι αντισώματα που παράχθηκαν από το ανοσοβιολογικό σύστημά του. Έτσι, η απότομη εμφάνιση των αντισωμάτων με την ταυτόχρονη μείωση των αντιγόνων(μικροβίων) οφείλεται στη χορήγηση ορού, ο οποίος χορηγήθηκε σε χρόνο Δλ μετά την μόλυνση.



Η συγκέντρωσή των αντισωμάτων μειώνεται, επειδή αντιδρούν με τα παθογόνα, τα εξουδετερώνουν και έτσι παρατηρείται βαθμιαία μείωση τους, μέχρι να εξαφανιστούν. Η εξαφάνισή τους οφείλεται στο ότι τα αντισώματα αυτά είναι έτοιμα και δεν παράγονται από τα πλασματοκύτταρα του οργανισμού.

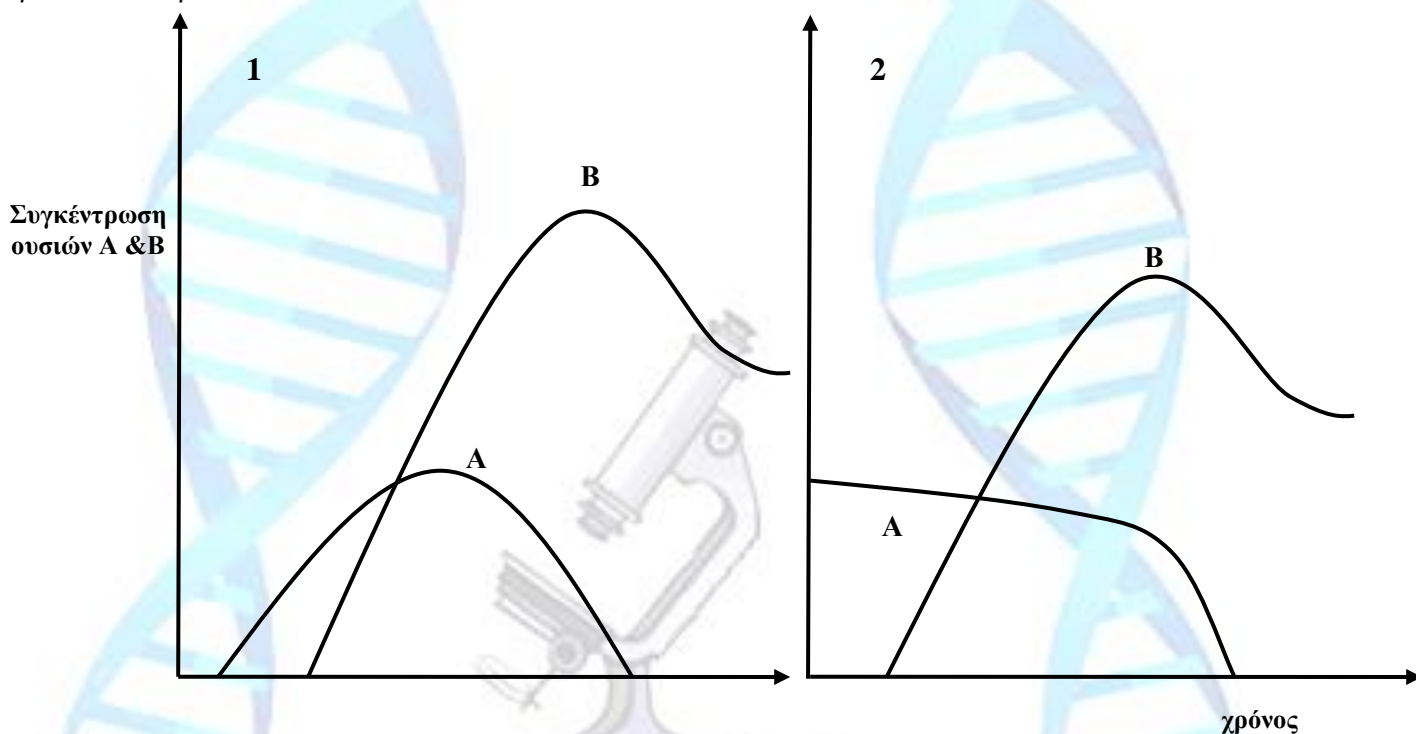
#### Άλλες σημαντικές πληροφορίες

Στον ασθενή αυτό πραγματοποιείται παθητική ανοσία με τεχνητό τρόπο. Επειδή όμως δεν πραγματοποιεί απόκριση, δεν παράγει κύτταρα μνήμης και μελλοντικά, αν ξαναέρθει σε επαφή με το ίδιο αντιγόνο, θα κάνει πρωτογενή απόκριση και θα εκδηλώσει συμπτώματα.

Το διάστημα Δλ (βλέπε διάγραμμα) όπου το μικρόβιο πολλαπλασιάζεται, πριν αρχίσει η έκκριση αντισωμάτων, προκαλείται λοίμωξη, διαταράσσεται η ομοιόσταση και το άτομο θα εκδηλώσει συμπτώματα ασθένειας.

Παρατηρούμε ότι η μικροβιακή λοίμωξη αντιμετωπίστηκε με επιτυχία, επειδή ο πληθυσμός του παθογόνου μηδενίστηκε. Και μάλιστα, η ποσότητα των αντισωμάτων του ορού ήταν αρκετή να αντιμετωπίσει τα παθογόνα, επειδή κατά την χρονική στιγμή μηδενισμού του μικροβιακού πληθυσμού υπήρχαν ακόμα αρκετά ελεύθερα αντισώματα.

7. Τα παρακάτω διαγράμματα δείχνουν την αντίδραση ενός οργανισμού μετά την επαφή του με δύο διαφορετικά μικροβιακά αντιγόνα.



α) Τι δείχνουν οι καμπύλες (A) και (B) στα διαγράμματα;

β) Πώς μπορεί να ήρθε σε επαφή ο οργανισμός με τα αντιγόνα;

γ) Και στις δύο περιπτώσεις εμφανίστηκαν κάποια συμπτώματα στον οργανισμό. Ποια συμπεράσματα προκύπτουν από αυτό το γεγονός;

α) Όταν ο οργανισμός δέχεται την εισβολή ενός αντιγόνου, ενεργοποιείται το ανοσοβιολογικό σύστημα του. Αυτό αντιδρά παράγοντας αντισώματα (χυμική ανοσία), ενώ αν πρόκειται για ιό, και κυτταροτοξικά T - λεμφοκύτταρα. Η καμπύλη (A) και στα δύο διαγράμματα προηγείται της (B). Συνεπώς, μπορεί η (A) να δείχνει τη συγκέντρωση των αντιγόνων και η (B) τη συγκέντρωση των αντισωμάτων.

β) Στο διάγραμμα 1 τα αντιγόνα έχουν στην αρχή πολύ μικρή τιμή (καμπύλη A) και κατόπιν για κάποιο διάστημα αυξάνονται. Η μεταβολή τους αυτή μπορεί να δείχνει την εγκατάσταση και τον πολλαπλασιασμό των

παθογόνων μικροβίων στον οργανισμό. Δηλαδή πρόκειται για λοίμωξη. Όμως κατόπιν αντιδρά το ανοσοβιολογικό, αυξάνεται η παραγωγή των αντισωμάτων και αρχίζει η εξουδετέρωση των αντιγόνων. Γι' αυτό πρώτα μειώνεται ο ρυθμός αύξησης τους, μετά αρχίζει να μειώνεται η συγκέντρωσή τους και τελικά μηδενίζεται.

Στο διάγραμμα 2 τα αντιγόνα έχουν εξ αρχής υψηλή τιμή, η οποία μένει σχεδόν σταθερή, χωρίς να αυξάνεται. Άρα δεν παρατηρείται πολλαπλασιασμός των παθογόνων μικροβίων, παρόλο που το ανοσοβιολογικό σύστημα ακόμη δεν έχει αντιδράσει. Συνεπώς οι παθογόνοι μικροοργανισμοί δεν είναι φυσιολογικοί (π.χ. εξασθενημένοι) και μπορεί να πρόκειται για εμβολιασμό.

Όταν κατόπιν αντιδρά το ανοσοβιολογικό φυσιολογικά, η συγκέντρωση των αντιγόνων μειώνεται και τελικά μηδενίζεται.

γ) Για να εκδηλωθούν συμπτώματα, σημαίνει ότι πρόκειται για την πρώτη επαφή του οργανισμού με τα αντιγόνα. Δηλαδή πρόκειται για πρωτογενή ανοσοβιολογική απόκριση, αν και συνήθως κατά τον εμβολιασμό δεν εμφανίζονται συμπτώματα.

8. Να σημειώσετε με ένα (+) στον επόμενο πίνακα ποιες από τις ουσίες που δίνονται είναι θεωρητικά κατάλληλες για την αντιμετώπιση των νοσημάτων που αναφέρονται. Να αιτιολογήσετε τις επιλογές σας.

Νόσημα	ΟΥΣΙΕΣ			
	Αντιβιοτικά	Εμβόλια	Ιντερφερόνες	Οροί
AIDS				
γονόρροια				
γρίπη				
ελονοσία				
έρπητας				
θηλώματα				
καντιντίαση				
λοίμωξη από χλαμύδια				
σύφιλη				
χολέρα				

#### Απάντηση

Το AIDS, η γρίπη, ο έρπητας και τα θηλώματα προκαλούνται από ιούς. Η γονόρροια, η λοίμωξη από χλαμύδια, η σύφιλη και η χολέρα προκαλούνται από βακτήρια. Η ελονοσία προκαλείται από πρωτόζωο και η καντιντίαση από μύκητα. Όσον αφορά στις ουσίες, ισχύουν τα εξής:

α) Τα αντιβιοτικά αναστέλλουν ή παρεμποδίζουν κάποια ειδική βιοχημική αντίδραση του μικροοργανισμού. Όμως δεν είναι αποτελεσματικά κατά των ιών, διότι αυτοί δεν διαθέτουν δικό τους μεταβολικό μηχανισμό. Άρα τα αντιβιοτικά εξυπηρετούν στην περίπτωση των νοσημάτων που προκαλούνται από βακτήρια, πρωτόζωα και μύκητες.

β) Τα εμβόλια είναι νεκροί ή εξασθενημένοι μικροοργανισμοί ή τμήματά τους. Πρόκειται για αντιγόνα που διεγείρουν το ανοσοβιολογικό σύστημα, χωρίς να είναι επικίνδυνα για τον οργανισμό. Γι' αυτό, θεωρητικά, μπορούν να συμβάλλουν στην πρόληψη κάθε ασθένειας που προκαλείται από μικροοργανισμό (βακτήριο, ιό, μύκητα και πρωτόζωο).

γ) Οι ιντερφερόνες είναι πρωτεΐνες με ειδική αντιική δράση. Η παραγωγή και η έκκρισή τους από κύτταρα που μολύνθηκαν από ιό εμποδίζουν τον πολλαπλασιασμό των ιών σε άλλα κύτταρα. Άρα οι ιντερφερόνες εξυπηρετούν στα νοσήματα που προκαλούνται από ιούς.

δ) Οι οροί περιέχουν έτοιμα αντισώματα τα οποία έχουν παραχθεί σε κάποιο άλλο άτομο ή σε ζώο. Με τους ορούς επιτυγχάνεται παθητική ανοσία της οποίας η δράση είναι άμεση, αλλά η διάρκεια παροδική. Γι' αυτό, θεωρητικά, μπορούν να συμβάλλουν στη θεραπεία κάθε ασθένειας που προκαλείται από μικροοργανισμό (βακτήριο, ιό, μύκητα και πρωτόζωο).